

# RAPPORT ANNUEL

POUR **1999**

AGENCE  
INTERNATIONALE DE  
L'ÉNERGIE ATOMIQUE

# MEMBRES DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

## MEMBRES DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

AFGHANISTAN	GÉORGIE	NOUVELLE-ZÉLANDE
AFRIQUE DU SUD	GHANA	OUGANDA
ALBANIE	GRÈCE	OUZBÉKISTAN
ALGÉRIE	GUATEMALA	PAKISTAN
ALLEMAGNE	HAÏTI	PANAMA
ANGOLA	HONGRIE	PARAGUAY
ARABIE SAOUDITE	ÎLES MARSHALL	PAYS-BAS
ARGENTINE	INDE	PÉROU
ARMÉNIE	INDONÉSIE	PHILIPPINES
AUSTRALIE	IRAN, RÉP ISLAMIQUE D'	POLOGNE
AUTRICHE	IRAQ	PORTUGAL
BANGLADESH	IRLANDE	QATAR
BÉLARUS	ISLANDE	RÉPUBLIQUE ARABE SYRIENNE
BELGIQUE	ISRAËL	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO
BÉNIN	ITALIE	RÉPUBLIQUE DE MOLDAVIE
BOLIVIE	JAMAHIRIYA ARABE LIBYENNE	RÉPUBLIQUE DOMINICAINE
BOSNIE-HERZÉGOVINE	JAMAÏQUE	RÉPUBLIQUE TCHÈQUE
BRÉSIL	JAPON	RÉPUBLIQUE-UNIE DE TANZANIE
BULGARIE	JORDANIE	ROUMANIE
BURKINA FASO	KAZAKHSTAN	ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD
CAMBODGE	KENYA	SAINT-SIÈGE
CAMEROUN	KOWEÏT	SÉNÉGAL
CANADA	LETTONIE	SIERRA LEONE
CHILI	L'EX-RÉPUBLIQUE YOUGOSLAVE DE MACÉDOINE	SINGAPOUR
CHINE	LIBAN	SLOVAQUIE
CHYPRE	LIBERIA	SLOVÉNIE
COLOMBIE	LIECHTENSTEIN	SOUDAN
CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	LITUANIE	SRI LANKA
COSTA RICA	LUXEMBOURG	SUÈDE
CÔTE D'IVOIRE	MADAGASCAR	SUISSE
CROATIE	MALAISIE	THAÏLANDE
CUBA	MALI	TUNISIE
DANEMARK	MALTE	TURQUIE
ÉGYPTE	MAROC	UKRAINE
EL SALVADOR	MAURICE	URUGUAY
ÉMIRATS ARABES UNIS	MEXIQUE	VENEZUELA
ÉQUATEUR	MONACO	VIET NAM
ESPAGNE	MONGOLIE	YÉMEN
ESTONIE	MYANMAR	YOUGOSLAVIE
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE	NAMIBIE	ZAMBIE
ÉTHIOPIE	NICARAGUA	ZIMBABWE
FÉDÉRATION DE RUSSIE	NIGER	
FINLANDE	NIGERIA	
FRANCE	NORVÈGE	
GABON		

Le Statut de l'Agence a été approuvé le 23 octobre 1956 par la Conférence sur le Statut de l'AIEA, tenue au Siège de l'Organisation des Nations Unies, à New York; il est entré en vigueur le 29 juillet 1957. L'Agence a son Siège à Vienne. Son principal objectif est «de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier».

## NOTE NOTE

- Le paragraphe J de l'article VI du Statut dispose que le Conseil des gouverneurs "rédige, à l'intention de la Conférence générale, un rapport annuel sur les affaires de l'Agence et sur tous les projets approuvés par l'Agence." Le présent rapport porte sur la période allant du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre 1999.
- Toutes les sommes d'argent sont libellées en dollars des États-Unis.
- Les désignations employées et la présentation des renseignements dans le présent document n'impliquent nullement l'expression par le Secrétariat d'une opinion quelconque quant au statut juridique d'un pays ou territoire ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.
- La mention de noms de sociétés ou de produits particuliers (qu'ils soient ou non signalés comme marques déposées) n'implique aucune intention d'empiéter sur des droits de propriété, et ne doit pas être considérée non plus comme valant approbation ou recommandation de la part de l'Agence.
- L'expression "État non doté d'armes nucléaires" est utilisée avec le même sens que dans le Document final de la Conférence d'États non dotés d'armes nucléaires (1968) (document A/7277 de l'ONU) et dans le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires.
- On peut obtenir d'autres informations sur les activités de l'Agence, et sur l'ensemble des bases de données accessibles, auprès de la Division de l'information et à partir de la page d'accueil du site Internet de l'Agence:

**<http://www.iaea.org/worldatom>**

Pour contacter l'Agence, s'adresser à:

Division de l'information  
Agence internationale de l'énergie atomique  
B.P. 100  
Wagramer Strasse 5  
A-1400 Vienne (Autriche)  
Téléphone: +43-1-2600-0  
Télécopie: +43-1-26007  
Mél.: [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)

# LISTE DES ABRÉVIATIONS

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

ABACC	Agence brasilo-argentine de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires
AEN	Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire
AFRA	Accord régional de coopération pour l'Afrique sur la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires
AGRIS	Système international d'information pour les sciences et la technologie agricoles
ARCAL	Arrangements régionaux de coopération pour la promotion des sciences et techniques nucléaires en Amérique latine
CICN	Comité international des constantes nucléaires
CIPT	Centre international de physique théorique
CME	Conseil mondial de l'énergie
COI	Commission océanographique intergouvernementale (UNESCO)
EURATOM	Communauté européenne de l'énergie atomique
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FORATOM	Forum atomique européen
IIASA	Institut international d'analyse de systèmes appliquée
ISO	Organisation internationale de normalisation
LEM-AIEA	Laboratoire de l'environnement marin de l'AIEA (Monaco)
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OIT	Organisation internationale du Travail
OLADE	Organisation latino-américaine de l'énergie
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMD	Organisation mondiale des douanes
OMI	Organisation maritime internationale
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
OPANAL	Organisme pour l'interdiction des armes nucléaires en Amérique latine et dans les Caraïbes
OPS	Organisation panaméricaine de la santé/OMS
OTICE	Commission préparatoire de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PRC	Programme de recherche coordonnée
QS	Quantité significative
RAF	Région Afrique
RAS	Région Asie de l'Est et Pacifique
RAW	Région Asie de l'Ouest
RBMK	Réacteur à tubes de force refroidi par eau ordinaire, modéré par graphite (ex-URSS)
RCA	Accord régional de coopération sur le développement, la recherche et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires
REB	Réacteur à eau bouillante
REL	Réacteur à eau lourde
REL P	Réacteur à eau lourde sous pression
REO	Réacteur à eau ordinaire
REP	Réacteur à eau sous pression
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNSCEAR	Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants

# TABLE DES MATIÈRES

## TABLE DES MATIÈRES



Aperçu général . . . . .	1
Conseil des gouverneurs et Conférence générale . . . . .	20

### LE PROGRAMME DE L'AGENCE EN 1999



#### Technologie

Énergie d'origine nucléaire . . . . .	24
Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets . . . . .	29
Évaluation comparative des sources d'énergie . . . . .	35
Alimentation et agriculture . . . . .	40
Santé humaine . . . . .	47
Environnement marin, ressources en eau et industrie . . . . .	54
Sciences physiques et chimiques . . . . .	67



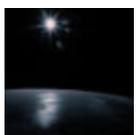
#### Sûreté

Sûreté nucléaire . . . . .	77
Sûreté radiologique . . . . .	83
Sûreté des déchets radioactifs . . . . .	88
Coordination des activités relatives à la sûreté . . . . .	91



#### Vérification

Garanties . . . . .	97
Sécurité des matières . . . . .	107



#### Gestion et renforcement d'audience

Gestion, coordination et appui . . . . .	111
Gestion de la coopération technique pour le développement . . . . .	117



Annexe . . . . .	121
------------------	-----

# APERÇU GÉNÉRAL

## APERÇU GÉNÉRAL

En 1999, le Secrétariat de l'Agence a poursuivi le processus de réforme destiné à assurer une exécution plus efficace d'un programme de nature à contribuer manifestement à la satisfaction des besoins des Etats Membres. En particulier, une Stratégie à moyen terme (SMT) a été définie, et l'on a commencé à modifier le processus d'élaboration du programme et du budget. Les activités se sont poursuivies au titre de ce qui a été défini dans la SMT comme étant les trois "piliers" du programme de l'Agence: *technologie, sûreté et vérification*. Des mesures ont été adoptées pour accroître la synergie entre les parties du programme qui sont financées par le budget ordinaire et celles qui le sont par le budget de la coopération technique.

Le présent aperçu général a pour objet de passer en revue les problèmes et les développements que le "monde nucléaire" a connus en 1999, dans l'optique de l'Agence et en fonction de son programme. Il ne se veut pas exhaustif, mais plutôt centré sur un certain nombre de thèmes choisis: situation actuelle de l'électronucléaire; avantages que conservent les techniques liées au nucléaire dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture, de la santé humaine, de la gestion des ressources en eau et de la surveillance de l'environnement; efforts faits par l'Agence pour instaurer une culture de sûreté mondiale; efforts déployés en vue de la conclusion de protocoles additionnels aux accords de garanties et passage à des garanties intégrées; ouverture vers des partenaires non traditionnels; et meilleure compréhension des besoins des Etats Membres et satisfaction de ces besoins de manière plus efficiente et efficace.

## TECHNOLOGIE

### Électronucléaire, cycle du combustible et gestion des déchets

#### *Situation actuelle de l'électronucléaire*

L'électronucléaire contribue dans une large mesure à la satisfaction des besoins mondiaux d'électricité. En 1999, il a fourni en gros un sixième de l'électricité produite dans le monde. Comme il s'agit d'une technologie de pointe capitalistique, environ 83 % de la capacité mondiale de production d'électricité nucléaire sont concentrés dans les pays industrialisés. Au niveau régional, c'est en Europe occidentale que la part du nucléaire dans la production d'électricité a été la plus élevée l'an dernier (30 %). En France, en Belgique et en Suède, sa



part a été respectivement de 75, 58 et 47 %. En Amérique du Nord, elle a été de 20 % pour les Etats-Unis et de 12 % pour le Canada. En Asie, elle a été de 43 % pour la République de Corée et de 36 % pour le Japon.

Malgré cette contribution importante de l'électronucléaire à l'approvisionnement mondial en énergie aux niveaux tant régional que national, il n'y a pas de consensus sur son avenir. En Amérique du Nord, aucune commande de centrale nucléaire n'a été passée

***“Les centrales nucléaires de construction récente, en particulier celles qui sont standardisées, se caractérisent notamment par des délais de construction nettement plus courts et des frais d'exploitation plus faibles.”***

au cours des deux dernières décennies, et le nombre des réacteurs en service a commencé à diminuer. En Europe occidentale, selon toute probabilité, la capacité nucléaire restera à peu près à son niveau actuel au cours des quelques années à venir. Il y aura des augmentations de capacité pour certaines tranches, et la durée de vie de centrales existantes sera prolongée. Aucun pays de la région n'a décidé pour le moment de construire de nouvelles centrales nucléaires, encore que la Finlande envisage de le faire. En Europe centrale et orientale, on débat de la nécessité d'achever la construction de certaines centrales. Quelques-unes seront terminées, et des tranches vieillissantes seront mises à l'arrêt, dont certaines plus tôt que prévu.

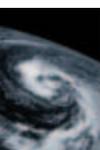
En Asie, on continue à prévoir une expansion de l'électronucléaire, notamment en Chine, en Inde, au Japon et en République de Corée. C'est la région où le recours à l'électronucléaire a des chances de s'étendre à court terme. Cependant, la crise financière que l'Asie du Sud-Est a connue en 1998 et 1999 fait que l'accroissement de la demande d'énergie dans la région sera moins fort que prévu.

Pour que la contribution de l'électronucléaire à la satisfaction durable des besoins énergétiques mondiaux s'accroisse, il faudra satisfaire à un certain nombre de critères: compétitivité économique accrue; recours à des technologies de pointe tant pour la production d'électricité que pour des applications nouvelles comme le dessalement; et accroissement de la confiance du public, notamment dans la sûreté d'exploitation des centrales et du stockage définitif.

Au cours de la décennie écoulée, l'industrie électrique a connu des changements fondamentaux dans de nombreux pays. Aujourd'hui, la fourniture d'électricité n'est plus un monopole des gouvernements ou de quelques fournisseurs. La production et la vente aux consommateurs finals s'effectuent dans un environnement fortement concurrentiel. En 1999, la tendance à la conclusion de contrats de tarification de courte et non plus de longue durée, induite en partie par l'existence de centrales au gaz bon marché, s'est poursuivie.

Pour concurrencer les centrales à combustible fossile — notamment les petites centrales au gaz qui peuvent souvent être amorties plus rapidement qu'une centrale nucléaire — il serait nécessaire d'abaisser les dépenses d'investissement initiales et de réduire les frais d'exploitation et de maintenance de l'électronucléaire. Un processus de planification intégré tenant compte de tous ces facteurs dès le lancement d'un programme électronucléaire peut être utile à cet égard.

Les centrales nucléaires de construction récente, en particulier celles qui sont standardisées, se caractérisent notamment par des délais de construction nettement plus courts et des frais d'exploitation plus faibles. Cette amélioration des performances tient à un certain nombre de facteurs parmi lesquels figure la restructuration en cours des compagnies d'électricité consistant notamment dans l'adoption de méthodes de gestion plus modernes, l'octroi d'une formation approfondie et la mise en commun de l'expérience industrielle. L'amélioration constante des performances dans le monde entier au cours de la décennie écoulée ressort de divers indicateurs publiés par l'Agence et par l'UMEN, qui font



apparaître de fortes augmentations des facteurs d'utilisation et une réduction du nombre des arrêts non programmés des réacteurs.

En outre, de nombreuses centrales nucléaires en service sont économiques, notamment celles dont les investissements en capital ont été amortis ou annulés. Aujourd'hui, à l'exception peut-être des centrales hydro-électriques, les centrales nucléaires bien gérées, avec de faibles dépenses de combustible et des frais d'exploitation et de maintenance qui diminuent constamment, sont souvent parmi les centrales électriques les moins coûteuses à exploiter. Cet avantage a suffi pour inciter des propriétaires de centrales existantes à investir dans des programmes d'extension de la durée de vie et des augmentations de la capacité totale de production des centrales. Les pressions concurrentielles et la restructuration en cours de l'industrie électrique pourraient aboutir à de nouvelles réductions des coûts, grâce en particulier à un regroupement des activités de gestion, d'exploitation et de maintenance.

Dans le cas des centrales nucléaires tant existantes que nouvelles, l'Agence a aidé les États Membres à accroître la compétitivité compte dûment tenu de la sûreté. Ainsi, elle a fourni des analyses et des services d'experts et collecté et diffusé des informations sur la réduction des dépenses initiales, l'extension de la durée de vie, l'amélioration des performances et la réduction des frais d'exploitation et de maintenance.

A la quarante-troisième session ordinaire (1999) de la Conférence générale, les États Membres ont demandé à l'Agence d'aider les pays à évaluer le rôle de l'électronucléaire compte tenu des grands problèmes d'environnement et des besoins énergétiques dans le monde. Il a été convenu que cette assistance devrait consister notamment à faciliter l'accès aux informations pertinentes sur l'importance de l'électronucléaire pour parvenir à un développement durable dans les pays en développement et pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre.

Des efforts concertés ont été faits pour fournir aux États Membres et à des instances

internationales des informations concernant le rôle que pourrait jouer le nucléaire dans les suites à donner au Protocole de Kyoto sur les changements climatiques. Dans le cadre de ces efforts, trois ateliers sur le rôle potentiel de l'électronucléaire dans le cadre du Mécanisme pour un développement propre (MDP) ont été organisés. Ces efforts ont comporté en outre des échanges de vues avec les délégués à la cinquième session de la Conférence des parties (CoP-5) à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, tenue à Bonn, et la présentation d'un document sur la mise en oeuvre éventuelle de projets électronucléaires dans les pays en développement en vue de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre au titre du MDP lors d'un colloque international tenu à Ottawa (Canada).

Deux applications du nucléaire pourraient présenter un intérêt particulier à l'avenir: le dessalement et la production de combustibles synthétiques. Une étude approfondie de l'économie générale du dessalement nucléaire par rapport au dessalement à l'aide d'énergie fossile a été coordonnée par l'Agence. Elle a mis en évidence les conditions dans lesquelles le dessalement nucléaire serait compétitif. Les conclusions ont été tirées tant de calculs effectués avec le logiciel du Programme d'évaluation économique du dessalement de l'Agence que de recherches indépendantes exécutées dans des États Membres.

En ce qui concerne les combustibles synthétiques, un PRC achevé en 1999 a fourni des informations techniques complémentaires pour le Réacteur d'essais technologiques à haute température, qui fait actuellement l'objet d'essais de démarrage au Japon. Ce projet portait sur l'utilisation de chaleur nucléaire pour le reformage à la vapeur de méthane en vue de produire de l'hydrogène et du méthanol, la dissociation thermochimique des molécules d'eau pour produire de l'hydrogène et la conversion du charbon en combustibles synthétiques.

Si la compétitivité peut être l'un des facteurs importants dans le débat nucléaire, l'acceptation par le public est elle aussi déterminante. Les attitudes généralement



positives se sont transformées en attitudes généralement négatives dans divers pays pour plusieurs raisons. Les décideurs étaient prêts auparavant à accepter les arguments techniques en faveur de l'électronucléaire et les évaluations techniques de la sûreté des réacteurs et des installations de stockage définitif de déchets. Maintenant, certains ont adopté une position antinucléaire, et d'autres ont pris conscience que même si des plans techniquement acceptables existent, ils ne

***“L'Agence exécute de multiples programmes techniques relatifs à l'ingénierie des réacteurs qui permettent de partager des informations sur l'amélioration et le suivi de la performance des centrales.”***

peuvent toujours pas aller de l'avant sans gagner l'acceptation du public.

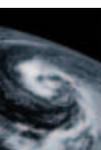
Pour ce qui est de l'industrie des combustibles nucléaires, une augmentation des taux de combustion, des coefficients thermiques plus élevés, des cycles du combustible plus longs et l'emploi de combustible à oxydes mixtes (MOX) sont essentiels pour améliorer l'économie du cycle du combustible nucléaire dans son ensemble. En conséquence, les compagnies d'électricité et les fournisseurs de combustible ont récemment lancé des programmes de R-D portant sur l'amélioration de la conception du combustible et des matériaux employés afin d'assurer une exploitation sûre et fiable des réacteurs dans les conditions dont il a été question ci-dessus. En liaison avec ces programmes, l'Agence s'est, en 1999, attachée plus particulièrement à faciliter l'échange d'informations sur l'amélioration de la qualité et des propriétés des combustibles à dioxyde d'uranium et MOX ainsi que des barres de commande, l'amélioration de la conception et des performances du combustible en vue de son utilisation à des taux de combustion élevés, la réduction de la corrosion et l'optimisation de la technologie du

fluide de refroidissement. Un Colloque international sur les techniques du cycle du combustible MOX pouvant être mises en oeuvre à moyen et à long terme, qui s'est tenu à Vienne en mai, a examiné la situation et les tendances en ce qui concerne le recyclage du plutonium dans les réacteurs de puissance.

De nombreuses leçons ont été tirées des accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl. Il était évident que les facteurs humains avaient été en grande partie à l'origine des deux accidents et qu'il était nécessaire de mieux comprendre le rôle des agents dans l'exploitation des centrales. L'industrie a réagi et continue à réagir en modernisant l'agencement des salles de commande de manière à fournir des informations claires et essentielles aux opérateurs, en améliorant la formation et les procédures et en effectuant des enquêtes internes et externes sur la performance d'exploitation.

L'Agence exécute de multiples programmes techniques relatifs à l'ingénierie et à la technologie des réacteurs qui permettent de partager des informations sur l'amélioration et le suivi de la performance des centrales et sur l'évolution de la technologie des réacteurs avancés et leurs applications. Toutefois, seul un fonctionnement sûr des centrales existantes dans le monde entier pendant de nombreuses années et l'absence d'accident majeur apporteront une démonstration claire et convaincante en matière de sûreté.

La gestion des déchets radioactifs et du combustible usé pose aujourd'hui un sérieux problème d'acceptation par le public. Un des principaux bienfaits de l'électronucléaire est qu'il n'entraîne pas d'émissions de grandes quantités de polluants atmosphériques, y compris les gaz à effet de serre, mais il est confronté à un problème de perception particulier en ce qui concerne la gestion des déchets, à savoir la croyance généralisée dans le public non averti que le combustible usé et les déchets de haute activité ne peuvent pas être gérés de manière sûre à *long terme*. Or, la gestion de ces formes de déchets à court terme tant qu'une surveillance peut être garantie ne pose pas de problème, et des installations d'entreposage ont été construites pour ces



déchets. Sur le site tant des centrales nucléaires que des réacteurs de recherche, le combustible usé peut être entreposé sous eau ou à sec de manière sûre et fiable, encore que certaines installations d'entreposage de combustible usé soient maintenant pleines ou presque. Cependant, on admet généralement qu'à plus long terme la solution la plus appropriée résidera dans le stockage définitif à grande profondeur.

Dans de nombreux pays, les plans relatifs à des dépôts géologiques n'ont progressé que lentement voire pas du tout en 1999. Beaucoup d'États réexaminent leurs politiques nationales en s'efforçant de déterminer, pour la gestion des déchets, les solutions qui sont à la fois sûres et acceptables par le public et d'inspirer confiance dans ces solutions. On accorde par exemple une attention accrue à l'idée d'enfouir les déchets à grande profondeur mais sous une forme récupérable au lieu de considérer le stockage géologique comme une solution irréversible. Il est désormais admis qu'il faut gagner la confiance du public grâce à un dialogue et à un échange permanents entre toutes les parties concernées de façon que le stockage géologique profond soit finalement reconnu comme une solution sûre et valable.

Des progrès ont néanmoins été réalisés dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs en 1999 (voir l'encadré 1). En particulier, une mesure importante prise aux États-Unis a été constituée par l'ouverture de l'usine pilote d'isolement de déchets à longue période d'origine militaire à Carlsbad, au Nouveau-Mexique. Il s'agit du premier dépôt géologique profond de déchets au monde.

## TECHNOLOGIES DES RAYONNEMENTS ET DES ISOTOPES

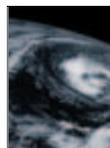
*Avantages des techniques liées au nucléaire dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture, de la santé humaine, de la gestion, des ressources en eau et de la surveillance de l'environnement*

Dans la Stratégie à moyen terme de l'Agence élaborée au cours de l'année, on a, pour le

programme relatif aux technologies des rayonnements et des isotopes, donné la priorité à quatre domaines: alimentation et agriculture; santé humaine; gestion des ressources en eau et environnement. Quelques-uns des avantages que présentent les techniques nucléaires dans ces domaines sont exposés ci-après en même temps que certains des progrès accomplis en 1999 (voir aussi les encadrés 2 à 4).

Dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture, les techniques nucléaires présentent notamment l'avantage de fournir des données quantitatives sans équivalent sur les taux d'érosion du sol et sur la dynamique des éléments nutritifs et de l'eau dans le système sol-plante; de donner la possibilité de mettre au point, par induction de mutations, de nouvelles variétés de meilleure qualité, à plus haut rendement et tolérant mieux le stress; et d'offrir des outils essentiels pour l'analyse et l'identification de plantes présentant des caractères utiles. Dans les études sur la santé animale, les isotopes peuvent être utilisés comme marqueurs simples, robustes et sensibles pour la recherche. Ils fournissent des informations sans équivalent sur la façon dont les aliments du bétail sont digérés et utilisés, ce qui permet de mettre au point des régimes et des stratégies d'alimentation améliorés. En outre, les techniques isotopiques sont à l'origine de produits et de méthodes innovants pour l'amélioration de l'efficacité de reproduction et la lutte contre les maladies. Dans le domaine de la lutte contre les ravageurs, la technique de l'insecte stérile offre des avantages manifestes par rapport aux pesticides chimiques. Et l'irradiation des aliments est une des rares technologies qui permettent de lutter contre les organismes et les insectes responsables d'altérations et de maladies sans nuire beaucoup aux caractéristiques sensorielles et autres des denrées alimentaires.

En décembre 1999, le Département de l'agriculture des États-Unis a donné son approbation à l'irradiation de la viande rouge. A la fin de l'année, on construisait plusieurs installations d'irradiation industrielle aux États-Unis pour traiter de grandes quantités de viande, en particulier de viande de boeuf hachée, en vue d'éliminer les bactéries



pathogènes comme *E. coli*. Un irradiateur industriel conçu spécialement pour traiter les fruits et légumes frais contre les mouches des fruits était en construction à Hilo, à Hawaii, et devrait entrer en service d'ici juin 2000. Ces exemples illustrent l'évolution positive de l'opinion publique en ce qui concerne le rôle de l'irradiation des aliments. Ils complètent en outre les efforts faits par l'Agence pour diffuser auprès du public des informations concernant l'innocuité et les bienfaits de l'irradiation des aliments.

Comme l'on continue à recourir aux mutations radio-induites pour produire des variétés présentant des caractéristiques importantes sur le plan économique, 93 variétés nouvelles ont été enregistrées dans la base de données FAO/AIEA. Le nombre total de variétés de plus de 163 espèces végétales cultivées dans 62 pays est passé à 1 961. Dans le cadre de travaux connexes menés grâce à un PRC, l'induction de mutations par irradiation dans des plantes industrielles (comme le soja, le colza et le coton) a permis d'obtenir des types

### Encadré 1: Technologies disponibles pour la gestion des déchets et dépôts géologiques requis

Un colloque tenu à Taejon (République de Corée), en août-septembre, a examiné l'expérience acquise dans l'application des technologies de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires et de la partie terminale du cycle du combustible nucléaire. Il a été organisé en coopération avec l'AEN/OCDE, l'Institut coréen de recherche sur l'énergie atomique, l'Union internationale des producteurs et des distributeurs d'énergie électrique et l'Institut de l'énergie nucléaire. Ce colloque a montré:

- Qu'il existe des technologies éprouvées pour gérer les déchets de faible activité de manière sûre, économique et écologiquement rationnelle, et qu'une expérience considérable de ces technologies a été accumulée dans de nombreux États Membres.
- Que l'attention accrue accordée aux technologies permettant de réduire le plus possible la production de déchets et de diminuer le volume de ceux-ci ont entraîné des réductions sensibles des quantités de déchets solides et de la radioactivité qu'ils contiennent.
- Que l'on continue à apporter des améliorations aux technologies utilisées pour le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs, ainsi qu'aux méthodes d'étude et de choix des sites pour le stockage définitif des déchets.
- Que les États Membres continuent d'examiner diverses options pour la gestion des déchets de haute activité et du combustible usé, y compris le stockage à long terme de ce dernier jusqu'à ce que l'option à privilégier pour son stockage définitif se précise.
- Que quelques États Membres ayant d'importants programmes nucléaires avancent dans la mise au point de concepts pour le choix du site d'installations de stockage définitif de déchets de haute activité.

Une conférence tenue à Denver (États-Unis), en novembre, a montré que les États Membres recourent à diverses options pour la gestion du combustible usé et des déchets de haute activité. Lors de cette conférence, il a été indiqué:

- Que les États-Unis, la Suède et quelques autres pays optent pour le stockage définitif direct tout en prévoyant des possibilités plus étendues de reprise.
- Que la France, le Japon, la Fédération de Russie et le Royaume-Uni considèrent le combustible usé comme une ressource et le retraitent en vue de récupérer le plutonium pour le recycler dans des réacteurs à eau ordinaire sous la forme de combustible MOX.
- Qu'un certain nombre de pays effectuent des recherches sur la séparation et la transmutation des actinides à longue période en vue de réduire le volume et l'activité des déchets.
- Que d'autres pays, en particulier ceux dont les programmes nucléaires sont modestes ou dont l'économie est fragile, entreposent le combustible usé dans des piscines sur le site des réacteurs ou dans des installations centralisées. ■

de plantes présentant un éventail plus large de caractéristiques souhaitables, en particulier un rendement plus élevé et une qualité d'huile améliorée. Ces types de plantes devraient être mis prochainement sur le marché en tant que variétés nouvelles améliorées dans plusieurs États Membres.

Les applications hydrologiques des techniques isotopiques ont gagné en importance dans le monde entier ces dernières années et sont utilisées pour résoudre un large éventail de problèmes auxquels on se heurte dans la détermination, la valorisation et la gestion des ressources en eau. Les applications des isotopes ont fait la preuve des avantages techniques et économiques qu'elles présentent dans de nombreux domaines de l'hydrologie.

Les techniques isotopiques constituent aussi un outil important pour comprendre et reconstituer les conditions climatiques responsables des cycles hydrologiques actuels et passés. On améliore les modèles de la circulation générale pour la simulation des conditions climatiques actuelles grâce à des données sur la composition isotopique de l'eau contenue dans la pluie et la neige. Les phénomènes périodiques tels que El Niño entraînent à court terme d'importants changements dans le régime des précipitations, et l'on étudie leur impact sur la gestion des ressources en eau par des techniques isotopiques. Les isotopes stables et radioactifs offrent en outre un outil sans équivalent pour étudier l'origine des

polluants atmosphériques et leur contribution au réchauffement de la planète.

Dans la plupart des pays développés, les ressources en eaux souterraines sont évaluées couramment à l'aide de techniques isotopiques. Comme exemple de travaux récents, on peut citer le fait que l'on est parvenu à mieux déterminer l'origine du débit dans les fleuves et les cours d'eau en Amérique latine, en Asie et en Afrique dans le cadre de projets de coopération technique de l'Agence en recourant aux techniques isotopiques. D'autres travaux ont permis de constater que les déversements accrus d'eaux fluviales sont responsables de l'élévation du niveau de la mer Caspienne à la suite essentiellement de changements dans les conditions hydro-climatiques du bassin hydrographique.

Un autre domaine auquel une attention particulière a été accordée ces dernières années est celui des applications isotopiques dans les systèmes géothermiques, tant pour l'évaluation hydrologique des réservoirs géothermiques que pour la caractérisation des changements dynamiques induits dans ces réservoirs par leur exploitation. Sur la base de l'expérience et des données recueillies en ce qui concerne les applications pratiques des traceurs et des isotopes en géothermie dans le cadre d'un projet régional de coopération technique et d'un PRC, on a établi un guide sur *les techniques isotopiques et chimiques dans la prospection, le développement et*

#### Encadré 2: Les agriculteurs de Zanzibar récoltent les fruits de l'éradication de la mouche tsé-tsé

Une équipe d'économistes spécialisés dans l'agriculture et l'élevage a conclu que l'éradication — dans le cadre d'un projet de l'Agence — de la mouche tsé-tsé à Zanzibar, en République-Unie de Tanzanie, par la technique de l'insecte stérile s'est traduite par des gains substantiels dans le secteur de l'élevage. L'élevage peut être pratiqué dans des zones agricoles où il était impossible auparavant, et l'élimination de la trypanosomiase permet d'introduire des races plus productives. Selon le rapport, alors qu'un ménage agricole seulement sur trois possédait du bétail en 1985–1986, quatre exploitants sur cinq en élevaient en 1999. Plus d'un tiers de la production laitière totale de Zanzibar est fourni maintenant par des races améliorées, et il existe une forte demande pour des races croisées ou pures parmi la population de Zanzibar, mais seulement 5 % environ du cheptel sont constitués par des races améliorées. Grâce aux données de référence établies par les économistes, on pourra déterminer dans quelle mesure les possibilités nouvelles de développement de l'élevage et de l'agriculture, grâce à l'élimination du problème de tsé-tsé et de la trypanosomiase, se concrétiseront dans les années à venir. ■



*L'utilisation des ressources géothermiques: méthodes, maniement des données et interprétation de celles-ci.*

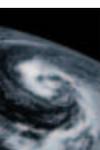
En 1999, des réunions ont été organisées avec des responsables de projets de la Banque mondiale pour étudier les problèmes de gestion des barrages et aider le personnel de la Banque à améliorer les outils d'évaluation des risques et à définir les domaines prioritaires pour les études isotopiques. Le Plan thématique relatif à la sûreté et à la durabilité des barrages qui en est résulté a défini les objectifs et clarifié le rôle des techniques nucléaires dans la gestion des barrages pour la collecte d'informations destinées à aider les utilisateurs finals à prendre des décisions concernant l'orientation, l'optimisation et la protection des investissements. Une mesure de suivi particulière a consisté à organiser, en novembre, un atelier de formation sur le recours à l'hydrologie isotopique pour les études sur la sûreté et les fuites de barrages, que le BATAN a accueilli à Yogyakarta, en Indonésie.

Les applications des techniques liées au nucléaire dans le domaine de la santé humaine s'étendent. La principale est constituée par la radiothérapie pour guérir du cancer ou, dans les cas incurables, traiter la douleur qu'il occasionne. Comme autre exemple, on peut citer les actes diagnostiques relevant de la rubrique générale de la médecine nucléaire. Ces actes consistent à administrer des sources radioactives ouvertes qui, comme elles sont non invasives par nature, donnent des indications importantes sur les fonctions organiques et permettent de détecter précocement les anomalies. Ces actes diagnostiques sont utiles dans un large éventail de spécialités médicales allant de la pédiatrie à la cardiologie et à la psychiatrie. Le troisième domaine d'application est constitué par la mesure des isotopes stables pour déceler la malnutrition, qui est considérée généralement comme étant la meilleure méthode d'évaluation de l'impact de l'ingestion de vitamines et d'autres éléments nutritifs importants. Dans ces trois grands domaines, l'Agence a mené d'importantes activités destinées à répondre aux besoins des États Membres.

De nouvelles options ont récemment été adoptées pour étudier la viabilité tissulaire par imagerie tridimensionnelle (tomographie) de processus chimiques. Une autre méthode nouvelle consiste à localiser les processus pathologiques, même au cours d'une opération chirurgicale. La tomographie par émission de positons (TEP) est adoptée de plus en plus dans de nombreux pays développés et dans quelques pays en développement pour le diagnostic d'un grand nombre de maladies dont le cancer, les troubles neurologiques et les maladies coronariennes. L'inauguration, en République tchèque au mois de novembre, d'un centre de TEP ayant bénéficié d'une assistance dans le cadre d'un projet de coopération technique de l'Agence a marqué un jalon important à cet égard. Dans le domaine de la radiothérapie, une importante activité de l'Agence a consisté notamment à promouvoir dans les États Membres le traitement des douleurs osseuses dues à des métastases par injection de sources radioactives ouvertes en vue de les pallier provisoirement.

Au cours de la dernière décennie, la radiothérapie a fait de plus en plus appel à l'imagerie par tomodensitométrie et résonance magnétique pour améliorer la définition des tumeurs en vue de la localisation des cancers. Une meilleure visualisation des tumeurs cancéreuses a accru la précision des systèmes — fournis au titre de projets de coopération technique de l'Agence — pour l'immobilisation des patients et la planification des traitements afin de veiller à ce que la partie irradiée du patient ne dépasse que très légèrement les limites de la tumeur.

La contamination de l'environnement est une préoccupation mondiale. L'Agence assure une surveillance de la contamination radioactive et des contaminants non nucléaires dans le milieu marin (en collaboration avec le PNUE et la COI (UNESCO)). Il est nécessaire de bien connaître le comportement des radionucléides dans l'océan pour évaluer les conséquences qu'ils pourraient avoir sur l'environnement ou la santé humaine. Les connaissances ainsi acquises pourraient alors offrir une base pour l'évaluation rapide à l'avenir de l'impact de rejets éventuels dus à des accidents qui se



produiraient dans des installations nucléaires ou des sites de déchets nucléaires situés sur le littoral ou au transport maritime de combustible usé et de déchets de haute activité.

L'utilisation de nouveaux systèmes de télédétection et la réalisation d'un large éventail de mesures dans les océans du monde entier en 1999 ont permis de continuer à confirmer que les retombées mondiales des essais nucléaires effectués dans l'atmosphère restent la principale source anthropogénique de radionucléides dans les océans, bien que les niveaux aient nettement baissé. Des radionucléides ont également été utilisés pour étudier le transport de divers polluants (plomb, polluants organiques rémanents, etc.) dans les océans et par l'intermédiaire de la chaîne alimentaire marine.

L'irradiation à l'aide de faisceaux d'électrons est une technique efficace de purification des

déchets industriels gazeux et liquides. Un grand projet d'épuration des gaz de fumée résultant de la combustion du charbon qui est exécuté en Pologne aboutira à la mise en service d'une installation de démonstration en 2000.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, des données techniques et économiques ont montré une nouvelle fois que les accélérateurs d'électrons constituent le moyen le plus approprié pour traiter de grandes quantités d'eaux claires et d'eaux usées. En outre, les améliorations apportées aux accélérateurs au cours des dernières années (augmentation du taux de conversion de l'énergie et de la puissance) ont accru les possibilités pratiques d'utiliser cette technologie pour la décontamination et la désinfection des eaux usées et de l'eau potable. À la suite d'un PRC de l'Agence, un certain nombre de pays ont entrepris des études techniques portant sur ce procédé.

### Encadré 3: Importance de l'irradiation des denrées alimentaires

Le rôle de l'irradiation comme traitement sanitaire et phytosanitaire des denrées alimentaires et agricoles a été mis en évidence lors d'une conférence FAO/AIEA/OMS sur le radiotraitement pour assurer l'innocuité et la qualité des denrées alimentaires, qui s'est tenue à Antalya (Turquie), en octobre. Les principales conclusions de cette conférence sont notamment les suivantes:

- L'innocuité et l'adéquation nutritionnelle des aliments irradiés à n'importe quelle dose et conformément à de bonnes pratiques industrielles sont bien établies.
- La Commission du Codex Alimentarius du Programme FAO/OMS de normes pour les aliments a décidé d'entamer des procédures en vue d'amender la Norme générale Codex pour les aliments irradiés de manière à supprimer le plafond de dose fixé antérieurement.
- L'irradiation est apparue comme un traitement viable, polyvalent et écologiquement rationnel des denrées alimentaires et agricoles, qui satisfait aux dispositions pertinentes de l'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires de l'Organisation mondiale du commerce.
- L'irradiation devrait être considérée comme partie intégrante des efforts faits pour assurer l'innocuité microbiologique des aliments solides, en particulier de ceux qui sont consommés crus ou avec un minimum de préparation, et pour éviter une contamination croisée des aliments.
- Les essais de commercialisation et les ventes de denrées effectués au cours des dix dernières années dans une quinzaine de pays ont montré que les consommateurs sont disposés à acheter des produits irradiés lorsqu'ils sont informés de leur innocuité et des avantages qu'ils présentent.
- L'irradiation est utilisée couramment pour assurer la qualité hygiénique des épices et des condiments végétaux séchés dans plus de 20 pays.
- Un certain nombre d'irradiateurs destinés au traitement de denrées alimentaires ont été construits ces dernières années ou sont en construction, en particulier aux États-Unis et dans certains pays d'Asie. ■



## SÛRETÉ

### *Dimensions internationales de la sûreté*

L'Agence encourage une culture mondiale de sûreté nucléaire comprenant trois éléments: conventions juridiquement contraignantes, normes de sûreté acceptées à l'échelon international et mesures pour appliquer ces conventions et ces normes. En 1999, on a enregistré un certain nombre d'événements et de questions d'importance concernant ces trois éléments (voir également l'encadré 5).

La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique ont été adoptées après l'accident de Tchernobyl survenu en 1986. En 1999, l'Agence a fourni une assistance d'urgence à quatre États Membres.

La Convention sur la sûreté nucléaire, qui est entrée en vigueur en octobre 1996, encourage les pays ayant des centrales nucléaires à prendre l'engagement juridique de maintenir un haut niveau de sûreté. Outre qu'elle leur impose des obligations en ce qui concerne des

points précis tels que le choix des sites, la conception, la construction et l'exploitation des centrales nucléaires, la Convention oblige les Parties contractantes à soumettre périodiquement, en vue de leur examen par des confrères lors de réunions d'examen des Parties contractantes, des rapports sur le respect de ces obligations. La première de ces réunions d'examen a eu lieu à Vienne en avril. Au cours de la réunion, qui a duré deux semaines, les Parties contractantes ont examiné chaque rapport national ainsi que les questions et les observations qui avaient été présentées. Elles ont adopté un rapport de synthèse établi par consensus qui indique succinctement les principales conclusions des débats et les questions qui ont été jugées importantes pour continuer à renforcer la sûreté nucléaire à l'avenir. Les parties contractantes ont reconnu que le processus d'examen avait été très utile pour leurs programmes nationaux de sûreté nucléaire, en mentionnant non seulement les "examens par des confrères" menés par d'autres parties contractantes, mais aussi l'auto-évaluation que suppose la préparation des rapports nationaux. Malgré les variations entre parties contractantes quant aux niveaux à partir desquels elles ont commencé d'appliquer les

#### **Encadré 4: Recours aux techniques isotopiques pour aider à élucider les causes de l'élévation du niveau d'un lac en Éthiopie**

Le niveau du lac Beseka, situé en Éthiopie, dans la Rift Valley, s'élève continuellement depuis plusieurs décennies, si bien que la superficie du lac, qui était de 6 km<sup>2</sup> en 1967, atteint actuellement environ 40 km<sup>2</sup>. Cette augmentation a posé de sérieux problèmes de gestion de l'environnement en entraînant notamment l'inondation de pâturages, de terres cultivées, de routes et de voies de chemin de fer. Dans le passé, la réalimentation du lac était assurée par les précipitations, le ruissellement des eaux de surface dans le bassin versant, les eaux souterraines et les eaux de ruissellement provenant de sources thermales situées à proximité. Du fait de l'élévation du niveau du lac, les sources thermales sont maintenant submergées. Une étude effectuée dans les années 70 a attribué l'élévation du niveau du lac à un accroissement du ruissellement provenant de zones irriguées voisines. Toutefois, un contrôle plus strict du ruissellement des eaux d'irrigation n'a pas permis d'empêcher le niveau du lac d'augmenter.

Une étude multidisciplinaire faisant notamment appel à des techniques géophysiques, hydrologiques et géochimiques ainsi qu'à des techniques de modélisation a été effectuée en 1999 pour déterminer la ou les causes de l'élévation du niveau du lac. Les résultats des premières enquêtes donnaient à penser que la cause principale pouvait être une augmentation de l'apport d'eau provenant des sources submergées dans la partie sud-ouest du lac. Toutefois, les isotopes stables dans l'eau, le tritium et le carbone 14 dans le carbone inorganique dissous ont montré de façon concluante que l'élévation du niveau du lac était due à une diminution du débit de sortie. ■

obligations de la Convention et aux ressources disponibles pour les programmes d'amélioration, on a noté que toutes les parties contractantes participant à la réunion prenaient des mesures allant dans le bon sens.

En 1999, huit pays supplémentaires ont ratifié la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, ce qui porte à 13 le nombre total de ratifications. La Convention entrera en vigueur lorsqu'elle aura été ratifiée par 25 pays, dont 15 doivent avoir des centrales nucléaires en service.

Le 30 septembre, un accident de criticité s'est produit dans une installation de conversion de l'uranium à Tokaimura (Japon). Une réaction nucléaire de fission en chaîne autoentretenu (criticité) s'est déclenchée spontanément dans

une cuve de précipitation où l'on avait versé une quantité en solution d'uranium enrichi représentant plusieurs fois la limite spécifiée. La réaction en chaîne s'est poursuivie de façon intermittente pendant environ 20 heures, jusqu'à ce qu'on l'arrête en vidangeant l'eau de la chemise de refroidissement entourant la cuve de précipitation et en ajoutant du bore à la solution. Trois employés qui se trouvaient dans le bâtiment au moment où la criticité a été atteinte ont développé le syndrome d'irradiation aiguë après avoir été exposés à un rayonnement direct intense (principalement des neutrons) provenant de la cuve de précipitation; l'un d'entre eux est décédé le 21 décembre et un autre était toujours hospitalisé à la fin de 1999. Sept personnes qui travaillaient juste à l'extérieur du site ainsi que d'autres personnes résidant dans un rayon de 350 mètres autour du bâtiment ont

#### Encadré 5: Plan d'action pour la sûreté des sources de rayonnements

Ces dernières années, on a enregistré un certain nombre d'incidents lourds de conséquences résultant de l'exposition à des sources de rayonnements et à des matières radioactives qui, pour une raison ou pour une autre, ne faisaient pas l'objet d'un contrôle approprié («sources orphelines»). En 1999, l'Agence a contribué à faire face à des cas graves de surexposition imputables à de telles sources en Turquie et au Pérou, et elle a continué à fournir une assistance à la Géorgie, où de nombreuses sources ont été découvertes depuis la dissolution de l'Union soviétique.

Pour faire face à la répétition de ces événements, un plan d'action sur la sûreté des sources de rayonnements et la sécurité des matières radioactives a été élaboré. Ce plan expose un programme de travail que l'Agence prévoit d'exécuter dans les années à venir en s'appuyant au maximum sur les initiatives en cours telles que le projet modèle de coopération technique visant à renforcer les infrastructures de sûreté radiologique et de sûreté des déchets dans les États Membres lorsque cela est nécessaire, et les travaux menés en collaboration avec l'OMD et INTERPOL en ce qui concerne la prévention et la détection du trafic illicite et les mesures pour le combattre. Les principaux éléments du plan d'action en matière de réglementation couvrent les activités de l'Agence qui visent:

- Le renforcement des programmes nationaux de réglementation concernant la sûreté des sources de rayonnements et la sécurité des matières radioactives ainsi que l'entreposage ou le stockage définitif des sources retirées du service;
- La détection et l'intervention d'urgence;
- La récupération et l'assainissement.

La formation est une composante essentielle de toutes ces activités. Les éléments d'appui du plan d'action visent les personnes ou institutions qui ont intérêt à ce que l'on essaie de régler le problème des sources orphelines, comme les entreprises de recyclage des métaux, les usines métallurgiques et les installations destinées à recevoir des déchets non radioactifs. Les fabricants et les fournisseurs de systèmes de surveillance ou de détection sont également concernés.

Le plan d'action a été approuvé par la Conférence générale en octobre. ■



reçu des doses dépassant la limite annuelle fixée pour le public. Des mesures de précaution ont été prises autour du site. Étant donné que cet accident a eu un impact grave sur le site mais n'a entraîné aucun rejet important de matières radioactives en dehors du site, il a été classé au niveau 4 de l'Échelle internationale des événements nucléaires (INES), ce qui représente le niveau le plus élevé depuis l'introduction de l'Échelle en 1990.

L'Agence a pris contact avec les autorités japonaises compétentes afin de déterminer les

***“Une partie de plus en plus importante du travail de l'Agence en matière de sûreté concerne le renforcement des organismes nationaux de réglementation.”***

faits pour pouvoir répondre à d'innombrables demandes d'informations. À la suite d'entretiens avec des représentants du Gouvernement japonais, l'Agence a envoyé une équipe d'experts à Tokaimura à la mi-octobre pour y effectuer une mission d'enquête préliminaire. Le rapport des experts a été publié peu après leur retour.

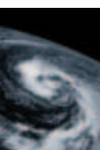
Un comité d'enquête créé par la Commission de sûreté nucléaire de l'Agence japonaise pour la science et la technologie a publié son rapport en décembre. Une cause sous-jacente de l'accident a été l'ignorance du risque de criticité, qui a rendu possible la cause directe, à savoir le non-respect des procédures. La façon dont les responsabilités sont réparties entre la Commission de sûreté nucléaire, les autorités de réglementation et l'exploitant a aussi joué un rôle.

Cet accident a également mis en lumière l'absence de normes internationales de sûreté applicables à certains types d'installations autres que les réacteurs, en particulier en ce qui concerne leur sûreté-criticité. On avait déjà pris conscience de cette lacune et proposé un programme de travail afin de déterminer

les nouvelles normes qui pourraient être nécessaires.

Accroître la sûreté des réacteurs en Europe centrale et orientale et dans l'ex-Union soviétique a été un objectif majeur au cours de la décennie écoulée. Une conférence internationale sur le renforcement de la sûreté nucléaire en Europe orientale, qui a eu lieu à Vienne en juin, a permis de passer en revue les résultats qui ont été obtenus et de voir ce qui reste à faire. Cette conférence, qui était organisée par l'Agence, en coopération avec la Commission européenne et l'AEN/OCDE, a donné lieu à la présentation d'exposés sur la situation et les plans nationaux de tous les pays qui exploitent des réacteurs de type soviétique, à savoir l'Arménie, la Bulgarie, la Fédération de Russie, la Hongrie, la Lituanie, la République tchèque, la Slovaquie et l'Ukraine. La conférence a conclu que des progrès considérables avaient été accomplis, notamment en ce qui concerne les cadres législatifs et réglementaires nationaux et l'indépendance et la compétence technique des organismes de réglementation nucléaire. On a déterminé qu'il fallait encore faire porter les efforts sur un certain nombre de points tels que les pouvoirs d'exécution des organismes de réglementation, la délégation de responsabilités appropriées en matière de sûreté aux exploitants et le maintien et le renforcement d'une culture de sûreté efficace. On a insisté en particulier sur les moyens d'apporter les améliorations maximales en matière de sûreté avec des ressources limitées, par exemple en intensifiant les échanges d'information et en élaborant des rapports d'analyse de la sûreté de haute qualité qui offrent une base solide pour fixer l'ordre de priorité des mesures d'amélioration.

Une partie de plus en plus importante du travail de l'Agence en matière de sûreté concerne le renforcement des organismes nationaux de réglementation. Les questions de réglementation occupent également une place essentielle dans le programme relatif à la sûreté des installations nucléaires dans les pays d'Asie du Sud-Est, du Pacifique et d'Extrême-Orient (parmi lesquels figurent des États qui ne possèdent pas encore de centrales nucléaires mais qui envisagent de recourir à



l'option nucléaire). Le service IRRT (Équipe internationale d'examen de la réglementation) de l'Agence a reçu pour la première fois des demandes d'États Membres d'Europe occidentale et septentrionale. Le mandat du service IRRT a également été étendu afin de lui permettre de s'occuper, si on le lui demande, de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets radioactifs et des transports.

Ces dernières années, les responsables de la réglementation ont de plus en plus éprouvé le besoin de démontrer l'efficacité de leurs activités. L'Agence a commencé à travailler à l'élaboration d'outils permettant d'évaluer l'efficacité dans le domaine réglementaire. La nouvelle norme de sûreté de l'Agence sur l'infrastructure juridique et gouvernementale de sûreté pourrait servir de base pour l'élaboration d'outils d'auto-évaluation destinés aux organismes de réglementation.

Un nouveau service, le Service d'évaluation de la sûreté du transport (TranSAS), a été mis sur pied par l'Agence pour procéder, sur demande, à des examens de l'application du Règlement de transport des matières radioactives au niveau national. La première mission TranSAS s'est rendue en Slovénie en juin/juillet pour évaluer le cadre législatif relatif au transport des matières radioactives et la répartition connexe des responsabilités entre les autorités compétentes, les procédures d'approbation et les dispositions prévues en matière d'inspection et de préparation aux situations d'urgence. Avec l'accord de la Slovénie, le rapport de la mission a été présenté à la Conférence générale en septembre. Dans sa résolution GC(43)/RES/11, celle-ci a encouragé les États Membres à "recourir lorsqu'il y a lieu au service d'évaluation de la sûreté du transport afin de parvenir aux niveaux de sûreté les plus élevés possibles pendant le transport des matières radioactives".

Au cours d'un examen préliminaire en vue de l'élaboration de normes de sûreté pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formations géologiques, le Comité consultatif pour les normes de sûreté des déchets de l'Agence a délimité les domaines dans lesquels il y avait un consensus international ainsi que

ceux dans lesquels les experts n'ont pas encore des opinions convergentes. Les pays qui ont participé à une conférence internationale sur les dépôts en formations géologiques organisée par le Département de l'énergie des États-Unis à Denver ont publié une déclaration commune indiquant les domaines sur lesquels ils sont d'accord. Une conférence de l'Agence organisée à Cordoue (Espagne) en mars 2000 a donné une occasion supplémentaire d'oeuvrer en faveur du consensus.

La question des déchets résiduels — c'est-à-dire les résidus radioactifs d'activités menées dans le passé comme les essais d'armes nucléaires et l'extraction et le traitement de minerais métalliques — a particulièrement retenu l'attention ces dernières années. Un consensus sur des principes et des critères de sûreté appropriés commence à apparaître progressivement: par exemple, de nouvelles recommandations de la Commission internationale de protection radiologique sur le traitement des situations d'exposition prolongée (chronique) ont été approuvées en 1999 et seront publiées en 2000. Afin de contribuer à l'obtention d'un consensus et de diffuser des informations sur les expériences nationales et internationales, l'Agence a organisé un colloque à Arlington (États-Unis). Les discussions ont confirmé que des politiques différentes ont été adoptées ou sont en voie d'adoption dans les pays concernés. Ce colloque, qui a permis d'amorcer des échanges d'informations sur les raisons de ces différences d'approche, a marqué un progrès vers la convergence des efforts internationaux.

Les résidus de l'extraction et du traitement de l'uranium préoccupent particulièrement un certain nombre d'États Membres: leur concentration en radionucléides est généralement faible, mais il s'agit de radionucléides à période extrêmement longue, et leur volume peut être considérable. La gestion de ces déchets a été le thème de missions de l'Agence au Brésil et au Tadjikistan.

L'Agence a entrepris un projet spécial de grande ampleur pour aider les États Membres à faire face au problème informatique de l'an 2000. Épaulée par des experts des États Membres, elle a élaboré des documents



donnant des conseils aux opérateurs d'installations nucléaires, d'installations de gestion des déchets radioactifs et d'installations médicales utilisant des générateurs de rayonnements ou des matières radioactives. Des ateliers ont été organisés sur la préparation des centrales nucléaires, des installations de gestion des déchets et des installations médicales pour le passage à l'an 2000, et un atelier spécialement consacré à la question de l'établissement de plans d'urgence pour les centrales nucléaires a

eu lieu en novembre. L'Agence a également envoyé, sur demande, 20 missions dans des centrales nucléaires de neuf États Membres pour examiner les dispositions que celles-ci avaient prises en vue du passage à l'an 2000 et leur donner des avis à ce sujet. Le Centre de l'Agence pour les interventions d'urgence a suivi la situation à minuit heure locale dans chaque État Membre possédant des centrales nucléaires lors du passage du 31 décembre 1999 au 1<sup>er</sup> janvier 2000. Tous les pays

#### Encadré 6: Mesures de renforcement des garanties

Prévues par les accords de garanties en vigueur

- Fourniture par les États de renseignements descriptifs concernant les nouvelles installations ou les modifications apportées à des installations existantes qui contiennent des matières nucléaires sous garanties;
- Rapports soumis volontairement par les États sur les importations et les exportations de matières nucléaires et les exportations d'équipements et de matières non nucléaires spécifiés;
- Prélèvement par l'Agence d'échantillons de l'environnement dans les installations et emplacements auxquels, en application des accords de garanties existants, les inspecteurs ont accès pendant les inspections et les visites de vérification des renseignements descriptifs;
- Recours à la surveillance automatique et à la télésurveillance pour contrôler les mouvements de matières nucléaires déclarées dans des installations;
- Recours accru aux inspections à court délai de préavis;
- Perfectionnement de tout le personnel concerné;
- Coopération plus étroite entre l'Agence et les systèmes nationaux (régionaux) de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires;
- Intensification des travaux de collecte et d'analyse d'informations à partir des déclarations faites par les États conformément aux accords de garanties et de sources librement accessibles.

Prévues par le modèle de Protocole additionnel

- Fourniture par les États d'informations sur tous les aspects de leur cycle du combustible nucléaire et d'un droit d'accès pour les inspecter;
- Fourniture par les États d'informations sur tout emplacement d'un site nucléaire et d'un droit d'accès à ces emplacements pour des inspections à court délai de préavis;
- Fourniture par les États d'informations sur la recherche-développement liée au cycle du combustible nucléaire et de facilités d'accès;
- Fourniture par les États d'informations sur la fabrication et l'exportation d'équipements sensibles liés au nucléaire et de facilités pour l'inspection des sites correspondants sur leur territoire;
- Prélèvement d'échantillons de l'environnement dans des emplacements autres que ceux prévus dans les accords de garanties;
- Acceptation des procédures simplifiées de désignation d'inspecteurs et octroi à ceux-ci par les États de visas valables pendant au moins un an pour des entrées multiples;
- Octroi à l'Agence du droit d'utiliser des systèmes de communication internationaux. ■

exploitant des centrales nucléaires ont confirmé à l'Agence qu'aucun événement ayant un impact direct sur la sûreté ne s'était produit dans aucune centrale nucléaire tout de suite après le passage à l'an 2000.

## VÉRIFICATION

### *Importance des protocoles additionnels aux accords de garanties et des garanties intégrées*

Le système des garanties de l'Agence est destiné à donner des assurances quant à l'utilisation exclusivement pacifique des matières et installations nucléaires. Il comprend des mesures techniques étendues visant à vérifier de façon indépendante l'exactitude et l'exhaustivité des déclarations faites par les États au sujet de leurs matières et activités nucléaires. Il s'agit principalement des activités de vérification effectuées dans les installations ou autres emplacements contenant des matières nucléaires, des équipements ou des matières non nucléaires soumis aux garanties qui ont été déclarés par les États.

Depuis 1992 — à la suite de la découverte du programme nucléaire clandestin de l'Iraq — le Conseil des gouverneurs a adopté ou approuvé différentes mesures qui visent à renforcer le système des garanties (*voir l'encadré 6*). Ces nouvelles mesures se répartissent en deux catégories. La première comprend les mesures à appliquer en vertu des pouvoirs juridiques conférés par les accords de garanties en vigueur. La seconde catégorie comprend les mesures à appliquer en vertu de pouvoirs juridiques complémentaires conférés par des protocoles additionnels aux accords de garanties conclus sur la base du modèle de Protocole additionnel approuvé par le Conseil des gouverneurs. Lorsqu'elles seront pleinement appliquées dans un État, les mesures de renforcement prévues par un accord de garanties complété par un protocole additionnel permettront à l'Agence de tirer des conclusions quant au non-détournement de matières nucléaires déclarées et à l'absence de matières et activités non déclarées dans cet État.

On entend par "garanties intégrées" la combinaison de toutes les mesures de contrôle applicables par l'Agence en vertu des accords de garanties généralisées et des protocoles additionnels qui permet, dans la limite des ressources disponibles, de tirer ces conclusions avec le maximum d'efficacité et d'efficience.

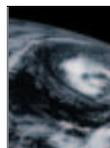
L'élaboration d'un concept, d'un plan et d'une approche pour les garanties intégrées a progressé en 1999 sous la direction d'un groupe de spécialistes de l'Agence. Ce projet bénéficie de l'appui d'un certain nombre

***“Pour renforcer les garanties, il est essentiel de recourir davantage, dans le cadre du régime d'inspection normal, à des inspections à bref délai de préavis.”***

d'États Membres et des conseils techniques du Groupe consultatif permanent sur l'application des garanties (SAGSI) et d'experts techniques extérieurs. Le concept que l'on est en train de mettre au point prévoit une approche au niveau de l'État consistant à appliquer des méthodes de contrôle intégrées à des types d'installations précis tout en tenant compte du cycle du combustible nucléaire de cet État ainsi que de ses autres particularités.

Au 31 décembre 1999, il y avait 224 accords de garanties en vigueur pour 140 États (et Taiwan, Chine). Des protocoles additionnels concernant 46 États ont été approuvés par le Conseil des gouverneurs. Huit sont en vigueur et un est appliqué provisoirement en attendant son entrée en vigueur. En outre, des mesures figurant dans le modèle de Protocole additionnel sont appliquées à Taiwan, Chine.

En 1999, l'Agence a continué à négocier des protocoles additionnels avec les États sur la base du modèle de Protocole additionnel. Il faut maintenant s'acheminer vers l'adhésion universelle au Protocole additionnel. Ce n'est qu'une fois que l'on aura obtenu cette



adhésion universelle que la communauté internationale pourra tirer pleinement profit du système de garanties renforcé.

En 1999, un effort considérable a été consacré aux mesures visant à renforcer le système des garanties dans son ensemble. L'Agence a continué à accorder beaucoup d'importance au maintien d'une coopération étroite avec les systèmes nationaux (ou régionaux) de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires afin d'accroître l'efficacité et l'efficience de la vérification.

Pour renforcer les garanties, il est essentiel de recourir davantage, dans le cadre du régime d'inspection normal, à des inspections à bref délai de préavis, lesquelles donneront des assurances supplémentaires quant aux opérations déclarées d'une installation. Des visites inopinées à fréquence limitée sont déjà effectuées régulièrement dans des usines d'enrichissement et un système similaire d'inspections aléatoires à court délai de préavis dans des usines de fabrication de combustible à l'uranium faiblement enrichi a été mis au point et expérimenté en 1999.

En 1999, on a également continué à mettre au point et à appliquer des technologies de vérification avancées et notamment des détecteurs améliorés, des systèmes de surveillance numériques, de nouveaux scellés et des systèmes de vérification automatique. Les progrès technologiques récents ont rendu possible l'introduction de systèmes de télésurveillance. La télésurveillance permettra peut-être de réduire la fréquence des inspections, d'accroître la capacité d'examen et d'évaluation des données et de détecter à distance tout événement important du point de vue des garanties et d'y faire face rapidement. Son efficience pourra dépendre des particularités de l'installation concernée et de l'infrastructure de communication de l'État.

Des échantillons de l'environnement ont été régulièrement prélevés en 1999 dans des installations couvertes par des accords de garanties généralisées, après que des essais sur le terrain eurent été effectués avec succès dans 11 États Membres. Le laboratoire blanc

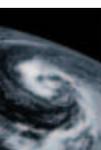
de l'Agence, situé à Seibersdorf, près de Vienne, reçoit, traite et analyse des échantillons et distribue également des échantillons en vue de les faire analyser par des laboratoires appartenant au réseau de laboratoires d'analyse certifiés. À la fin de 1999, ce réseau comprenait huit laboratoires appartenant à quatre États Membres et EURATOM.

Les travaux d'échantillonnage de l'environnement ont principalement consisté à prélever et à analyser des frottis dans des usines d'enrichissement et dans des installations dotées de cellules chaudes. L'objectif est de déceler toute activité éventuelle d'enrichissement de l'uranium au-delà des taux déclarés et de confirmer que les installations équipées de cellules chaudes ne sont pas utilisées pour des activités non déclarées telles que la production ou la séparation du plutonium. Les accords de garanties prévoient la possibilité d'étendre l'échantillonnage à d'autres types d'installations nucléaires. À la fin de l'année, des échantillons de référence avaient été prélevés dans 12 installations d'enrichissement dans sept États et dans 77 complexes équipés de cellules chaudes dans 40 États et à Taiwan, Chine.

Pour l'Agence ainsi que pour les États qui ont accepté les dispositions du modèle de Protocole additionnel, la préparation et la manipulation de l'information qui en résulte représentent une nouvelle tâche. Un système informatique pour les données liées au Protocole a été mis en place en 1999 pour traiter toutes les informations fournies par les États en application de leur protocole additionnel et pour les aider à préparer les déclarations pertinentes.

La confidentialité des informations sensibles fournies par les États est assurée par un régime de protection strict. Lorsqu'il a approuvé ce régime en 1997, le Conseil des gouverneurs a souligné l'importance de la confidentialité et la nécessité de procéder à des examens périodiques. L'examen le plus récent a eu lieu en juin 1999.

Afin de fournir des données de référence pour des comparaisons, des renseignements concernant les programmes nucléaires des



États pour lesquels des accords de garanties généralisées sont en vigueur sont évalués en permanence et les conclusions de ces évaluations sont examinées chaque année. En 1999, on a examiné les résultats des évaluations des données de référence concernant les programmes nucléaires de 18 États, contre 10 en 1998 et 4 en 1997.

Le modèle de Protocole additionnel prévoit les pouvoirs et les mécanismes nécessaires pour que les inspecteurs de l'Agence aient davantage accès aux emplacements voulus dans un État Membre (c'est ce que l'on appelle "l'accès complémentaire"). Au 31 décembre 1999, le droit d'accès complémentaire avait été exercé en Australie, en Ouzbékistan et à Taiwan, Chine.

La sixième Conférence d'examen du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) a été organisée en tant que première à être convoquée en application des procédures d'examen renforcées qui ont été approuvées en 1995 lorsque le TNP a été prorogé pour une période indéfinie. Compte tenu des faits nouveaux survenus pendant les cinq dernières années, la Conférence d'examen engagera la communauté internationale à s'interroger sur les moyens de faire en sorte que le système de garanties renforcé de l'Agence continue à appuyer de la façon la plus efficace possible l'action en faveur de la non-prolifération nucléaire. La poursuite des efforts visant à s'assurer que tous les États parties s'acquittent de leur obligation de conclure des accords de garanties avec l'Agence et qu'ils concluent également des protocoles additionnels est essentielle à cet égard.

## **RENFORCEMENT D'AUDIENCE**

### *Ouverture vers des partenaires non traditionnels*

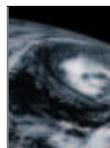
L'un des buts énoncés dans la Stratégie à moyen terme est d'assurer une interaction efficace avec les partenaires et le public. En 1999, on a accordé spécialement l'attention à des activités visant à atteindre des partenaires inhabituels. Le forum scientifique

international intitulé "Le développement durable: un rôle pour l'électronucléaire?" qui a été organisé pendant la Conférence générale en est un exemple. Les participants venaient de centres de recherche scientifique nationaux et internationaux, d'organisations internationales, d'organisations non gouvernementales et de l'industrie nucléaire. Ils ont cherché à déterminer si l'électronucléaire pouvait être compatible avec les objectifs du développement durable et si les risques de changements climatiques mondiaux justifiaient l'expansion du nucléaire dans des

***“Le fait nouveau le plus important a sans doute été la décision d'introduire la programmation axée sur les résultats pour l'exercice biennal 2002–2003.”***

marchés plus compétitifs. L'une de leurs conclusions fondamentales a été que, pour contribuer au développement énergétique durable, les nouvelles centrales nucléaires devaient être concurrentielles sans intervention du gouvernement et maintenir de hauts niveaux de sûreté.

Par ailleurs, une réunion sur les centres de recherche nucléaire (CRN) au XXI<sup>e</sup> siècle, à laquelle ont participé de hauts responsables de CRN de 25 États Membres, a eu lieu à Vienne en décembre. L'un des objectifs majeurs de cette réunion était de déterminer des moyens d'intensifier la coopération entre les CRN compte tenu des difficultés qu'ils connaissent actuellement. Un certain nombre de recommandations ont été faites. En particulier, l'Agence a été invitée à faciliter la coopération entre les CRN dans le cadre de projets communs présentant un intérêt et des avantages mutuels dans le domaine du développement et des applications de la technologie nucléaire. Il est prévu d'organiser une deuxième réunion pour examiner en détail un nombre de projets initialement limité que les États Membres jugent de la plus haute importance.



## GESTION

*Mieux comprendre les besoins des États Membres et veiller à les satisfaire de façon plus efficiente et plus efficace*

En 1999, le Secrétariat a poursuivi son processus de réforme de la gestion. À la conférence de hauts responsables en janvier, on a mis spécialement l'accent sur une nouvelle approche de l'élaboration du programme et du budget et sur l'efficacité de la gestion interne. À la fin de l'année, on pouvait faire état d'un certain nombre de faits nouveaux significatifs. Le plus important d'entre eux a sans doute été la décision d'introduire — aussi largement que possible — la programmation axée sur les résultats pour l'exercice biennal 2002–2003.

Le programme et budget pour l'exercice 2001, dont l'avant-projet initial a été élaboré pendant l'année, représente une transition. En prévision de l'introduction de la programmation axée sur les résultats, le projet de programme et budget présente des *justifications, des objectifs et des indicateurs de performance* jusqu'au niveau des sous-programmes. Le Conseil des gouverneurs a accepté, à titre exceptionnel, que le programme et budget ne couvre qu'une période d'un an, afin de pouvoir synchroniser les cycles biennaux de l'Agence avec ceux des autres organisations du système des Nations Unies (c'est-à-dire faire en sorte qu'ils commencent une année paire).

Des propositions visant à en sorte que, malgré la disposition de son Statut prévoyant une *budgétisation annuelle*, l'Agence ait davantage recours à la *programmation biennale* ont été présentées dans le courant de l'année et approuvées par le Conseil. En septembre, la Conférence générale a approuvé une modification du Statut qui permettra de recourir à la *budgétisation biennale* à titre de mesure complémentaire (une fois que cette modification aura été ratifiée par le nombre d'États requis).

Des évaluations SAEP (Système d'analyse de l'exécution des programmes) ont été effectuées au cours du premier semestre de l'année pour les programmes sectoriels 1, 2 et 3 (Énergie

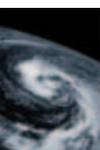
d'origine nucléaire et cycle du combustible, Sciences et applications nucléaires et Sûreté nucléaire, sûreté radiologique et sûreté des déchets). Bien qu'il ait été reconnu que les priorités des programmes devaient être acceptées par les États Membres, les recommandations des évaluations SAEP ont apporté une contribution précieuse à l'élaboration du programme et budget pour 2001 et de la Stratégie à moyen terme (SMT).

La SMT décrivait les buts de l'Agence à plus longue échéance et ses objectifs spécifiques pour la période quinquennale 2001–2005 et spécifiait également les moyens envisagés pour atteindre ces objectifs. Elle visait à montrer comment l'Agence comptait être perçue à la fin de cette période quinquennale. La SMT repose sur l'approche de "l'organisation unique" en vertu de laquelle toute les activités pertinentes, quel que soit le secteur du programme dont elle dépend, sont intégrées en fonction des trois "piliers" constitués par la technologie, la sûreté et la vérification. Les priorités générales indiquées pour chaque but de la SMT se fondent sur les critères ci-après:

- Responsabilités statutaires et obligations juridiques de l'Agence;
- Décisions des organes directeurs de l'Agence et degré de priorité que les États Membres attribuent aux diverses activités;
- Opportunité que l'Agence joue un rôle de chef de file par rapport à d'autres organisations.

Toutefois, on n'a pas tenté dans la SMT de fixer des priorités précises. Celles-ci devront en principe être établies dans les propositions relatives au programme et budget qui seront élaborées sur la base de la Stratégie et des observations faites à son sujet par les États Membres.

Une autre question qui a été examinée pendant l'année est celle de savoir comment déterminer l'évolution des priorités aux fins de la programmation de l'Agence dans le domaine des applications nucléaires, tant dans le cadre du programme de coopération technique que du programme ordinaire. Deux nouvelles méthodes ont été proposées: examiner les domaines dans lesquels les



gouvernements des États Membres investissent eux-mêmes des fonds publics, ce qui montre l'intérêt qu'ils y portent, et étudier les politiques de prêt des institutions financières internationales.

Afin d'essayer d'accroître la synergie entre les programmes financés par le budget ordinaire et les programmes de coopération technique, un ensemble de principes de gestion pour l'élaboration et l'exécution du programme de coopération technique ont été élaborés et approuvés. Ces principes, qui sont fondés sur le concept de gestion par décentralisation fonctionnelle, constituent un cadre définissant les responsabilités dans ce domaine à l'Agence.

Les pratiques de gestion interne ont constitué l'autre principal thème de réforme pendant l'année. À la suite de la conférence de hauts responsables, on a constitué des groupes de travail chargés de déterminer les domaines à rationaliser et de proposer des modifications appropriées. L'un des sujets les plus importants qui ont été retenus a été l'amélioration de la gestion grâce à la délégation des responsabilités.

Reconnaissant la nécessité d'un changement d'approche, on a accordé la priorité à la

formation à la gestion en se fixant comme double objectif de rationaliser la gestion des programmes et l'utilisation des ressources et d'instaurer une culture de "l'organisation unique" grâce à l'application de normes de bonne gestion dans toute l'Agence. L'idée centrale de la nouvelle politique de formation à la gestion est d'élaborer et d'appliquer un programme de formation à la gestion faisant appel presque exclusivement à des formateurs internes étant donné que l'accent est mis principalement sur les pratiques de gestion propres à l'Agence. C'est la première fois qu'un tel programme de formation est élaboré au sein du système des Nations Unies. À la fin de l'année, les divers modules du programme avaient tous fait l'objet d'essais pilotes et le premier cycle complet avait été organisé.

Un vaste processus de planification des ressources humaines a été introduit afin d'assurer un rapport plus étroit entre les besoins des programmes et les ressources humaines et de réduire le travail administratif. Ce processus servira également de base pour l'établissement de prévisions des vacances de postes qui permettront aux États Membres de commencer plus tôt à rechercher des candidats.



# CONSEIL DES GOUVERNEURS ET CONFÉRENCE GÉNÉRALE

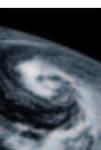
## CONSEIL DES GOUVERNEURS ET CONFÉRENCE GÉNÉRALE

Les demandes d'admission de l'Angola et du Honduras à l'Agence ont été approuvées par la Conférence générale sur recommandation du Conseil des gouverneurs. Par la suite, l'Angola a déposé son instrument d'acceptation du Statut, devenant ainsi le 130<sup>e</sup> Membre de l'Agence.

Le Directeur général a soumis au Conseil la stratégie à moyen terme (SMT) de l'Agence, qui tenait compte des observations des membres du Conseil sur un projet antérieur et qui devait servir de base pour la formulation des propositions concernant les programmes pour 2001-2005 et la structure du *rapport annuel* de l'Agence à l'avenir. Le Conseil a pris note de la stratégie et des observations formulées étant entendu que ce texte, de par son caractère évolutif, pourrait servir de point de départ et de référence pour la formulation des propositions concernant le programme.

La Conférence générale est parvenue à adopter une résolution sur la question ancienne de l'amendement de l'article VI du Statut. Dans la résolution GC(43)/RES/19, après avoir examiné les observations du Conseil, la Conférence générale a approuvé un amendement proposé par le Japon, tel que modifié par la Slovénie et avec de nouvelles modifications, relatif au nombre et à la répartition des sièges du Conseil, dont la taille est ainsi passée de 35 à 43 sièges. L'amendement prévoyait en outre que les nouvelles dispositions n'entreraient en vigueur que lorsque le Conseil aurait adopté, et la Conférence générale confirmé, une liste de tous les États Membres de l'Agence dans laquelle chaque État Membre serait rangé dans une des régions mentionnées à l'article VI. La Conférence générale a demandé instamment à tous les États Membres de l'Agence d'accepter cet amendement dès que possible conformément à leurs règles constitutionnelles respectives.

La Conférence générale, après avoir examiné les observations du Conseil, a approuvé un amendement du paragraphe A de l'article XIV du Statut de l'Agence proposé par la Slovénie et visant à introduire la budgétisation biennale à l'Agence. Plus tôt dans l'année, le Conseil avait approuvé les propositions du Secrétariat tendant à modifier la programmation biennale.



Depuis, cet amendement et l'amendement de l'article VI ont été communiqués aux États Membres pour ratification comme l'exige le Statut.

Pendant l'année, le Conseil a examiné à plusieurs reprises la question du risque de prolifération du neptunium et de l'américium.

S'agissant du neptunium, tout en reconnaissant que son risque de prolifération est largement inférieur à celui que présentent l'uranium ou le plutonium, le Conseil a autorisé le Directeur général à appliquer le dispositif de surveillance qu'il avait recommandé, et a reconnu en outre que les activités de surveillance devaient être

### Résolutions de la Conférence Générale en 1999

Cote	Titre	Date d'adoption
GC(43)/RES/1	Demande d'admission à l'Agence présentée par le Honduras	27 septembre
GC(43)/RES/2	Demande d'admission à l'Agence présentée par l'Angola	27 septembre
GC(43)/RES/3	Mise en oeuvre de l'accord entre l'Agence et la République populaire démocratique de Corée relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/4	Comptes de l'Agence pour 1998	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/5	Ouverture de crédits au budget ordinaire de 2000	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/6	Allocation de ressources au Fonds de coopération technique pour 2000	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/7	Le Fonds de roulement en 2000	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/8	Amendement du paragraphe A de l'article XIV du Statut	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/9	Barème des quotes-parts pour les contributions des États Membres en 2000	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/10	Sûreté des sources de rayonnements et sécurité des matières radioactives	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/11	Sûreté du transport des matières radioactives	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/12	Protection radiologique des patients	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/13	Mesures pour renforcer la coopération internationale dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/14	Renforcement des activités de coopération technique de l'Agence	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/15	Plan pour produire de l'eau potable économiquement	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/16	Recours intensif à l'hydrologie isotopique pour la gestion des ressources en eau	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/17	Renforcement de l'efficacité et amélioration de l'efficience du système des garanties et application du modèle de protocole	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/18	Mesures contre le trafic illicite de matières nucléaires et d'autres sources radioactives	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/19	Amendement de l'article VI du Statut	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/20	Personnel: Composition de l'effectif du Secrétariat de l'Agence	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/21	Personnel: Les femmes au Secrétariat	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/22	Application des résolutions du Conseil de sécurité de l'Organisation des Nations Unies relatives à l'Iraq	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/23	Application des garanties de l'AIEA au Moyen-Orient	1 <sup>er</sup> octobre
GC(43)/RES/24	Examen des pouvoirs des délégués	1 <sup>er</sup> octobre

exécutées sur une base volontaire. S'agissant de l'américium, bien qu'à l'heure actuelle il n'y ait pratiquement pas de risque de prolifération, le Conseil a décidé que le Directeur général devrait lui rendre compte, selon que de besoin, sur l'accessibilité de cette matière et sur les nouveaux programmes des États dans ce secteur. Le Conseil a demandé à tous les États de protéger et surveiller ces matières.

Pour ce qui est du financement de la coopération technique, à la demande de la Conférence générale, le Conseil a entamé des discussions en vue de recommander à la Conférence générale des objectifs pour 2001–2002 et des chiffres indicatifs de planification pour 2003–2004. Il a chargé les ambassadeurs de Finlande et du Mexique de coordonner les consultations avec les États Membres intéressés.

Comme la Conférence générale avait demandé au Conseil, en 1995, de revoir les arrangements pour le financement de l'élément Garanties du budget ordinaire en 2000 au plus tard, le Conseil a décidé de lancer des consultations entre les États Membres intéressés en vue de l'approbation des arrangements en juin 2000. L'ambassadeur d'Espagne a été chargé de mener ces consultations.

La Conférence générale a nommé le Contrôleur et Vérificateur général des comptes du Royaume-Uni comme vérificateur extérieur des comptes de l'Agence pour les exercices 2000 et 2001.

Le Conseil a approuvé l'adoption d'un drapeau de l'Agence et son utilisation conformément à un code du drapeau qui a été promulgué ultérieurement par le Directeur général.

#### Conseil des Gouverneurs, 1999/2000

La composition du Conseil des gouverneurs en 1999/2000 à la clôture de la quarante-troisième session ordinaire (1999) de la Conférence générale était la suivante:

- Afrique du Sud
- Algérie
- Allemagne
- Arabie Saoudite
- Argentine
- Australie
- Autriche
- Bélarus
- Bolivie
- Brésil
- Canada
- Chili
- Chine
- Corée (République de)
- Cuba
- Égypte
- États-Unis d'Amérique
- Fédération de Russie
- Finlande
- France
- Grèce
- Inde
- Indonésie
- Japon
- Jordanie
- Nigeria
- Norvège
- Pologne
- République Arabe Syrienne
- Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord
- Singapour
- Slovaquie
- Soudan
- Suède
- Uruguay

Le Président du Conseil pour 1999/2000 était S.E. Sergio de Queiroz Duarte (Brésil). Les Vice-Présidents étaient S.E. Tom Grönberg (Finlande) et S.E. Miroslav Lipár (Slovaquie). ■

## Résolution GC(43)/RES/19 de la Conférence générale AMENDEMENT DE L'ARTICLE VI DU STATUT

**Résolution adoptée le 1<sup>er</sup> octobre 1999, à la neuvième séance plénière**

La Conférence générale,

- a) Rappelant sa décision GC(42)/DEC/10, dans laquelle elle a notamment prié le Conseil des gouverneurs de présenter son rapport sur une formule qui aura été mise au point au sujet de l'amendement de l'article VI du Statut, ainsi que toutes les résolutions et décisions antérieures sur la question,
  - b) Ayant examiné la proposition d'amendement de l'article VI du Statut présentée par le Japon conformément au paragraphe A de l'article XVIII du Statut, qui figure dans l'annexe 1 au document GC(42)/19,
  - c) Ayant également examiné la proposition de modification de l'amendement japonais présentée par la Slovénie conformément au paragraphe A de l'article XVIII du Statut, qui figure dans le document GC(43)/12,
  - d) Ayant aussi examiné le rapport et les recommandations du Conseil des gouverneurs figurant dans le document GC(43)/12, qui constituent les observations du Conseil au sujet de la modification susmentionnée de la proposition japonaise qui a été proposée par la Slovénie,
  - e) Ayant également examiné les observations du Conseil sur la proposition japonaise susmentionnée d'amendement de l'article VI,
1. Approuve la modification susmentionnée proposée par la Slovénie à l'amendement de l'article VI proposé par le Japon;
  2. Approuve l'amendement proposé par le Japon, tel que modifié au paragraphe 1 du dispositif et avec de nouvelles modifications, par lequel l'article VI du Statut de l'Agence est amendé comme suit:
    - I. Remplacer le paragraphe A de l'article VI du Statut de l'Agence par ce qui suit:

“A. Le Conseil des gouverneurs est composé comme suit:

      1. Le Conseil des gouverneurs sortant désigne comme membres du Conseil les dix-huit Membres les plus avancés dans le domaine de la technologie de l'énergie atomique, y compris la production de matières brutes, les sièges pourvus par désignation étant répartis entre les régions mentionnées ci-après comme suit:

Amérique du Nord	2
Amérique latine	2
Europe occidentale	4
Europe orientale	2
Afrique	2
Moyen-Orient et Asie du Sud	2
Asie du Sud-Est et Pacifique	1
Extrême-Orient	3

      2. La Conférence générale élit comme membres du Conseil des gouverneurs:
        - a) Vingt-deux Membres, en tenant dûment compte d'une représentation équitable, au Conseil dans son ensemble, des Membres des régions mentionnées à l'alinéa A.1 du présent article, de manière que le Conseil comprenne en tout temps dans cette catégorie:

quatre représentants de la région Amérique latine,  
quatre représentants de la région Europe occidentale,  
trois représentants de la région Europe orientale,  
cinq représentants de la région Afrique,  
trois représentants de la région Moyen-Orient et Asie du Sud,  
deux représentants de la région Asie du Sud-Est et Pacifique, et  
un représentant de la région Extrême-Orient

## AMENDEMENT DE L'ARTICLE VI DU STATUT (cont.)

b) Deux autres membres parmi les Membres des régions suivantes:

Europe occidentale  
Europe orientale  
Moyen-Orient et Asie du Sud

c) Un autre membre parmi les Membres des régions suivantes:

Amérique latine  
Europe orientale”

et

II. Ajouter à la fin de l'article VI le nouveau paragraphe suivant:

“K. Les dispositions du paragraphe A du présent article, approuvées par la Conférence générale le 1<sup>er</sup> octobre 1999, entrent en vigueur quand les conditions énoncées au paragraphe C de l'article XVIII sont remplies et que la Conférence générale a confirmé une liste de tous les États Membres de l'Agence qui a été adoptée par le Conseil, dans les deux cas par quatre-vingt-dix pour cent des membres présents et votants, dans laquelle chaque État Membre est rangé dans une des régions mentionnées à l'alinéa A.1 du présent article. Le Conseil peut ensuite apporter un changement à la liste avec la confirmation de la Conférence générale, dans les deux cas par quatre-vingt-dix pour cent des membres présents et votants et uniquement après qu'un consensus sur le changement proposé a été réalisé au sein de toute région concernée par le changement.”

3. *Demande instamment* à tous les États Membres de l'Agence d'accepter cet amendement dès que possible conformément à leurs règles constitutionnelles respectives, comme le prévoit l'alinéa C ii) de l'article XVIII du Statut;
4. *Prie* le Directeur général de faire rapport à la Conférence générale, à sa quarante-cinquième session ordinaire, sur les progrès réalisés en ce qui concerne l'entrée en vigueur de cet amendement. ■

## Résolution GC(43)/RES/8 de la Conférence générale AMENDEMENT DU PARAGRAPHE A DE L'ARTICLE XIV DU STATUT

### **Résolution adoptée le 1<sup>er</sup> octobre 1999, à la neuvième séance plénière**

*La Conférence générale,*

*Ayant examiné* la proposition d'amendement du paragraphe A de l'article XIV du Statut de l'Agence figurant dans l'annexe 2 du document GC(43)/24 qui a été soumise par la Slovénie conformément au paragraphe A de l'article XVIII du Statut;

*Ayant également examiné* le rapport et la recommandation du Conseil des gouverneurs sur la proposition d'amendement figurant dans le document GC(43)/24, qui constitue les observations du Conseil sur l'amendement soumises conformément à l'alinéa C i) de l'article XVIII du Statut;

*Approuve* l'amendement susmentionné tendant à remplacer les mots “chaque année” par les mots “tous les deux ans” dans la première phrase du paragraphe A de l'article XIV du Statut. ■

**Le programme de  
l'Agence en 1999:  
Technologie**



# ÉNERGIE D'ORIGINE NUCLÉAIRE ÉNERGIE D'ORIGINE NUCLÉAIRE

## OBJECTIF DU PROGRAMME

Aider les États Membres, à leur demande, à planifier et à exécuter des programmes d'utilisation de l'énergie d'origine nucléaire; aider les États Membres à améliorer la sûreté, la fiabilité et la rentabilité de leurs centrales nucléaires en encourageant le progrès de l'ingénierie et de la technologie, la formation, l'assurance de la qualité et la modernisation des infrastructures.

## APERÇU GÉNÉRAL

Des réexamens internes et externes ont conduit à reformuler le programme en 1999. On a davantage mis l'accent sur la planification des programmes électronucléaires utilisant des réacteurs de faible et moyenne puissance dans les pays en développement. Les travaux sur l'érosion et la corrosion de composants des centrales et sur les effets de la déréglementation des marchés de l'énergie sur l'amélioration de l'exploitation et de la performance des centrales nucléaires ont été rationalisés en vue d'une utilisation plus efficiente des ressources. Les activités concernant la formation du personnel des centrales ont été réorientées sur la nécessité de préserver des capacités et des compétences importantes du fait d'un vieillissement du personnel. En matière de développement de la technologie, on a mis davantage l'accent sur des examens généraux de la situation et la diffusion d'informations. Les éléments d'un plan stratégique pour un projet international de R-D sur les cycles du combustible nucléaire et les centrales nucléaires innovants ont été élaborés. La mise en commun et la préservation des données techniques ont fait l'objet d'une attention accrue, et des ateliers et des activités de formation portant sur des aspects particuliers du développement et des applications de l'électronucléaire ont été organisés.



## **PLANIFICATION, MISE EN OEUVRE ET PERFORMANCE DE L'ÉLECTRONUCLÉAIRE**

Dans ce domaine, les travaux visent à faciliter l'échange de données d'expérience et à fournir une assistance aux États Membres en ce qui concerne la planification des programmes électronucléaires et les analyses économiques, y compris les analyses de la rentabilité des améliorations et de la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires. En particulier, on a fourni une assistance au Bangladesh, à l'Égypte, au Maroc, à la Turquie et au Viet Nam dans les domaines de la planification électronucléaire, des études de faisabilité et du développement des infrastructures.

Une base de données a été élaborée pour le Système d'information sur la performance économique du nucléaire (NEPIS). Celui-ci contient des informations sur plusieurs aspects de la performance économique, notamment les coûts d'exploitation et de maintenance, la sûreté et les indicateurs économiques et opérationnels. Le premier projet pilote visant à recueillir et valider un ensemble initial de données a été achevé en juin. Dans ce contexte, on a préparé un document technique sur l'élaboration d'un système d'information sur la performance économique du nucléaire permettant de renforcer la compétitivité des centrales. Ce document traite des transformations des marchés de l'électricité et de l'environnement commercial, et donne des conseils aux producteurs sur l'optimisation de la performance économique et technique.

Un nouveau PRC sur les méthodes nationales de corrélation des objectifs de performance et des coûts d'exploitation et de maintenance a été lancé. Il est axé sur l'optimisation de ces coûts, l'identification des éléments à fort et faible coût des activités d'exploitation et de maintenance, la détermination de l'impact financier des arrêts prolongés et celle des coûts de renouvellement du combustible. L'intérêt de ce PRC est que si les analyses de l'évolution des coûts faites au niveau national peuvent être introduites dans une base de données internationale, il sera plus facile de faire connaître les tendances et les meilleures

pratiques du secteur et de constituer un ensemble d'indicateurs économiques internationaux.

Le Système d'information sur les réacteurs de puissance (PRIS) de l'Agence vise à promouvoir l'amélioration de la performance d'exploitation des centrales nucléaires par la collecte, l'évaluation et la diffusion de données sur l'expérience et les pratiques des producteurs, d'informations sur la performance d'exploitation des centrales nucléaires et d'analyses des facteurs qui influencent la performance. Pour faciliter ce processus, une version

***“Le Système d'information sur  
les réacteurs de puissance (PRIS) de  
l'Agence vise à promouvoir l'amélioration  
de la performance d'exploitation des  
centrales nucléaires.”***

CD-ROM de PRIS a été élaborée. À l'heure actuelle, les deux services PRIS de l'Agence, MicroPRIS et PRIS-PC (connexion à PRIS par Internet), sont utilisés par plus de 600 usagers dans des États Membres et des organisations internationales.

En outre, on a commencé à mettre en place pour PRIS un “bureau virtuel”. Il s'agit d'un forum Internet qui permet d'échanger des informations et d'améliorer l'efficacité de l'interaction de l'Agence avec ses États Membres. L'un des avantages majeurs est la possibilité de disposer d'informations intégrées et à jour sur les projets.

Un nouveau module, la Base de données internationale sur les tuyauteries des centrales nucléaires, a été achevé. Il comprend des informations sur les propriétés des matériaux des tuyauteries, l'examen non destructif des tuyauteries et les défaillances de tuyauteries. Le logiciel ayant été élaboré, l'entrée de données fournies par les États Membres devrait commencer vers la fin de 2000.

Dans le domaine de la gestion de la durée de vie des centrales nucléaires, un PRC sur le



maintien de l'intégrité structurelle des cuves sous pression des réacteurs a été achevé. Plusieurs recommandations concernant des activités ultérieures ont été formulées. Ainsi, les 18 États Membres participant au PRC ont recommandé d'utiliser l'acier de référence de l'Agence comme base de comparaison pour de futures études internationales sur les matériaux des cuves sous pression. En outre, il a été recommandé de mener d'autres recherches sur l'application des résultats des programmes de surveillance à l'évaluation de l'intégrité des cuves et sur le mécanisme d'action du nickel dans la fragilisation par irradiation des aciers des cuves.

Le contrôle-commande est un domaine clé dans la performance des centrales nucléaires. Pour fournir des conseils et des informations, on a mis en place une base de données sur les systèmes d'appui aux opérateurs (OSSDB), qui contient des informations sur les caractéristiques les plus pertinentes de ces systèmes. Elle est axée sur les utilisateurs, leurs besoins et les avantages de ces systèmes.

L'objectif de la stratégie de coopération technique de l'Agence est de promouvoir le développement socio-économique en contribuant de façon efficiente aux activités consacrées à des priorités essentielles en matière de bien-être. Au titre de cette stratégie, un appui technique a été fourni dans des domaines tels que la mise en œuvre de nouveaux projets électronucléaires et le développement des infrastructures nucléaires nationales, y compris la formation de personnel, l'infrastructure, la gestion de la durée de vie des centrales et l'amélioration de la gestion opérationnelle. La plupart des activités de coopération technique ont été menées en Europe, en Asie et dans le Pacifique.

## **DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES DE PUISSANCE**

Le Groupe de travail international sur les techniques de pointe pour les réacteurs à eau ordinaire s'est réuni à Vienne en mai et a

conseillé de continuer de donner la priorité à l'échange d'informations sur les progrès technologiques permettant d'améliorer la rentabilité des REO actuels et futurs. Il a aussi recommandé de mettre davantage l'accent sur les techniques permettant d'accroître la sûreté et sur la mise en commun et la préservation des données techniques. En outre, la participation de jeunes ingénieurs au développement de la technologie de l'électro-nucléaire a été considérée comme prioritaire.

Un PRC sur la création d'une base de données relative aux propriétés thermophysiques des matériaux pour REO et REL a été lancé. L'objectif est de favoriser l'échange d'informations du domaine public sur ces propriétés afin d'améliorer la conception et la sûreté. Une base de données sur les propriétés dans les conditions normales, de transitoire et d'accident grave, qui fera l'objet d'un examen par des confrères, sera créée sur Internet. Des efforts sont en cours pour évaluer de façon critique les données sur les propriétés thermophysiques et recommander les expérimentations à réaliser lorsque les données manquent actuellement ou que des incertitudes doivent être réduites. Les matériaux pour REO et REL qui seront étudiés comprennent ceux des combustibles, du gainage, des tubes de force et de la calandre, les absorbeurs et les matériaux de structure; le comportement des liquides et des mélanges en conditions d'accident grave sera aussi étudié.

L'utilisation de technologies efficaces pour améliorer l'exploitation et la maintenance des centrales est un facteur important de leur compétitivité économique par rapport à d'autres moyens de produire de l'électricité. De plus, comme les centrales en service vieillissent, une bonne gestion exige l'élaboration et l'application de meilleures techniques d'inspection, de maintenance et de réparation. Pour la conception des centrales futures, diverses caractéristiques qui facilitent une inspection, une maintenance et une réparation efficaces peuvent être incorporées dès le départ.

Les techniques d'amélioration de l'exploitation et de la maintenance des REO actuels et futurs ont été examinées lors d'une réunion de comité



technique accueillie par la Nuclear Power Engineering Corporation à la centrale de Kashiwazaki-Kariwa du 24 au 26 novembre. Organisée dans le cadre du Groupe de travail international de l'Agence sur les techniques de pointe pour les REO, elle a porté sur les thèmes suivants

- Programmes d'extension de la durée de vie des centrales et/ou d'amélioration de la performance et de la fiabilité;
- Équipements et techniques d'inspection, de maintenance, de réparation et de remplacement des composants;
- Méthodes de réduction des coûts de chargement en combustible et la durée des arrêts pour rechargement;
- Progrès en matière de conception pour l'amélioration de l'exploitation et de la maintenance.

La troisième réunion du Groupe de travail international sur les techniques de pointe pour les réacteurs à eau lourde a eu lieu à Vienne en juin. Elle a notamment recommandé que les travaux dans ce domaine se poursuivent dans deux directions vision stratégique à long terme et activités techniques. Elle a recommandé aussi d'accorder davantage d'attention aux aspects du développement technologique des REL qui intéressent la sûreté.

Les réacteurs de faible puissance sont ceux dont la puissance électrique (ou la puissance thermique équivalente) est inférieure à 300 MWe, celle des réacteurs de moyenne puissance se situant entre 300 et 700 MWe. Ces réacteurs de faible ou moyenne puissance (RFMP) constituent une option valable pour la production d'électricité dans les pays ayant des réseaux de distribution de faible capacité ou dans des régions isolées. Ils peuvent aussi servir pour des applications non électriques et pour la cogénération, telles que le dessalement de l'eau de mer et le chauffage urbain, ainsi que pour la production de chaleur industrielle à haute température. En 1999, les travaux sur les RFMP ont comporté la tenue, en octobre à Vienne, d'une réunion de groupe consultatif sur l'élaboration d'un plan stratégique pour un projet international de recherche-développement sur des cycles du combustible

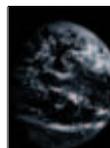
nucléaire et des centrales nucléaires novateurs. Il en est résulté un ensemble de recommandations concernant l'appui de l'Agence dans ce domaine et l'identification de neuf projets possibles. Un groupe consultatif et des consultants ont passé en revue l'expérience d'exploitation de réacteurs de faible puissance pour la propulsion de brise-glace et de cargos. Il a été admis que, avec quelques modifications de leur conception, ces réacteurs pourraient être utilisés soit pour la production d'électricité soit pour des applications non électriques telles que le chauffage urbain et le dessalement,

***“Une étude de la rentabilité du dessalement nucléaire a mis en évidence les conditions dans lesquelles il serait compétitif par rapport aux énergies fossiles.”***

notamment dans les régions isolées. Les résultats des diverses réunions seront présentés ensemble dans un document technique.

Les réacteurs refroidis par gaz (RRG) peuvent fonctionner à haute température, offrant la possibilité d'une efficacité accrue pour la production d'électricité et d'applications de la chaleur industrielle à haute température. Ils suscitent un intérêt accru au niveau international comme en témoignent la construction et la mise en service de deux réacteurs de recherche de ce type au Japon et en Chine, ainsi que deux projets internationaux d'étude de tels réacteurs.

Le Groupe de travail international sur les réacteurs refroidis par gaz s'est réuni au Royaume-Uni en septembre pour passer en revue les activités dans ce domaine et formuler des recommandations pour l'avenir. Il a noté que les modèles de réacteurs à haute température (RHT) à turbine à gaz actuellement à l'étude conviennent très bien pour le dessalement nucléaire en mode de cogénération et a recommandé qu'ils soient inclus dans les activités de l'Agence relatives



au dessalement nucléaire. Il a aussi recommandé que les futures réunions sur les RRG soient consacrées à l'élaboration de critères de sûreté et d'autorisation pour les RHT modulaires, ainsi qu'aux activités associées d'analyse de sûreté et de classification des équipements.

La réunion finale de coordination d'un PRC sur la conception et l'évaluation de systèmes d'utilisation de la chaleur pour le Réacteur d'essai à haute température a eu lieu en octobre au Japon. Elle a porté notamment sur le reformage à la vapeur du méthane pour la production d'hydrogène et de méthanol, l'utilisation d'une turbine à gaz pour la production d'électricité, le reformage du méthane au dioxyde de carbone pour la production de méthane ou de gaz de synthèse, la production d'hydrogène par séparation thermochimique de l'eau, et la conversion de charbon et la récupération accrue du pétrole. Un document technique sur les résultats de ce PRC est en cours de préparation.

Une réunion de comité technique sur les perspectives des applications non électriques de l'énergie nucléaire a eu lieu à Beijing. Elle a passé en revue des informations sur les perspectives et les questions de conception, de sûreté et d'autorisation, ainsi que sur le développement d'applications non électriques de la chaleur nucléaire à des fins industrielles. Il s'agit notamment du dessalement de l'eau de mer et de la production d'hydrogène.

À sa troisième réunion, en juin, le Groupe consultatif international sur le dessalement nucléaire (INDAG) a passé en revue les programmes et projets nationaux en cours dans les États Membres et a souligné qu'il importait de faciliter la coopération internationale relative aux activités de démonstration du dessalement nucléaire. Il a aussi examiné les résultats de la première réunion d'un projet interrégional de coopération technique sur la conception de systèmes intégrés de dessalement nucléaire, qui s'est tenue en mai en République de Corée. En outre, il a recommandé que l'Agence analyse

plus avant les besoins des pays et prenne des mesures de suivi. Une étude détaillée de la rentabilité générale du dessalement nucléaire a été coordonnée par l'Agence. Elle a mis en évidence les conditions dans lesquelles le dessalement nucléaire serait compétitif. Ces conditions par rapport aux énergies fossiles ont été identifiées en fonction d'exemples de trois régions typiques, d'une vaste gamme d'options faisant appel au nucléaire et aux combustibles fossiles et de deux scénarios économiques. La salinité et la température de l'eau de mer, la capacité des installations, les coûts de construction et les taux d'intérêt faisaient partie des paramètres considérés.

Dans le domaine des réacteurs refroidis par métal liquide et des systèmes nucléaires nouveaux pour la production d'énergie et la transmutation des actinides, l'Agence a notamment lancé un PRC sur les programmes et les méthodes nouveaux de réduction des incertitudes du calcul des effets de la réactivité pour les réacteurs rapides à métal liquide. L'objectif est de vérifier, de valider et d'améliorer les méthodes et les programmes de calcul des coefficients de réactivité dans les réacteurs brûlant du plutonium et des actinides mineurs par la comparaison des méthodes, des valeurs de constantes nucléaires et des programmes, et sur la base des résultats expérimentaux obtenus et utilisés par différents établissements. Cette activité revêt un intérêt particulier du fait de l'utilisation éventuelle du plutonium de qualité militaire dans les réacteurs rapides.

Un groupe consultatif a procédé à un examen détaillé des programmes nationaux de R-D sur les systèmes alimentés par accélérateur. Il s'agissait de dresser le bilan de ces programmes et d'évaluer le degré d'avancement de la mise au point de modèles hybrides, ainsi que leur rôle potentiel compte tenu de la situation actuelle et des perspectives du nucléaire dans le monde. Par ailleurs, l'examen a permis de proposer des options et des orientations pour les activités de l'Agence dans le domaine des systèmes alimentés par accélérateur.



# CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE ET TECHNOLOGIE DES DÉCHETS

## CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE ET TECHNOLOGIE DES DÉCHETS

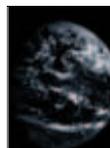
### OBJECTIF DU PROGRAMME

Faciliter le transfert de technologie et l'échange d'informations entre les États Membres; fournir sur demande assistance et conseils concernant la formulation et la mise en œuvre de stratégies pour les activités liées au cycle du combustible nucléaire et les programmes de gestion des déchets radioactifs en tenant dûment compte de l'efficacité, de la sûreté, du respect de l'environnement et de la durabilité ainsi que de la compatibilité avec les normes internationales applicables et avec les bonnes pratiques en la matière.

### APERÇU GÉNÉRAL

Les activités de l'Agence dans le domaine du cycle du combustible nucléaire ont été axées sur: l'offre et la demande d'uranium et les questions écologiques liées à l'extraction et au traitement du minerai; les problèmes immédiats concernant les matériaux pour réacteurs et la technologie du combustible comme ceux liés à un taux de combustion plus élevé; la gestion du combustible usé; les questions et les bases de données concernant le cycle du combustible nucléaire. Un colloque sur les technologies du cycle du combustible MOX pouvant être mises en œuvre à moyen et à long terme a eu lieu en mai, à Vienne.

Le programme concernant la technologie des déchets radioactifs a porté sur: les sources de déchets radioactifs (l'accent étant mis sur les quantités, la réduction du volume des déchets et le déclassement des installations); l'exécution des activités de gestion des déchets (davantage concentrées sur les questions de stockage définitif); le transfert et l'échange de technologie. Un Colloque organisé à Taejon, en République de Corée, a permis de passer en revue l'expérience acquise en ce qui concerne l'application des technologies de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires et de la partie terminale du cycle du combustible nucléaire. L'avancement des travaux, et



notamment la situation des programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs, a été examiné à la quatrième réunion du Comité consultatif sur la technologie des déchets nucléaires, en septembre.

## CYCLE DU COMBUSTIBLE ET MATIÈRES NUCLÉAIRES

L'Agence et l'AEN/OCDE ont préparé un rapport commun sur l'impact des opérations d'extraction et de traitement du minerai d'uranium sur l'environnement et l'atténuation

***“Il a été reconnu que l'utilisation accrue du combustible MOX serait le meilleur moyen de fermer le cycle du combustible nucléaire et d'utiliser le plutonium séparé.”***

d'éventuels dommages écologiques. Il s'agit du premier rapport sur ce sujet; il souligne l'importance des bonnes pratiques environnementales si l'on veut qu'au XXI<sup>e</sup> siècle l'uranium soit une source durable de combustible. Il donne un aperçu des activités et des problèmes environnementaux liés à la production d'uranium sur la base des réponses de 29 pays à une enquête.

Un colloque sur les techniques du cycle du combustible MOX pouvant être mises en oeuvre à moyen et à long terme, organisé en mai, à Vienne, en coopération avec l'AEN/OCDE, a permis d'examiner des questions comme la conception, la technologie, l'utilisation, la performance, la sûreté, les garanties, le transport et la gestion du plutonium séparé civil et militaire, ainsi que les options possibles concernant les cycles avancés. Il a été reconnu qu'avec plus de 2 000 assemblages MOX (pour lesquels il a fallu 85 tonnes de plutonium) fabriqués et chargés dans des réacteurs de puissance, l'activité industrielle du recyclage est arrivée à maturité. On maîtrise la technologie; les installations, les institutions et les procédures sont en place et l'on dispose, ou l'on disposera,

des capacités nécessaires pour faire face à l'augmentation prévue des quantités de plutonium civil séparé provenant de la production d'électricité. On a noté que, dans un futur proche, le nombre des pays qui recyclent le plutonium devrait s'accroître, l'objectif étant de réduire les stocks de plutonium séparé liés aux contrats de retraitement existants. Même si l'utilisation accrue du combustible MOX à l'avenir dépend de l'introduction commerciale de systèmes de réacteurs avancés, tels que les réacteurs rapides, il a été reconnu que cela serait le meilleur moyen non seulement de fermer le cycle du combustible nucléaire et d'utiliser le plutonium séparé, mais aussi de brûler les actinides radioactifs à longue période qui sont accumulés dans le combustible utilisé.

En ce qui concerne l'appui aux activités de coopération technique, un atelier a été organisé à Pamporovo, en Bulgarie, à l'intention des utilisateurs du code de calcul TRANSURANUS, à la suite du troisième séminaire international sur la performance, la modélisation et l'expérimentation du combustible VVER. Mis au point par l'Institut pour les éléments transuraniens de la Commission européenne, ce code de calcul a été modifié afin de modéliser le comportement du combustible VVER. Ces modifications ont ensuite été validées par la base de données commune AEN/OCDE-AIEA-IFPE. Grâce à ce code de calcul, les États Membres pourront homologuer ce combustible à l'aide des données sur le comportement du combustible dans différentes conditions.

Témoignant de l'importance croissante de l'entreposage à long terme du combustible utilisé, une réunion de comité technique a été organisée à Vienne, en novembre, en vue d'examiner les bonnes pratiques en matière d'entreposage à long terme du combustible utilisé, y compris les combustibles avancés, les combustibles à taux de combustion élevé et les combustibles MOX. Le comportement des matières, la fiabilité et la sûreté de différentes techniques d'entreposage pendant de longues périodes ont été les principaux sujets de discussion. Par ailleurs, les activités de certains États Membres qui se sont lancés dans des programmes détaillés concernant le



comportement du combustible en rapport avec les techniques d'entreposage à sec ont été passées en revue.

La gestion du combustible usé pour les réacteurs VVER/RBMK a été examinée en octobre lors d'une réunion de comité technique/atelier. Organisé sur l'invitation de PURAM et de la centrale nucléaire de Paks à Balatonfüred, en Hongrie, et s'inscrivant dans le cadre du programme extrabudgétaire sur la sûreté des centrales VVER et RBMK, l'atelier a bénéficié d'un financement du Gouvernement japonais. Il a permis d'échanger des informations sur le fonctionnement, la surveillance et la maintenance des installations d'entreposage de combustible usé, les mécanismes de dégradation du combustible, l'endommagement ou la rupture d'éléments combustibles, ainsi que les considérations d'ordre économique.

Un colloque sur l'utilisation, la sûreté et la gestion des réacteurs de recherche tenu à Lisbonne, au Portugal, s'est intéressé particulièrement aux questions suivantes: la gestion du combustible usé et des déchets provenant de l'exploitation et de l'utilisation; la remise en état, le déclassement et le démantèlement des installations; le transfert du combustible de réacteurs de recherche à gaine en aluminium d'un entreposage en piscine à un entreposage à sec; le retour du combustible usé dans le pays où il a été enrichi initialement; la mise en place d'installations régionales et internationales pour l'entreposage intermédiaire et, à terme, le stockage définitif du combustible usé. Parmi les questions concernant la gestion du combustible usé, le colloque a relevé les points suivants, qui doivent être traités d'urgence: la nécessité d'élaborer, dans chaque installation, un plan réaliste pour la gestion du combustible usé; la préparation et la poursuite des opérations de retour du combustible usé dans le pays d'origine; la nécessité de trouver des solutions régionales pour les pays qui ont des réacteurs de recherche mais pas de réacteurs de puissance.

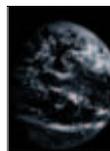
Un cours international organisé en mai, au Laboratoire national d'Argonne, par l'Agence et les États-Unis d'Amérique, a porté sur les

préparatifs techniques et administratifs requis pour réexpédier, dans le pays d'origine, le combustible usé provenant de réacteurs de recherche, en particulier dans les États Membres en développement. Le cours a porté également sur la préparation du rapatriement de combustible usé provenant de réacteurs de recherche russes, la Fédération de Russie devant en principe mettre en œuvre dans un futur proche un programme de reprise de ce combustible.

À la session de septembre de la Conférence générale, il a été annoncé que le Gouvernement des États-Unis était prêt à collaborer avec la Fédération de Russie et l'Agence en ce qui concerne la gestion et l'entreposage du combustible provenant de réacteurs de recherche russes et à financer une réunion tripartite sur ce sujet. La réunion, qui a eu lieu en décembre, a permis de faire le point sur la situation du combustible provenant de réacteurs de recherche d'origine russe dans le monde et de définir les domaines prioritaires qui nécessitent une étude plus poussée.

Les discussions de la deuxième réunion du Groupe de travail international sur les options du cycle du combustible nucléaire ont porté sur les questions relatives au cycle du combustible nucléaire, et plus particulièrement celles liées à sa partie terminale. La réunion a permis de cerner de nombreux sujets concernant cette partie terminale du cycle, qui ont été réexaminés en novembre lors d'une réunion de comité technique consacrée aux facteurs jouant un rôle déterminant dans la stratégie à long terme concernant la partie terminale du cycle du combustible nucléaire et les systèmes nucléaires futurs. Cette réunion a conclu que, quelles que soient les options en la matière (cycle à passage unique ou retraitement/recyclage), il est important de démontrer que la partie terminale du cycle du combustible nucléaire peut être intégralement exécutée.

Un groupe consultatif s'est réuni en octobre pour formuler un plan stratégique concernant les projets internationaux de R-D sur les cycles du combustible et les réacteurs novateurs. Une de ses principales recommandations a été que, pour ce qui est de la mise en



place de cycles et de modèles de réacteurs novateurs, le rôle de l'Agence devrait être défini de manière à faciliter la coordination de la R-D dans les domaines suivants: les technologies facilitant l'application des garanties, la réduction des déchets fortement radioactifs, le retraitement à sec, les phénomènes de circulation naturelle et les systèmes alimentés par accélérateur.

## SOURCES DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Les déchets radioactifs proviennent de la production d'électricité par le moyen de l'énergie nucléaire et des applications nucléaires dans les domaines de la médecine, la recherche et l'industrie. Un des principes fondamentaux de la gestion des déchets nucléaires est la minimisation qui implique à la fois une production moindre et la réduction des quantités de déchets déjà produites. Les avantages de la minimisation sont de permettre une meilleure utilisation des ressources, et de réduire les coûts du traitement et de l'entreposage des déchets. Un document intitulé *Minimization of Waste from Uranium Purification, Enrichment and Fuel Fabrication* (Minimisation des déchets provenant de la purification de l'uranium, de l'enrichissement et de la fabrication de combustible) a été publié, qui passe en revue les pratiques actuelles et l'expérience acquise en matière de réduction du volume des déchets d'exploitation et de déclassement produits dans la partie initiale du cycle du combustible. Cette information peut aider les États Membres à prendre leurs décisions d'investissement et à planifier l'amélioration de leurs installations.

Un élément important de la minimisation est le recyclage (réutilisation) des matières utilisables que contiennent encore les différents résidus produits dans les installations du cycle du combustible nucléaire (sous-produits, matières consommées et non consommées dans les procédés, composants et équipements), et qui sans cela seraient considérées comme des déchets. L'avantage économique et la réduction de l'impact sur l'environnement sont des incitations

puissantes au choix de l'option recyclage-réutilisation. Étant donné l'importance de ce sujet et l'intérêt qu'il revêt pour les États Membres, un document technique a été élaboré, qui analyse différents modes de recyclage et de réutilisation à différents stades du cycle du combustible et dans différentes applications nucléaires. Cela facilitera la mise en oeuvre de l'option recyclage-réutilisation en tant qu'élément des politiques de gestion des déchets à l'échelon d'un pays, d'un site ou d'une installation.

La réduction du volume des déchets produits pendant le déclassement revêt une grande importance parce que, dans les prochaines années, beaucoup d'installations devront être retirées du service dans de nombreux États Membres. Un rapport technique a été élaboré sur ce sujet. Il examine les diverses étapes et éléments de la prise de décision et de la mise en oeuvre de programmes de réduction du volume des déchets pendant les opérations de déclassement.

Un rapport technique sur la production de déchets correspondant à différents cycles du combustible nucléaire a été achevé. La littérature sur le sujet considère le plus souvent les étapes du cycle du combustible prises isolément, mais il n'existe pratiquement pas d'informations détaillées récapitulant et évaluant l'impact potentiel de la production de déchets correspondant au cycle entier. Ce rapport avait donc pour objet de donner des informations (quantités et principales caractéristiques) sur la production de déchets dans différents cycles du combustible nucléaire et sur leur gestion ultérieure.

Le stockage définitif sur le site (c'est-à-dire la mise en stockage permanent d'une installation nucléaire ou de parties de celle-ci à l'intérieur du site où l'installation était construite et exploitée) a été proposé il y a quelques années et réalisé dans quelques cas. L'expérience acquise et les perspectives des politiques nationales en la matière ont fait l'objet d'un document technique qui a été publié. Ce document devrait également répondre aux besoins des pays en développement qui ont des réacteurs de



recherche et d'autres petites installations nucléaires.

La restauration de l'environnement est une source importante de déchets radioactifs lorsqu'on assainit des sites qui ne correspondent pas aux normes existantes en matière de levée des contrôles. Un PRC sur les techniques de caractérisation des sites utilisées pour la restauration de l'environnement a été achevé, et la réunion finale de coordination de la recherche a eu lieu au Brésil. Le document technique issu de ce projet dresse un bilan complet des différentes techniques *in situ* et de laboratoire utilisées pour résoudre les problèmes liés aux contaminations d'origines diverses. Il souligne aussi l'importance d'une caractérisation précise et exhaustive ainsi que la nécessité de procéder à de nouvelles vérifications à mesure que le travail avance, ce qui est la base d'un assainissement efficace.

#### **MISE EN ŒUVRE DES TECHNOLOGIES DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS**

Une méthode importante pour évaluer la performance des systèmes de stockage définitif en formations géologiques et susciter la confiance quant à leur sûreté est de faire des études sur les analogues. Un rapport technique a été publié qui présente le rôle que jouent aujourd'hui les informations sur les analogues naturels dans l'évaluation des modèles de transport par les eaux souterraines, pour ceux qui prévoient d'entreprendre un programme de recherche dans ce domaine. De même, pour pouvoir évaluer les modèles et les données qui servent à prévoir le comportement à long terme des systèmes de stockage définitif en formations géologiques et pour susciter la confiance à leur égard, un nouveau PRC sur les analogues anthropogéniques permettra de comparer le comportement de divers composants d'un système de stockage avec celui de systèmes similaires qui existent ou qui ont existé sur terre. Les processus de migration liés aux artefacts anciens et aux matériaux de construction utilisés dans les temps archéologiques sont les principaux sujets étudiés dans le cadre de ce PRC.

#### **ÉCHANGE D'INFORMATION ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE CONCERNANT LA GESTION DES DÉCHETS**

Un colloque a eu lieu à Taejon, en République de Corée, pour faire le point sur l'expérience acquise dans le monde en ce qui concerne la mise en œuvre de techniques de gestion des déchets radioactifs provenant de centrales nucléaires et de la partie terminale du cycle du combustible nucléaire. Organisé en coopération avec l'AEN/OCDE, l'Institut

***“Un colloque tenu à Taejon a montré qu'il existe des technologies éprouvées pour gérer les déchets radioactifs de manière sûre, économique et écologiquement rationnelle.”***

coréen de recherche sur l'énergie atomique, l'Union internationale des producteurs et des distributeurs d'énergie électrique et l'Institut de l'énergie nucléaire, ce colloque a montré qu'il existe des technologies éprouvées pour gérer les déchets radioactifs de manière sûre, économique et écologiquement rationnelle, et que de nombreux États Membres disposent d'une expérience considérable en la matière. Depuis que l'industrie nucléaire existe, les techniques de gestion des déchets provenant de l'exploitation de centrales nucléaires se sont considérablement améliorées et continuent de se perfectionner en prenant en compte les facteurs économiques et environnementaux. L'attention accrue accordée aux techniques de minimisation et de réduction du volume des déchets a conduit à d'importantes réductions des quantités de déchets solides. Des améliorations continuent d'être apportées aux techniques et méthodes utilisées pour étudier et sélectionner des sites de stockage des déchets, et concernant la construction et l'exploitation des installations elles-mêmes.

Un certain nombre d'activités ont été entreprises pour aider les États Membres en développement à se doter des capacités



nécessaires pour gérer leurs déchets radioactifs dans de bonnes conditions de sûreté. Par exemple, les méthodes et les procédures de gestion des déchets avant stockage ont fait l'objet de démonstrations régionales dans des installations de traitement et d'entreposage en exploitation au Chili, aux Philippines, en Fédération de Russie et en Turquie. Ces démonstrations ont permis par exemple d'acquérir une expérience pratique du traitement et de l'entreposage de déchets solides et liquides de faible activité.

Les États Membres ont aussi reçu une aide en ce qui concerne la gestion sûre de sources de rayonnements scellées et usées, en particulier des sources de radium non utilisées. Par exemple, des sources usées de radium ont été conditionnées et transférées dans des dépôts pour stockage à long terme en Chine, au Costa Rica, en Jamaïque, au Pakistan, au Pérou et en République-Unie de Tanzanie, avec l'aide d'équipes d'experts brésiliens (pour l'Amérique latine), d'Afrique du Sud (pour l'Afrique), et d'équipes nationales en Chine et au Pakistan. L'équipe pakistanaise aidera en outre à conditionner les sources usées de radium dans d'autres États Membres d'Asie.

Le Groupe de contact d'experts pour la coopération internationale avec la Fédération de Russie dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs a décidé, lors de sa réunion en Norvège, d'informer directement les dirigeants des pays du G-7/G-8 sur les problèmes liés aux déchets nucléaires et au

combustible usé qui se posent en Fédération de Russie, et de leur demander de l'aide pour résoudre ces problèmes. Le texte final de la communication du Groupe de contact a ensuite été envoyé au Président du Groupe de travail du G-7/G-8 sur la sûreté nucléaire, et plusieurs membres du Groupe de contact l'ont transmise à leurs représentants nationaux.

En mai, l'Autorité hongroise de l'énergie atomique a demandé à l'Agence d'organiser, dans le cadre de son Programme d'évaluation et d'examen technique de la gestion des déchets, un examen par des confrères des travaux de recherche sur le choix d'un site de stockage définitif de déchets de faible et de moyenne activité et sur la candidature du site d'Üveghuta. Elle a demandé en particulier une évaluation: a) du processus de sélection du site, et notamment de son cadre réglementaire; b) des études scientifiques préparatoires, afin de déterminer leur conformité aux prescriptions et recommandations internationales; c) de la question de savoir si l'on utilise les bonnes pratiques scientifiques et techniques. L'équipe de l'Agence a effectué l'examen en novembre et a conclu que le processus qui a abouti à choisir le site lui paraissait à la fois raisonnable et approprié, et qu'il prenait en compte les aspects géologiques et les questions liées à l'acceptation par le public. L'équipe a également conclu que le site d'Üveghuta lui semblait en principe adéquat pour y installer un dépôt destiné à recevoir des déchets de faible et de moyenne activité provenant de l'exploitation et du déclassement de centrales nucléaires.



# ÉVALUATION COMPARATIVE DES SOURCES D'ÉNERGIE

## ÉVALUATION COMPARATIVE DES SOURCES D'ÉNERGIE

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Faciliter les évaluations nationales et internationales de l'énergie nucléaire dans le contexte des chaînes énergétiques complètes, de la source à la distribution, afin de promouvoir le développement énergétique durable dans des marchés de l'électricité de plus en plus concurrentiels. Etudier le rôle de l'électronucléaire dans la mise en place d'un système d'approvisionnement durable en énergie et aider les États Membres à prendre en toute connaissance de cause des décisions concernant leur développement énergétique futur.

### APERÇU GÉNÉRAL

Des méthodologies ont été mises au point dans le cadre du programme concernant l'évaluation comparative des sources d'énergie afin que les États Membres puissent élaborer des politiques et prendre des décisions en connaissance de cause. Ces outils permettent notamment d'évaluer comparativement toutes les options en matière d'approvisionnement énergétique de manière exhaustive et de faire l'analyse économique des questions liées au cycle du combustible nucléaire et à l'approvisionnement et l'utilisation d'énergie nucléaire dans des marchés de l'électricité évolutifs. Ces études ont pour objet d'identifier: le rôle que pourrait jouer l'énergie nucléaire dans le développement énergétique durable, les avantages économiques relatifs des différentes options envisageables pour la production d'électricité, les autres obstacles potentiels à l'utilisation future de l'énergie nucléaire, et les coûts et avantages environnementaux des options nucléaires et non nucléaires. On a continué de doter les États Membres de capacités dans ces domaines en diffusant des méthodologies et en dispensant une formation. Par ailleurs, le programme a été restructuré de manière à: a) lancer une nouvelle activité axée sur le nucléaire en tant qu'option permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre, notamment dans le cadre des mécanismes souples prévus par le Protocole de Kyoto; b) participer plus activement aux activités menées



dans le cadre du système des Nations Unies en faveur du développement durable.

## **ANALYSE DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE, OPTIONS POUR LA SATISFAIRE ET INDICATEURS DU DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUE DURABLE**

Bien que le développement durable soit une nécessité et bien que l'apport d'énergie soit un facteur clé dans toutes les activités de développement socio-économique, personne n'a mis au point d'indicateurs du développement énergétique durable. Ces indicateurs sont devenus d'autant plus nécessaires que les travaux actuels dans ce domaine ont été axés sur des indicateurs *généraux* de développement durable. L'Agence, avec l'aide des États Membres et d'autres organisations internationales, a donc lancé un projet pour établir un ensemble cohérent d'indicateurs permettant de mesurer et de surveiller le développement du secteur énergétique compte tenu des objectifs du développement durable. Avec de tels indicateurs on pourrait: a) évaluer le rôle de l'énergie dans les stratégies de développement durable; b) apporter les modifications requises aux bases de données et aux outils d'analyse de l'Agence de manière à ce qu'ils soient mieux à même de prendre en compte les questions du développement énergétique durable; c) aider les États Membres à définir leur stratégie énergétique conformément aux objectifs du développement durable. Encore améliorés, ces indicateurs seront soumis à la Commission du développement durable des Nations Unies, pour examen à sa neuvième session (CDD-NU-9), en avril 2001. Pour la première fois, on y discutera des rapports entre énergie et développement durable.

Étant donné que le développement durable a nécessairement une forte composante économique, il est essentiel d'évaluer les facteurs économiques liés à l'électronucléaire. Un certain nombre d'études ont été effectuées, dont quelques-unes en collaboration avec d'autres organismes, qui examinent la compétitivité et l'avenir économique de l'électronucléaire en général, ainsi que l'économie de

certain aspects du cycle du combustible nucléaire. Une d'elles a abouti à la publication d'un document technique intitulé *Strategies for Competitive Nuclear Power Plants* (Stratégies pour la compétitivité des centrales nucléaires) (IAEA-TECDOC-1123). D'autres études ont été engagées, notamment une sur la gestion de la responsabilité dans les phases de déclassement et de stockage définitif des déchets du cycle nucléaire et une autre sur la nécessité d'approches rentables en matière de sûreté des centrales nucléaires. Dans le même ordre d'idée, un PRC concernant l'impact des prescriptions concernant l'infrastructure sur la compétitivité des centrales nucléaires a été lancé. La première réunion de coordination de la recherche a été organisée en décembre.

Exemple des synergies que l'Agence cherche à établir avec d'autres organisations internationales, une étude a été réalisée en collaboration avec l'AEN/OCDE, qui étend jusqu'à 2100 les projections à long terme concernant la demande et l'offre d'énergie et d'électricité et adapte ces projections pour étudier l'impact des marchés concurrentiels sur la part de marché future du nucléaire, les conséquences d'une décision éventuelle d'abandonner le nucléaire concernant les émissions qui ont une incidence sur la qualité de l'air, l'acidification et les changements climatiques, ainsi que le rôle que pourrait jouer l'électronucléaire à très long terme dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

## **L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LES STRATÉGIES D'APPROVISIONNEMENT DURABLE EN ÉNERGIE**

Depuis des années, l'Agence fournit des données, des informations et des outils d'analyse qui permettent aux pays de prendre des décisions réfléchies sur la meilleure manière de satisfaire leurs besoins énergétiques. Ces outils ont été distribués à plus d'une centaine de pays et à 12 organisations internationales. En 1999, les travaux de modélisation ont été axés sur la création de versions améliorées des outils de planification énergétique de l'Agence les plus utilisés,



notamment DECPAC, MAED, WASP et ENPEP, qui permettent de faire des évaluations comparatives des options énergétiques, d'analyser la demande d'énergie et d'électricité, de planifier l'expansion des systèmes de production d'électricité et les systèmes énergétiques intégrés, et d'évaluer la réduction des gaz à effet de serre.

Avec la restructuration des systèmes électriques dans le monde, les compagnies nationales d'électricité ont été privatisées, les producteurs indépendants ont eu accès au système et les marchés de l'électricité basés sur les soumissions d'offres ont été ouverts pour stimuler la concurrence. L'Agence a mis en route des travaux visant à concevoir une nouvelle méthodologie WASP de planification de l'expansion des systèmes pour tenir compte de ces changements. En particulier, on a commencé à élaborer de nouveaux outils de planification du système électrique qui fourniront aux États Membres des informations sur la façon dont les centrales nucléaires existantes peuvent soutenir la concurrence sur le nouveau marché de l'électricité, et sur les moyens d'intégrer de nouvelles centrales dans les plans de développement à long terme.

La mise au point du logiciel *B-Glad* pour l'estimation et l'évaluation des coûts externes liés à la production d'électricité est achevée. Conçu pour les pays en développement qui n'ont pas les moyens d'effectuer des études coûteuses exigeant un volume important de données, ce programme peut être utilisé sur ordinateur personnel et nécessite un minimum de données. Il facilite l'estimation des coûts environnementaux et externes de la production d'électricité et il aide les utilisateurs à élaborer des stratégies de réduction de la pollution. Le logiciel et la documentation qui l'accompagnent couvrent les techniques d'estimation et d'évaluation des effets sanitaires et non sanitaires de la pollution de l'air, de l'eau et du sol imputables aux technologies de génération à partir des énergies fossile et nucléaire. *B-Glad* est disponible sur CD-ROM à des fins pédagogiques. Les essais contrôlés sur le terrain ont commencé en juin dans le cadre d'un PRC. Le progiciel complet, y compris une composante améliorée relative à

l'hydro-électricité, pourra être distribué à la fin de 2000.

L'examen par des confrères de la base de données techniques de référence (RTDB), qui contient des informations sur les aspects techniques, économiques et environnementaux des divers éléments des chaînes énergétiques, a été mené à bien dans le cadre du projet interorganisations DECADES. Les

***“Exemple des synergies que l'Agence cherche à établir avec d'autres organisations internationales, une étude réalisée en collaboration avec l'AEN/OCDE étend jusqu'à 2100 les projections à long terme concernant la demande et l'offre d'énergie et d'électricité.”***

résultats communiqués par les États Membres utilisant les outils du projet DECADES ont permis d'améliorer le logiciel d'évaluation comparative DECPAC sur deux points majeurs. En particulier, le sous-module amélioré concernant les dispositifs de contrôle de la pollution ainsi que l'interface pour le modèle VALORAGUA ont été intégrés dans les outils DECADES, ce qui permet de mieux modéliser les stratégies de réduction de la pollution atmosphérique et les systèmes à composante hydro-électrique importante.

Une version “multisource” du modèle *EcoSense* a été mise au point pour évaluer les impacts sanitaires et environnementaux de la pollution et les coûts externes qu'ils entraînent à l'aide de la méthode des voies multiples. Celle-ci prend en compte toutes les sources de pollution d'un pays ou d'une région. Le modèle a été intégré aux outils du projet DECADES de l'Agence pour permettre une analyse approfondie des différentes stratégies de production d'électricité.

Il importe de donner à l'électricité nucléaire la place qui lui revient dans le débat international sur les changements climatiques



puisqu'elle présente l'avantage de n'entraîner que des émissions minimales de gaz à effet de serre. Un PRC a été lancé pour étudier le rôle de l'électronucléaire et d'autres options énergétiques dans le respect des objectifs internationaux concernant la réduction des gaz à effet de serre. Il a trois objectifs spécifiques: améliorer les outils de planification énergétique et d'évaluation comparative de l'Agence de sorte qu'ils se prêtent mieux à l'analyse des questions liées à l'évaluation de la réduction des gaz à effet de serre; élaborer des recommandations méthodologiques; offrir un cadre pour mener des études sur la manière dont l'électronucléaire pourrait contribuer à atteindre les objectifs internationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le forum scientifique organisé en septembre à l'occasion de la quarante-troisième session de la Conférence générale avait pour titre: "Le développement durable: Un rôle pour l'électronucléaire?" Il a examiné la question essentielle de la compatibilité du nucléaire avec les objectifs du développement durable. Les opinions ont divergé sur le sens du mot "durabilité", sans que l'on parvienne à une conclusion concernant les bases sur lesquelles il conviendrait de juger l'électronucléaire dans ce contexte. On s'est fortement exprimé en faveur de l'application de critères communs (niveaux d'émission, considérations économiques, par exemple) à tous les systèmes de production d'énergie. La question des compromis inévitables entre les critères a été évoquée mais n'a pas été résolue. Le problème

des changements climatiques mondiaux a été largement débattu, et des opinions divergentes ont été exprimées sur le point de savoir s'il justifierait une expansion du nucléaire ou s'il aurait un impact tangible sur les critères principalement économiques qui sont actuellement utilisés. Pour ce qui est des aspects économiques de l'électronucléaire, les centrales existantes se défendent bien en général, même dans les marchés déréglementés et libéralisés. En revanche, les nouvelles sont fortement concurrencées par le gaz naturel et le charbon, et ne sont compétitives que là où ces ressources ne sont pas facilement accessibles. Le point de vue commun qui est ressorti des différents exposés est que la consommation d'électricité devrait augmenter considérablement. Toutefois, les participants ont été très partagés sur le rôle que l'électronucléaire jouerait (ou devrait jouer) pour répondre à cette croissance. Un point central tout au long du débat, et qui a été souligné par de nombreux orateurs, est que l'électronucléaire doit devenir concurrentiel par lui-même, et ne pas compter sur l'introduction de taxes pour la protection de l'environnement ou sur des mesures de restriction des émissions de gaz à effet de serre. C'est ce point, ainsi que la nécessité de continuer à maintenir le plus haut niveau de sûreté possible, qui ont été jugés comme les conditions les plus importantes pour que l'électronucléaire contribue au développement durable de l'énergie.

La rédaction de la partie I du *Rapport d'ensemble sur la technologie nucléaire*,

#### Distribution des modèles informatiques de l'Agence en 1999

	Nombre de modèles ou de logiciels de planification distribués					
	DECADES	MAED	WASP	ENPEP	FINPLAN	VALORAGUA
États Membres	45	68	97	59	22	44
Organisations internationales	8	7	12	6	—	3
Totaux	53	75	109	65	22	47

**DECADES:** Bases de données et méthodologies pour l'évaluation comparative des sources d'énergie; **ENPEP:** Progiciel d'évaluation de l'énergie et de l'électricité; **FINPLAN:** Modèle de planification financière; **MAED:** Modèle pour l'analyse de la demande d'énergie; **VALORAGUA:** 'Valor Agua' (valeur de l'eau); **WASP:** Wien Automatic System Planning Package. ■



suggérée par le Conseil des gouverneurs à sa réunion de mars, a été achevée. Le rapport donne un bref résumé des principaux événements qui se sont produits en 1999 dans le domaine de l'énergie nucléaire, et examine ensuite les perspectives de l'électronucléaire dans les années et les décennies à venir. Les coûts et la compétitivité, la confiance et l'acceptation du public, ainsi que le développement durable de l'énergie figurent parmi les questions traitées.

L'Agence a poursuivi ses analyses dans le cadre des activités du Groupe intergouvernemental sur les changements climatiques, de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et de l'Évaluation mondiale de l'énergie - entreprise commune du PNUD, du Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies et du Conseil mondial de l'énergie. Cette évaluation sera une contribution importante des Nations Unies au CDD-NU-9 en 2001. L'Agence y participe en établissant un chapitre sur les ressources énergétiques.

## APPUI AUX ÉTATS MEMBRES

La création de capacités dans les pays en développement est partie intégrante du développement durable de l'énergie. A cet égard, l'Agence s'efforce d'améliorer la capacité des États Membres à évaluer les options qui s'offrent à eux pour développer leur énergie et leur électricité en leur fournissant les méthodes et les outils de prise de décision les plus perfectionnés. Par ailleurs, s'agissant de ses outils d'aide à la décision et de ses programmes de formation, elle a dû réagir avec souplesse aux nouvelles réalités engendrées par la libéralisation des marchés, la déréglementation et la réduction des budgets gouvernementaux. Cette assistance a été fournie par le biais de projets de coopération technique au Brésil, en Bulgarie, en Croatie, en Égypte, en Lituanie, au Mexique, en Pologne, en République de Moldova, en Slovaquie, en République de Moldova, en Slovaquie, au Soudan et au Viet Nam. Dans tous ces pays, on s'est attaché à évaluer le rôle de l'électronucléaire et d'autres options énergétiques dans

l'expansion future des systèmes d'approvisionnement en électricité.

Des projets régionaux menés en Europe, en Asie et au Pacifique Sud répondent également aux besoins des États Membres dans le domaine de l'évaluation comparative pour le développement énergétique durable. Par exemple, un projet modèle de coopération technique a été lancé en Pologne pour définir clairement un cadre de planification énergétique et pour évaluer la compétitivité économique et l'impact environnemental de diverses options énergétiques, notamment

***“Le forum scientifique de la quarante-troisième Conférence générale a examiné la compatibilité du nucléaire avec les objectifs du développement durable.”***

l'électronucléaire et le gaz naturel. Le but est de contribuer à la mise en place d'une équipe nationale d'experts qui soit capable d'évaluer différentes options énergétiques. Différents scénarios concernant le développement de systèmes énergétiques seront comparés afin d'identifier ceux qui répondent aux objectifs nationaux en termes de diversification de l'énergie, de coûts, de fiabilité et d'impact environnemental.

Autre exemple: un projet national de coopération technique portant sur une étude de pré-faisabilité concernant l'introduction de l'électronucléaire. Deux groupes de travail nationaux ont été constitués dans le cadre du projet, le premier étant chargé d'utiliser les outils de planification énergétique de l'Agence (MAED, WASP et ENPEP) pour prévoir la demande d'énergie/d'électricité, élaborer des plans pour une expansion économiquement optimale du système électrique, et quantifier les impacts de ces différents plans sur l'environnement. Le second groupe étudiera les questions que pose l'introduction de l'électronucléaire du point de vue de la technique, de la sûreté et du développement de l'infrastructure.



# ALIMENTATION ET AGRICULTURE

## ALIMENTATION ET AGRICULTURE

### OBJECTIF DU PROGRAMME

**Promouvoir la sécurité alimentaire durable en favorisant la mise au point et le transfert de méthodes nucléaires et de biotechnologies apparentées qui offrent de vastes possibilités d'améliorer le rendement des cultures et l'élevage, d'accroître la biodiversité et d'améliorer la qualité et l'hygiène des denrées alimentaires.**

### APERÇU GÉNÉRAL

Dans le cadre de ce programme, les efforts visant à développer des technologies et à mettre au point des pratiques respectueuses de l'environnement pour renforcer la sécurité alimentaire ont marqué des progrès. Grâce aux techniques isotopiques et aux rayonnements, on a obtenu des informations scientifiques supplémentaires sur les engrais azotés et sur l'utilisation de l'eau par le blé, et adopté en conséquence des pratiques qui ont permis d'améliorer ou de maintenir les rendements tout en réduisant les applications d'engrais azotés et la pollution des eaux souterraines par les nitrates. En combinant des techniques de mutation avec des biotechnologies modernes, on a obtenu chez les plantes cultivées des caractéristiques présentant un intérêt économique. L'emploi de techniques de radio-immunodosage (RIA) et de méthodes associées a permis de faire des recommandations aux États Membres pour améliorer l'insémination artificielle, accroître la production laitière et lutter contre des maladies animales importantes. La technique de l'insecte stérile (TIS) a continué de contribuer largement à la lutte contre les insectes nuisibles pour les cultures et le bétail et à leur éradication, tandis que le rôle de l'irradiation en tant que traitement sanitaire et phytosanitaire des aliments et des produits agricoles était de plus en plus reconnu. Enfin, le Centre FAO/AIEA de formation et de référence pour le contrôle des produits alimentaires et des pesticides aux Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf a intensifié son assistance aux États Membres en ce qui concerne la qualité et la salubrité des denrées alimentaires.



## GESTION DES SOLS ET DE L'EAU ET NUTRITION VÉGÉTALE

Un PRC sur l'emploi des techniques nucléaires pour améliorer l'efficacité de l'application d'engrais azotés au blé irrigué, auquel ont participé l'Afghanistan, le Chili, la Chine, l'Égypte, l'Inde, le Mexique, le Népal, le Pakistan et la République Arabe Syrienne, a été achevé. En dépit de la pénurie d'eau et du coût croissant des engrais, les agriculteurs ont tendance à utiliser ces deux ressources de manière excessive pour tenter d'augmenter au maximum la production agricole, appauvrissant ainsi les réserves en eau et polluant les eaux souterraines avec les nitrates. On s'est servi d'engrais marqués à l'azote 15 pour évaluer le taux de récupération des engrais par les cultures et les pertes en azote, tandis que l'on utilisait un humidimètre à neutrons pour évaluer l'équilibre hydrique du sol et l'évapotranspiration des cultures. La chronologie des applications d'engrais a été déterminante pour l'efficacité. L'apport d'engrais azotés en deux temps (un tiers au moment du tallage et deux tiers à celui de la montaison du blé) selon les quantités recommandées localement a provoqué des pertes importantes, spécialement pendant la première application, avec un taux de récupération de 35 % seulement. La récupération a été de 62 % pendant la seconde application. Le fait de réduire à 20 % de la quantité annuelle la première application et de passer à 80 % pendant la seconde a permis de réduire le lessivage des nitrates et d'accroître l'efficacité d'utilisation des engrais. Une augmentation réaliste de 5 % du taux global de récupération des engrais azotés représente une économie d'environ 100 millions de dollars par an pour les pays en développement producteurs de blé. L'irrigation a été bien gérée dans tous les pays cités précédemment, à l'exception de deux, où l'on a observé un lessivage des nitrates pendant la campagne culturale et où une meilleure gestion de l'eau pourrait permettre d'économiser 30 % de la quantité utilisée actuellement. Un système d'appui à la décision, incorporant le modèle CERES-blé, a permis d'expliquer les différences entre les rendements de blé obtenus par les divers pays

et de prévoir l'impact de la chronologie des applications sur l'assimilation de l'engrais par les cultures et de l'utilisation de l'eau d'irrigation sur le lessivage des nitrates.

Les Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf ont achevé un projet interrégional de coopération technique sur l'assurance de qualité externe

*“Dans le cadre d'un PRC, des progrès sensibles ont été enregistrés en ce qui concerne la modification de caractéristiques agronomiques, l'amélioration des rendements et la modification de la qualité de l'huile dans les cultures produisant des graines oléagineuses et des fibres.”*

pour les mesures du rapport entre l'azote total et l'azote 15 par spectrométrie d'émission optique, dont l'objectif était de créer un réseau de laboratoires régionaux capables de procéder à des analyses précises. Des établissements d'Argentine, du Chili, de la Côte d'Ivoire, du Guatemala, de la Malaisie, du Mexique, de la République Arabe Syrienne, de la Thaïlande et de l'Uruguay ont pleinement satisfait aux exigences et peuvent être recommandés comme laboratoires régionaux du réseau. La recherche de laboratoires compétents souligne les efforts faits pour accroître l'efficacité de l'utilisation des engrais azotés dans les pays en développement, qui en 1996 en ont utilisé plus de 50 millions de tonnes pour un montant de 15 milliards de dollars.

## SÉLECTION DES PLANTES ET PHYTOGÉNÉTIQUE

Dans le cadre d'un PRC sur les mutations induites et les biotechnologies apparentées pour l'amélioration de cultures industrielles nouvelles et traditionnelles, des progrès sensibles ont été enregistrés en ce qui



concerne la modification de caractéristiques agronomiques, l'amélioration des rendements et la modification de la qualité de l'huile dans les cultures produisant des graines oléagineuses et des fibres. Par exemple, on a mis au point par sélection des lignées avancées de soja à plus haut rendement, avec amélioration de la qualité des graines qui servent à produire l'huile et les tourteaux destinés à l'alimentation humaine et animale, tandis que l'on créait des mutants de graines de lin et de *Cuphea* dont la composition en acides gras est nouvelle et qui peuvent être

**“Les Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf ont mis au point un nouveau système de RIA par “auto-sensibilisation” qui permet de réduire très nettement le coût du dosage des échantillons de lait.”**

utilisées comme sources d'énergie renouvelables (“biogazole”). Par ailleurs, des lignées de tournesol à forte teneur en huile (convenant pour la fabrication d'huile de cuisson) ont été sélectionnées, de nouvelles lignées de coton à cycles de végétation plus courts et rendement en fibres amélioré ont été produites, et de nouvelles variétés de colza, de moutarde, de tournesol et de coton résistantes aux insectes nuisibles et aux maladies ont été identifiées. Ce PRC a aussi permis de mettre au point des marqueurs moléculaires pour le soja, le tournesol, *Cuphea* et le coton, d'isoler et de transférer des gènes porteurs de propriétés lipidiques particulières, résistants aux insectes nuisibles et à la sécheresse, et de procéder à l'échange de matériel génétique, de gènes isolés et de séquences d'ADN entre les pays participants.

Quatre-vingt-treize nouvelles entrées ont été enregistrées dans la base de données FAO/AIEA sur les variétés de mutants officiellement mises en circulation. Au total, 1 961 variétés mutantes de plus de 163 espèces de plantes diffusées dans 62 pays sont maintenant répertoriées dans cette base de données.

Afin d'accroître la probabilité de sélection de variétés mutantes de bananier et de plantain résistant aux maladies, qui est actuellement limitée par le chimérisme, les Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf ont simulé une mutagenèse *in vitro* de méristèmes multicellulaires en induisant une mixoploïdie et en utilisant la cytométrie de flux comme moyen de détection. Il a été ainsi possible d'observer et de comprendre le processus de dissociation de chimères grâce à différentes techniques de multiplication. C'est celle des multi-apex qui s'est révélée la plus efficace, en abaissant le pourcentage de chimérisme de 100 % à 7 % après trois repiquages.

On a également utilisé certaines techniques des dihaploïdes, telles que la culture d'anthers, pour accélérer l'identification de mutants récessifs et purifier des mutants sélectionnés du riz. Chez la variété “Taipei 309”, l'embryogenèse du pollen était plus élevée dans les anthers cultivées provenant de la deuxième culture de plantes donneuses après récolte de la culture principale que dans celles issues de la première culture.

Un séminaire FAO/AIEA, organisé en octobre à Manille, a fait le point sur l'état actuel et l'orientation future des techniques de mutation et des techniques apparentées de génétique moléculaire appliquées à la phyto-biologie et à l'amélioration des cultures. Les exposés des participants ont montré clairement les progrès décisifs qui ont été accomplis et l'impact des techniques de mutation sur la mise au point et l'utilisation de variétés améliorées des diverses cultures qui jouent un rôle économique important dans la région. De l'avis général, les techniques de mutation devraient servir non seulement à améliorer les cultures principales, mais aussi à domestiquer celles qui ont un potentiel économique. L'utilisation des techniques apparentées de génétique moléculaire pour la caractérisation de lignées et de variétés issues de mutants témoigne des possibilités qu'elles offrent pour compléter et accélérer les programmes de sélection (sélection à l'aide de marqueurs, analyse de la diversité et établissement d'empreintes aux fins de la protection des variétés de plantes). Il a été demandé à l'Agence de dispenser une



formation et de communiquer des informations sur ces sujets, de manière à favoriser une diffusion plus large et plus efficace des méthodes moléculaires et des techniques de mutation modernes aux programmes d'amélioration des cultures dans la région.

## PRODUCTION ET SANTÉ ANIMALES

Un PRC sur le recours au RIA et à des techniques apparentées pour étudier comment améliorer les programmes d'insémination artificielle pour le bétail des régions tropicales et subtropicales a permis de créer une base de données internationale unique en son genre sur la situation actuelle en matière d'insémination artificielle dans 14 États Membres d'Asie et d'Amérique latine. L'étude, qui a porté sur environ 2 000 élevages où ont été effectuées près de 11 000 inséminations artificielles sur plus de 7 000 vaches, a révélé que les taux de conception à la suite d'inséminations artificielles étaient souvent bien inférieurs à ce que prévoient en général les nombreux organismes pourvoyeurs de ces services. En moyenne, 17 % des vaches (jusqu'à 40 % dans certains élevages) ont été accouplées à un mauvais moment du cycle œstral. Même chez celles qui avaient été accouplées à un moment propice, 25 à 50 % n'ont pas conçu ou ont perdu l'embryon dans les deux mois suivants. Cette expérience s'est soldée par un gaspillage des ressources disponibles et par des pertes économiques pour les éleveurs. Les problèmes que devaient résoudre les fournisseurs de services d'insémination artificielle et les éleveurs ont été recensés, des stratégies d'amélioration ont été mises à l'essai et les résultats ont été étudiés. C'est ainsi qu'au Sri Lanka par exemple l'application par les éleveurs de meilleures méthodes de gestion de la reproduction combinée à des services d'insémination artificielle plus efficaces a permis d'augmenter de 20 % le pourcentage des vaches en lactation à un moment donné, d'accroître la production laitière de 30 % et d'augmenter de 40 % le bénéfice net des éleveurs. Ce PRC a aussi permis de mettre

au point et de normaliser des méthodes — y compris un logiciel, appelé "AIDA" (Application de la base de données sur l'insémination artificielle) — qui sont maintenant adoptées à plus grande échelle dans les États Membres concernés ainsi que dans d'autres dans le cadre de projets de coopération technique régionaux et nationaux en Asie, en Afrique et en Amérique latine.

Les Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf ont mis au point un nouveau système de RIA par "auto-sensibilisation" qui fait appel à un anticorps monoclonal pour la mesure de la progestérone, contribuant ainsi au développement des techniques de RIA appliquées au dosage de la progestérone pour résoudre les problèmes sur le terrain et fournir des services diagnostiques présentant un intérêt direct pour les éleveurs. Ceci permet de réduire très nettement le coût du dosage des échantillons de lait et encourage des laboratoires nationaux sélectionnés des États Membres à se doter des moyens nécessaires à la production des réactifs essentiels. Dans le cadre de projets de coopération technique, on a dispensé une formation et mis en place l'infrastructure nécessaire pour permettre à chaque région géographique d'être en mesure de satisfaire à ses propres besoins en matière de RIA et pour favoriser la durabilité des applications qui permettront d'améliorer la production animale.

La fièvre aphteuse est toujours une des principales maladies qui limitent la production animale et le commerce du bétail. En Asie, un PRC conçu pour en améliorer le diagnostic et suivre les efforts déployés pour lutter contre cette maladie et l'éradiquer a été achevé. Grâce à la participation de laboratoires vétérinaires de la région, il a permis de mettre au point, de valider et de normaliser des tests spécifiques et sensibles aux fins du diagnostic. On s'est assuré de la compétence des laboratoires participants en procédant à un exercice d'assurance de qualité externe. Le développement de ces moyens diagnostiques dans la région a eu notamment pour résultats le lancement d'un programme multidonateurs de lutte contre la fièvre aphteuse et d'éradication de cette maladie en Asie, et la création en Thaïlande



d'un laboratoire régional de haute sécurité servant de laboratoire de référence pour cette maladie.

## LUTTE CONTRE LES INSECTES ET LES RAVAGEURS

En Argentine, un projet modèle de coopération technique sur l'éradication de la mouche des fruits à l'aide de la TIS a procuré des avantages économiques importants aux provinces du Rio Negro, de Neuquen et de Mendoza. Non seulement les applications d'insecticides ont fortement diminué dans les vergers commerciaux, mais le volume et la qualité de la production des fruits de climat tempéré se sont notablement améliorés depuis le début du projet et plusieurs vallées de culture fruitière ont été déclarées exemptes de mouches des fruits. Point très important, ce projet a fait que le Chili, pays voisin déjà reconnu au niveau international comme étant exempt de la mouche des fruits à la suite d'un précédent projet TIS, a pu permettre aux industries fruitières des provinces de Mendoza et de Patagonie d'exporter leur production à partir des ports chiliens. Les exportations de fruits de l'Argentine se montent déjà à environ 500 millions de dollars par an, et cet accès aux marchés des pays du Pacifique par l'intermédiaire du Chili devrait procurer d'autres avantages économiques substantiels à l'industrie fruitière argentine.

Des progrès ont été accomplis dans le cadre d'un projet TIS de coopération technique au Moyen-Orient: des mouches méditerranéennes mâles stériles ont été relâchées au-dessus de la plaine d'Arava, tant en Jordanie qu'en Israël, l'objectif étant d'établir des zones qui seront internationalement reconnues comme étant exemptes de ces mouches et de favoriser les exportations de fruits et de légumes. Les problèmes sensibles de logistique relatifs au transport sur une longue distance de mouches mâles stériles jusqu'à la région concernée et aux lâchers aériens sur les deux pays ont été résolus de manière satisfaisante, et la création de telles zones a procuré à ces derniers des avantages économiques importants. On peut mesurer

l'impact du projet au fait que six régions agricoles sont maintenant reconnues comme étant exemptes de mouches, et que la valeur économique des exportations de légumes a été multipliée par cinquante. Devant le succès de ce projet pilote et les avantages que présente pour l'environnement une utilisation réduite de pesticides, on se prépare à étendre les activités de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits à l'aide de la TIS dans le nord, à Gaza et dans d'autres régions agricoles, aussi bien en Israël qu'en Jordanie.

En Jamaïque, on a entrepris des lâchers hebdomadaires de lucilies bouchères stériles, qui constituent la phase terminale d'un travail de préparation intensif consistant à établir un projet national d'éradication de la lucilie bouchère, à procéder à des évaluations économiques et environnementales, à former le personnel, à recueillir des données de référence et à mettre en place une infrastructure. Compte tenu de ces activités actuellement en cours, les perspectives d'une éradication de cet insecte nuisible pour le bétail en Jamaïque semblent prometteuses. On entreprend des travaux préparatoires en vue du lancement d'un projet d'éradication similaire à Cuba qui, avec la République Dominicaine, est le dernier pays de la région à être actuellement infesté par cet insecte.

Une nouvelle souche de mouche méditerranéenne des fruits à sexage génétique a été mise au point aux Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf. Cette souche, qui contient du matériel génétique d'un grand nombre de populations de mouches méditerranéennes des fruits, est le produit d'une translocation qui permet d'accroître la stabilité pendant l'élevage en masse, et d'atténuer certains problèmes de contrôle de qualité associés aux souches précédentes. Elle a été expédiée en Afrique du Sud et en Australie pour être à nouveau mise à l'essai dans le cadre de programmes d'éradication de la mouche méditerranéenne des fruits à l'aide de la TIS, et sera fournie à des installations d'Argentine, du Chili, des États-Unis, du Guatemala et du Portugal.

Une unité prototype d'élevage des mouches tsé-tsé mise au point pour réduire les coûts de



l'élevage en masse, et plus perfectionnée qu'un modèle antérieur fabriqué aux Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf, a été expédiée à trois installations africaines pour être évaluée dans des conditions locales et avec différentes espèces de mouches tsé-tsé. Son fonctionnement exige un protocole simple qui fixe le nombre correct et le sexe des mouches à introduire dans les cages de production. Ce protocole a été évalué et appliqué à l'entretien courant des colonies de mouches à Seibersdorf, permettant ainsi de réaliser des gains importants de temps et de main-d'oeuvre.

## PROTECTION DES ALIMENTS ET DE L'ENVIRONNEMENT

Une conférence internationale sur l'emploi de l'irradiation pour garantir la salubrité et la qualité des aliments, organisée en octobre à Antalya (Turquie), a permis d'évaluer la situation actuelle et les perspectives futures dans ce domaine. Elle s'est tenue à un moment où l'irradiation, mieux acceptée en tant que traitement sanitaire et phytosanitaire des aliments et des denrées agricoles, se développe de plus en plus et où la recrudescence des maladies transmises par des bactéries et des parasites pathogènes dans les aliments a porté la question de la salubrité des produits alimentaires au premier plan des préoccupations sanitaires du public. Les participants à la conférence ont réaffirmé que la salubrité et l'adéquation nutritionnelle des aliments irradiés produits dans de bonnes conditions ne sont plus remises en question, quelle que soit la dose absorbée. Ils ont aussi reconnu que l'irradiation en tant que procédé de pasteurisation/décontamination par le froid des aliments d'origine animale et végétale constitue un maillon essentiel du système basé sur l'analyse des risques et la maîtrise des points critiques, qui est largement appliqué, voire imposé, par de nombreux pays pour garantir la salubrité de ces denrées.

Parmi les faits nouveaux concernant la protection des aliments et de l'environnement, on peut citer la coopération entre les pays d'Asie et du Pacifique dans le cadre du RCA qui a abouti à l'adoption d'un protocole

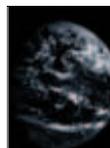
harmonisé sur l'irradiation comme traitement quarantenaire des produits horticoles frais, et l'élaboration de principes directeurs pour son emploi en tant que traitement phytosanitaire. Le protocole et les principes directeurs seront soumis au Secrétariat de la Convention internationale pour la protection des végétaux

***“Le Centre FAO/AIEA de formation et de référence pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires et des pesticides a continué d'aider les organismes nationaux chargés de la surveillance des aliments dans les États Membres en développement à renforcer leurs capacités d'analyse des contaminants.”***

aux fins de l'élaboration d'une norme internationale. Il convient également de mentionner les progrès accomplis par plusieurs pays asiatiques qui recourent à cette technique à l'échelle industrielle, et le fait que de nouvelles installations d'irradiation industrielles sont en construction au Bangladesh, en Chine, en Inde, en République de Corée et en Thaïlande.

Le mandat du Groupe consultatif international sur l'irradiation des denrées alimentaires (ICGFI) a été prorogé jusqu'en 2002 pour renforcer la participation de l'industrie alimentaire aux travaux du Groupe et favoriser la diffusion d'informations sur la sûreté et les avantages de l'irradiation des aliments auprès du public. A la demande de l'ICGFI, la Commission FAO/OMS du Codex Alimentarius a entrepris de modifier la Norme générale Codex pour les aliments irradiés en vue de supprimer la dose limite supérieure de 10 kGy.

Un PRC a permis d'évaluer les incidences d'applications répétées et prolongées de pesticides sur les propriétés des sols, ainsi que sur les populations microbiennes et les



processus biochimiques, la fixation et la libération des résidus de pesticides et la minéralisation des pesticides. On a utilisé comme radiotraceurs des composés marqués au carbone 14. Les résultats ont fait apparaître que certains pesticides inhibaient temporairement la croissance microbienne et divers processus biochimiques dans le sol, tandis que d'autres les stimulaient. Avec le temps, toutes les applications provoquaient une augmentation des quantités de résidus fixés par le sol. Par ailleurs, la minéralisation de pesticides radiomarqués était moins importante dans les sols soumis à des applications répétées de pesticides. Les informations obtenues permettront d'aider les États Membres à élaborer de meilleures stratégies de gestion des pesticides.

Le Centre FAO/AIEA de formation et de référence pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires et des pesticides des Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf a continué d'aider les organismes nationaux chargés de la surveillance des aliments dans les États Membres en développement à renforcer leurs capacités d'analyse des

contaminants, notamment dans le cadre des activités suivantes: organisation d'un atelier RCA aux Philippines et d'un cours FAO/AIEA interrégional sur les procédures d'assurance de la qualité appliquées aux analyses de mycotoxines et de résidus de pesticides à Seibersdorf; mise en place d'un système d'information international sur les contaminants et les résidus dans les aliments, qui permettra d'obtenir via Internet (<http://www.INFOCRIS.iaea.org>) des informations actualisées sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des contaminants qui limitent le commerce des aliments et des denrées agricoles, et mise au point de méthodes plus simples pour l'analyse de divers résidus. Par ailleurs, un atelier sur les principes et les pratiques relatifs à la validation des méthodes, organisé en Hongrie, a permis de mettre au point des principes directeurs pour la validation en laboratoire de méthodes d'analyse des composés organiques à l'état de traces qui seront examinés aux prochaines sessions des comités du Codex sur les résidus de pesticides et les résidus de médicaments vétérinaires pour être convertis en normes Codex.



# SANTÉ HUMAINE SANTÉ HUMAINE

## OBJECTIF DU PROGRAMME

**Renforcer la capacité des États Membres en développement de traiter les problèmes sanitaires importants par la mise au point et l'application de techniques nucléaires et connexes dans des domaines où elles présentent un avantage par rapport aux méthodes traditionnelles ou dans les domaines où elles constituent elles-mêmes la méthode traditionnelle.**

## APERÇU GÉNÉRAL

Comme précédemment, le programme a été essentiellement axé sur la lutte contre le cancer, les maladies infectieuses et la malnutrition à l'aide de mesures préventives. En médecine nucléaire, on a mis l'accent sur l'analyse coût-efficacité de radiopharmaceutiques peu onéreux, sur l'utilisation des isotopes en biologie moléculaire et sur l'application de nouvelles procédures pour le radio-immunos dosage. En radiothérapie et en radiobiologie, on a privilégié le développement de l'assurance de la qualité et notamment la mise au point de dispositifs d'immobilisation des patients et de protocoles pour les cancéreux atteints par le virus VIH. En octobre, l'Agence a été invitée à signer avec le Comité international des Poids et Mesures (CIPM) "l'Arrangement de reconnaissance mutuelle" pour les laboratoires de métrologie, ce qui devrait essentiellement lui permettre, entre autres avantages, d'améliorer les comparaisons interlaboratoires et les audits de la qualité qu'elle organise pour les laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LSED). Pour ce qui est des études en matière d'écologie sanitaire, on a élaboré de nouvelles stratégies pour les programmes d'intervention sanitaire et renforcé le réseau mondial des laboratoires d'analyse.



## MÉDECINE NUCLÉAIRE

En 1999, on a poursuivi les efforts visant à sensibiliser davantage les États Membres et à renforcer leur capacité d'appliquer de façon efficiente et rentable les techniques de médecine nucléaire *in vitro* et *in vivo* pour traiter les problèmes sanitaires importants et entreprendre des recherches fondamentales et cliniques dans des domaines pertinents. On a par exemple mis particulièrement l'accent sur les domaines suivants: mise au point de techniques diagnostiques *in vivo* et *in vitro* et de procédures de traitement avec des sources radioactives ouvertes; optimisation de la rentabilité des soins de santé grâce à des procédures de médecine nucléaire, élaboration de cours sur support multimédia et sur Internet, transfert de technologie aux États Membres pour la prise en charge de plusieurs affections cliniques, notamment l'hépatite virale, les troubles génétiques, les maladies coronariennes et infectieuses, le cancer et les maladies infantiles.

Dans le cadre d'un PRC, on a évalué, en tant que substance spécifiquement destinée à l'imagerie des bactéries, un nouveau radiopharmaceutique contenant un antibiotique radiomarqué qui se fixe sur les bactéries (technétium 99m-Infecton, produit dérivé de la Ciprofloxacine qui se fixe sur l'ADN gyrase de bactéries vivantes et permet de détecter une maladie infectieuse active). L'étude, à laquelle ont participé plusieurs centres et qui a été achevée en 1999, a abouti à l'élaboration d'une méthode de détection des infections bactériennes d'une sensibilité de 85 % et d'une spécificité de 83 %.

Un PRC régional sur la normalisation du traitement de l'hyperthyroïdie par l'iode 131 en vue d'optimiser les doses de rayonnements et les réactions au traitement a été achevé. Au cours d'un essai thérapeutique aléatoire basé sur le concept de la dose absorbée, 900 patients atteints d'hyperthyroïdie ont été traités à l'iode 131 (à des doses de 90 ou 60 Gy). Les meilleurs résultats ont été obtenus dans le groupe qui avait reçu la dose la plus élevée (90 Gy). On a également observé qu'il était possible de réduire sensiblement l'activité de l'iode 131 administrée en utilisant le lithium en tant qu'adjuvant.

Un PRC précédent avait aidé certains États Membres à se doter de moyens pour produire du samarium 153 dans leurs réacteurs. Par la suite, un nouveau PRC clinique visant à évaluer l'efficacité et la toxicité de radiopharmaceutiques au samarium 153 (EDTMP) pour le traitement de métastases douloureuses du squelette a été entrepris. L'analyse des données concernant 417 patients qui avaient été ainsi traités et suivis pendant 16 semaines a montré que les douleurs étaient sensiblement atténuées chez 73 % d'entre eux, chez lesquels on n'a observé que des effets hématologiques minimes ou faibles et aucune toxicité systémique. En outre, chez 82 % des patients qui avaient réagi au traitement, la prise d'analgésiques après la thérapie a été sensiblement réduite, voire complètement arrêtée; on considère donc qu'il est extrêmement rentable de traiter ainsi ce type de patients.

Le transfert de technologie de médecine nucléaire aux États Membres en développement dans le cadre de projets de coopération technique a notamment inclus les activités suivantes:

- Utilisation de sondes et d'amorces ADN radiomarquées pour dépister les familles atteintes par le syndrome de l'X fragile et la dystrophie musculaire au Costa Rica. Parmi les 17 familles chez lesquelles a été détecté le syndrome de l'X fragile, 73 personnes ont participé aux tests diagnostiques, et parmi les 18 chez lesquelles avait été dépistée une dystrophie musculaire, 72 personnes ont participé aux tests. Les personnes concernées ont été informées du risque d'avoir un enfant atteint de ces maladies.
- Transfert des méthodes relatives au dosage immuno-radiométrique de la protéine PS2 et aux récepteurs des oestrogènes, mises au point dans le cadre d'un PRC sur le diagnostic de tissus mammaires cancéreux, aux participants à un cours régional organisé pour dix pays de l'Asie de l'Est.
- Transfert à sept pays d'Amérique latine d'une nouvelle méthode peu onéreuse et synthétique de dépistage du virus de l'hépatite C à base de peptides mise au point par le Costa Rica.



- Mise au point d'une nouvelle version non protégée du logiciel Portable Image Processing. Ce logiciel est utilisé dans plus de 300 centres de médecine nucléaire pour diverses applications cliniques, dans le cadre de projets de modernisation de gamma-caméras couplées à des ordinateurs individuels standard et de la formation à l'acquisition et au traitement des images en médecine nucléaire.
- Production d'une cassette vidéo sur le contrôle de la qualité de caméras à scintillation simple tête qui a été utilisée dans diverses activités de formation et qui vient compléter un document technique de l'Agence sur le contrôle de la qualité des instruments de médecine nucléaire (IAEA-TECDOC-602).
- Prorogation du programme de formation à distance destiné à des techniciens de médecine nucléaire d'Afrique et d'Amérique latine.

Afin d'intégrer les services de médecine nucléaire dans les systèmes de soins de santé et de favoriser l'uniformité et la normalisation en ce qui concerne la mise en place de l'infrastructure, l'enseignement, la formation, les soins aux patients et la recherche, on a organisé une réunion de groupe consultatif pour élaborer un manuel pratique de médecine nucléaire en s'inspirant des publications relatives aux normes de sûreté de l'Agence.

## **RADIOBIOLOGIE APPLIQUÉE ET RADIOTHÉRAPIE**

On a continué à être attentif aux besoins des États Membres en développement en les aidant à déterminer et à acquérir les techniques de traitement curatif et palliatif du cancer par radiothérapie, à promouvoir l'assurance de la qualité clinique pour tous les aspects du traitement des patients et en mettant continuellement à jour les informations dont dispose l'Agence sur les techniques actuellement utilisées en radio-oncologie pour déterminer celles qui pourraient faire l'objet d'une diffusion plus étendue. Toutes ces activités ont été pleinement intégrées dans le programme de

coopération technique de l'Agence, essentiellement dans le cadre de projets régionaux.

On a rédigé un manuel pour montrer comment utiliser les dispositifs peu coûteux d'immobilisation des patients que l'Agence a mis au point et fournis en 1998, et on l'a également distribué dans le cadre de projets de coopération technique pertinents. On a aussi organisé en Tunisie un atelier interrégional sur ce même sujet.

Une réunion de groupe consultatif sur le rôle de la radiothérapie appliquée au traitement

***“On a rédigé un manuel pour montrer comment utiliser les dispositifs peu coûteux d'immobilisation des patients que l'Agence a mis au point et fournis.”***

des sidéens a été organisée à Vienne, en octobre. C'est là un sujet d'une importance capitale pour l'Afrique subsaharienne où la proportion de séropositifs peut dépasser 25 % dans certains groupes de population. Les cas de nombreux cancers associés à cette maladie, notamment la maladie de Kaposi, le lymphome non hodgkinien, le cancer spinocellulaire de la conjonctive et la maladie de Hodgkin sont plus de cinq fois plus fréquents. Les participants à la réunion ont abordé le problème de la prise de décisions (y compris celle consistant à n'administrer aucun traitement) dans le traitement radiothérapeutique des patients atteints par le virus VIH qui ont une espérance de vie limitée en raison du seul virus du SIDA et ont rédigé un document donnant des avis cliniques. La fourniture de données épidémiologiques par l'OMS/CIRC sur l'augmentation du nombre de cancers ont favorisé ces activités.

Les travaux relatifs à la mise au point de protocoles cliniques pour le traitement radiothérapeutique des cancers du col de l'utérus, des métastases osseuses et des cancers de l'oesophage à un stade avancé dans les pays en développement ont progressé. La méthode la



plus récente a obtenu le prix du protocole le plus innovant au congrès de la Société européenne de curiethérapie. La sélection des patients est maintenant achevée et les résultats préliminaires semblent satisfaisants. L'analyse définitive et la publication des résultats sont prévues en 2000.

Lors d'une réunion de groupe consultatif sur un système à débit de dose élevé avec chargement différé d'une microsource, organisée en avril à Vienne, on a examiné les avantages que présentent les appareils de curiethérapie équipés de telles sources. On a surtout noté le revirement qui s'opère aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement, où ces systèmes sont utilisés de préférence aux appareils à faible débit de dose, car ils permettent d'administrer un traitement de curiethérapie aux patients en consultation externe au lieu de les hospitaliser comme d'habitude deux ou trois jours.

En ce qui concerne la radiothérapie de haute technologie, une réunion de comité technique a été organisée en vue de faire le point sur l'état actuel de la radiothérapie par capture de neutrons par le bore. Les participants à la réunion ont examiné la situation actuelle dans ce domaine après 50 ans d'efforts visant à exploiter la réaction entre neutrons et bore dans un réacteur pour le traitement des tumeurs du cerveau et d'autres tumeurs malignes. Ils ont conclu qu'en dépit du perfectionnement des techniques d'utilisation du faisceau de neutrons, les résultats à ce jour n'ont fait apparaître aucun avantage clinique qui justifierait de les développer au-delà du stade expérimental.

## **DOSIMÉTRIE ET RADIOPHYSIQUE MÉDICALE**

A l'invitation du CIPM, l'Agence a signé "l'Arrangement sur la reconnaissance mutuelle des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie" ("l'Arrangement sur la reconnaissance mutuelle") pour le réseau AIEA/OMS de LSED, permettant ainsi aux laboratoires de

métrologie des rayonnements ionisants des pays en développement qui sont membres du réseau de LSED d'accéder à une reconnaissance internationale sans précédent dans le passé et de faire reconnaître au niveau international leurs étalons et leurs certificats d'étalonnage. La signature de cet arrangement impose naturellement des contraintes strictes sur la performance des LSED et obligera à rendre plus strictes les conditions fixées pour l'acceptabilité des résultats des comparaisons interlaboratoires et des contrôles de la qualité organisés par l'Agence pour les LSED.

Le réseau AIEA/OMS de LSED comprend actuellement 70 laboratoires et six organismes nationaux LSED dans 59 États Membres. Il comprend également 15 membres affiliés, des laboratoires primaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LPED), et cinq organisations internationales coopérantes. Un LSED, créé au Vietnam dans le cadre d'un projet de coopération technique, a été admis en tant que nouveau membre du réseau.

Au total, 70 étalons nationaux et chambres d'ionisation de référence ont été étalonnés à l'Agence pour les États Membres: environ 80 % d'entre eux servaient à la radiothérapie et 20 % à la radioprotection. L'Agence a également achevé la mise au point d'étalons de mesure des faisceaux utilisés pour la mammographie à des fins diagnostiques. L'étalon de référence de l'Agence a été étalonné au PTB, le laboratoire d'étalonnage allemand, et des services d'étalonnage des instruments de mesure utilisés pour la mammographie ont été mis à la disposition des États Membres.

Des contrôles de la qualité des doses et des comparaisons interlaboratoires ont été organisés en vue de vérifier la traçabilité des mesures et de contrôler la performance des LSED. Neuf LSED ont participé à des comparaisons interlaboratoires des facteurs d'étalonnage des chambres d'ionisation utilisées en radiothérapie et 25 à la vérification des dosimètres thermoluminescents (TLD) utilisés pour la dosimétrie aux fins de la radioprotection. Dans le cadre du contrôle des TLD utilisés en radiothérapie, on



a vérifié 123 faisceaux émis par des sources au cobalt 60 et des accélérateurs cliniques employés par des laboratoires ou supervisés par des LSED. Au titre d'un projet de l'Organisation européenne de métrologie qui s'achèvera en 2000, on a mis au point, en collaboration avec des LPED allemand et autrichien, des procédures pour les comparaisons interlaboratoires des facteurs d'étalonnage pour la radiologie utilisée à des fins thérapeutiques et diagnostiques (mammographie).

On a mené une enquête sur les activités des membres du réseau de LSED. Les résultats ont montré qu'environ 70 % des laboratoires participent à des programmes d'assurance de la qualité pour la radiothérapie par le biais de services postaux de dosimétrie par thermoluminescence ou de visites dans les hôpitaux. Par ailleurs, près de 30 % des LSED ont commencé à étalonner des sources et du matériel de curiethérapie et 20 % commenceront bientôt à le faire. En ce qui concerne la dosimétrie des rayons X, 40 % des LSED étalonnent des instruments utilisés en radiologie diagnostique.

Le service postal d'assurance des doses AIEA/OMS chargé de surveiller l'étalonnage des faisceaux de radiothérapie utilisés dans des hôpitaux du monde entier a vérifié 377 faisceaux, dont 228 étaient des faisceaux émis par des sources au cobalt 60 et 149 des faisceaux de rayons X de haute énergie émis par des accélérateurs cliniques. Le pourcentage des écarts situés dans la fourchette des limites acceptables ( $\pm 5$  %) est passé d'environ 65 % dans le passé (81 % en 1998) à 87 %. En ce qui concerne les écarts situés en dehors de cette fourchette, l'Agence a lancé un programme de suivi régulier, en contactant les hôpitaux soit directement, soit par l'intermédiaire de l'OMS (OPS) pour trouver l'origine de ces écarts et soumettre les TLD à des irradiations successives. Après analyse de ce programme, on a constaté que 39 % des hôpitaux avaient amélioré leurs résultats au cours d'une irradiation complémentaire, mais que 18 % des écarts subsistaient. En conséquence, l'Agence est en train d'établir un mécanisme pour rechercher les causes de ces écarts persistants et les résoudre, et afin de déterminer les

raisons pour lesquelles certains dosimètres soumis à une irradiation complémentaire n'ont pas été renvoyés pour analyse. On a aussi noté les problèmes qui se posent dans les hôpitaux qui ne participent pas régulièrement à des contrôles externes: 102 installations de radiothérapie de 92 hôpitaux situés pour la plupart en Europe orientale et en Asie, qui n'avaient jamais été vérifiées auparavant, ont été incluses dans le programme de dosimétrie par thermoluminescence AIEA/OMS, ce qui a permis de constater que 65 % seulement des

***“Lors d'un PRC sur l'application de techniques nucléaires pour la prévention de maladies dégénératives chez les personnes âgées, on a établi un protocole pour la normalisation des techniques nucléaires et isotopiques.”***

résultats obtenus lors de cette première participation se situaient dans la fourchette de  $\pm 5$  %.

Compte tenu du retour d'information positif sur l'aide que fournit l'Agence pour mettre en place des programmes nationaux d'assurance de la qualité en radiothérapie au moyen de la dosimétrie par thermoluminescence, cinq nouveaux pays ont bénéficié d'une assistance dans le cadre d'un PRC pour entreprendre des programmes nationaux. En outre, dans le cadre d'un projet de coopération technique concernant l'Amérique centrale et les Caraïbes, on a mis en place un système de contrôles réciproques de la qualité *in situ* qui permet à des physiciens de divers établissements de radiothérapie de la région de procéder à des mesures de contrôle de la qualité dans d'autres hôpitaux et d'autres pays.

Soixante-treize faisceaux de sources au cobalt 60 et trois faisceaux d'électrons ont été vérifiés dans des installations industrielles et des établissements de recherche des États Membres par l'intermédiaire du Service international d'assurance des doses.



Un projet régional de coopération technique visant à mettre en place un cours de physique médicale de niveau maîtrise qui soit commun à l'Amérique latine a été entrepris. Le cours, qui sera organisé successivement dans plusieurs universités régionales, vient de commencer au Venezuela après examen écrit des candidats de la région. Certains d'entre eux bénéficieront d'une bourse de l'Agence pour suivre cet enseignement basé sur un programme commun qui sera dispensé par des professeurs de plusieurs pays.

### ÉTUDES EN MATIÈRE DE NUTRITION ET D'ÉCOLOGIE SANITAIRE

Les techniques nucléaires et isotopiques ont été utilisées pour améliorer les techniques de surveillance de la nutrition et déterminer des stratégies efficaces pour des plans d'intervention nutritionnelle concernant en particulier des groupes vulnérables de régions en développement à travers le monde. A cet égard, un projet de plan thématique intitulé "Évaluations isotopiques pour accroître la valeur des interventions nutritionnelles" a été élaboré afin de servir de modèle pour des projets régionaux de coopération technique dans les régions "Amérique latine" et "Asie de l'Est et Pacifique". Le projet concernant l'Amérique latine est axé sur l'évaluation des programmes d'intervention nutritionnelle à l'aide d'isotopes. Celui concernant la région "Asie de l'Est et Pacifique" a pour principal objectif de mesurer l'efficacité d'une

supplémentation en multinulements à l'aide d'isotopes stables.

On a entrepris d'évaluer dans des pays en développement les réserves de vitamine A dans le corps et la biodisponibilité de la provitamine A en recourant à la cinétique *in vivo* et à la méthode qui fait appel au rétinol 2H. Les résultats ont permis d'avoir une idée plus précise des réserves de rétinol dans le corps entier et d'établir un bilan vitamine A chez les mères et les enfants. La technique isotopique susmentionnée peut être utilisée pour surveiller ce bilan quand on évalue l'efficacité des programmes de supplémentation en vitamine A. En outre, un PRC sur la mise au point et l'application de techniques isotopiques aux études sur l'apport en vitamine A a été achevé. La principale conclusion qui en a été tirée est qu'en cas de supplémentation en vitamine A aux fins de l'enrichissement des aliments et de l'amélioration de l'alimentation, la technique de la dilution isotopique faisant appel à la vitamine A marquée au deutérium se révélait être moins invasive que d'autres méthodes traditionnelles utilisées précédemment pour évaluer les réserves dans le corps, comme celle qui consiste à mesurer directement le taux de vitamine A par des biopsies du foie. Combinée à d'autres méthodes traditionnelles, à savoir la détermination de rétinol dans le sérum et l'empreinte cytologique oculaire, cette technique permet de définir plus précisément le bilan vitamine A, notamment dans les groupes vulnérables, tels que les enfants, les femmes enceintes et celles qui allaitent.

### Lichens et Mousses — Des indicateurs biologiques de la pollution environnementale

Les lichens et d'autres plantes basses, qui n'ont pas de racines, tirent leurs nutriments directement de l'air. Si les matières absorbées ne sont pas métabolisées, ce qui est le cas pour de nombreux métaux lourds (radioactifs ou stables), elles s'accumulent dans ces plantes au fil du temps. On a entrepris un PRC pour évaluer dans quelle mesure divers organismes pouvaient servir d'indicateurs biologiques du dépôt dans l'atmosphère d'éléments traces. En conséquence, on a recensé dans diverses zones climatiques plusieurs types de mousses, de lichens et de plantes basses qui permettraient de surveiller à long terme la pollution atmosphérique dans ces zones. On s'est servi des techniques nucléaires et des techniques d'analyse connexes pour démontrer la présence de polluants environnementaux non radioactifs. On a également entrepris une comparaison interlaboratoires d'échantillons de lichens pour appuyer les activités de contrôle de qualité nécessaires. ■



On a appliqué la technique cinétique utilisant le deutérium comme marqueur pour évaluer la prise de lait maternel et la composition corporelle en recourant à la spectroscopie infrarouge et à la spectrométrie de masse isotopique. Un projet modèle de coopération technique entrepris au Sénégal a permis de l'implanter avec succès sur le terrain et de fournir une assistance technique à d'autres pays africains. En outre, à la suite d'un PRC sur les évaluations isotopiques de la nutrition maternelle et infantile aux fins de la prévention des retards de croissance chez l'enfant, cette technique est largement employée dans les pays d'Amérique latine et au Pakistan, ainsi que dans le cadre d'un nouveau PRC sur les évaluations isotopiques pour surveiller la croissance des nouveau-nés entrepris en collaboration avec le programme de surveillance de la croissance de l'OMS.

Selon l'OMS et d'autres organisations internationales, les maladies chroniques liées au vieillissement deviennent un problème sérieux dans de nombreux pays en développement, en particulier dans ceux où la situation nutritionnelle et démographique est en train de changer. On a lancé un PRC sur l'application de techniques nucléaires pour la prévention de maladies dégénératives chez les personnes âgées, afin de déterminer les mécanismes de déclenchement de ces maladies et de définir de meilleures méthodes de prévention. Au cours de la première réunion de coordination de la recherche organisée en mai, à Vienne, on a établi un protocole pour la normalisation des techniques nucléaires et isotopiques, notamment de l'évaluation d'un modèle homéostatique pour mesurer la sensibilité à l'insuline et des méthodes de détermination de la composition corporelle, des substrats et du métabolisme de l'énergie.

Une réunion de groupe consultatif sur la nutrition à laquelle ont participé des scientifiques de pays développés et de pays en développement, des représentants de l'OMS et de l'Institut sur les éléments traces pour l'UNESCO s'est tenue en novembre. Elle avait pour objet de faire le point sur les travaux de l'Agence relatifs à la nutrition et de mettre au point des recommandations

précises sur le développement des techniques isotopiques appliquées aux domaines concernant la santé humaine en vue de projets et activités futurs.

Dans le cadre de deux PRC, on a établi un réseau mondial de stations de surveillance pour déterminer la composition élémentaire de fractions de particules en suspension dans l'air ( $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$ ). On a entrepris des études épidémiologiques au titre de ces projets afin d'établir un lien entre les résultats des analyses chimiques et les maladies pulmonaires et autres diagnostiquées dans les populations et chez les travailleurs exposés.

Pour appuyer les activités de contrôle de la qualité des analyses, on a procédé, en recourant à diverses techniques d'analyse, à une comparaison interlaboratoires pour déterminer des éléments mineurs et des éléments traces dans les poussières urbaines, prélevées en l'occurrence à Vienne et à Prague et introduites artificiellement dans des filtres à air (pour en évaluer l'hétérogénéité). On a ainsi préparé un grand nombre de filtres et on les a caractérisés pour les utiliser ultérieurement quand il s'agira de tester la compétence des laboratoires participants.

On a officialisé encore davantage le réseau international de laboratoires d'analyse pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement (ALMERA) en invitant par courrier les États Membres à désigner un ou plusieurs laboratoires pour le réseau. Plus de 40 pays ont répondu en proposant au total 74 laboratoires. On a procédé au premier test de compétence qui portait sur l'analyse du plutonium, de l'américium, du strontium 90 et de radionucléides émetteurs gamma.

A l'appui de l'assurance de la qualité des analyses effectuées dans le cadre d'études environnementales, on a caractérisé, à l'aide de diverses techniques d'analyse, deux matières, à savoir les lichens IAEA-336 et IAEA-338, pour déterminer leur composition élémentaire. Dans le cadre d'un PRC concernant l'homme asiatique de référence, on a procédé à l'analyse de divers éléments traces en vue de la certification d'une matière de référence pour l'alimentation japonaise.



# ENVIRONNEMENT MARIN, RESSOURCES EN EAU ET INDUSTRIE

## ENVIRONNEMENT MARIN, RESSOURCES EN EAU ET INDUSTRIE

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Améliorer l'aptitude des États Membres à: surveiller et évaluer la radioactivité dans l'environnement marin afin de protéger celui-ci, et à utiliser des techniques nucléaires et des isotopes de l'environnement pour mieux comprendre et évaluer les processus marins et la pollution marine; recourir aux techniques isotopiques et nucléaires appropriées pour la planification et la gestion du cycle de l'eau et pour mieux comprendre l'impact hydroclimatique des activités humaines; adapter et utiliser des technologies faisant appel aux rayonnements et aux radiotraceurs pour améliorer la productivité industrielle et réduire au minimum les risques pour l'environnement.

### APERÇU GÉNÉRAL

Le programme de l'Agence sur l'environnement marin reste axé sur la protection des océans et des mers côtières grâce à la surveillance et l'évaluation de la radioactivité ainsi qu'à l'utilisation des techniques nucléaires et isotopiques pour comprendre le devenir et le comportement des polluants. Les contributions les plus notables de l'Agence en 1999 ont été le développement des capacités, l'assurance de la qualité, la diffusion de matières de référence et de méthodes, la formation et la participation à des campagnes océanographiques pour prélever les échantillons marins dans l'océan Austral et au large des côtes marocaines.

Dans le cadre de ses travaux relatifs à la gestion des ressources en eau, l'Agence a mis au point une méthodologie isotopique pour évaluer le renouvellement des eaux souterraines dans les zones qui manquent d'eau. Cette méthodologie aidera les États Membres dans la gestion de leurs ressources en eau. Les travaux visant à affiner les techniques de mesure et d'interprétation des données isotopiques se sont poursuivis, les questions spécifiques de gestion des



ressources en eau dans tel ou tel État Membre étant traitées dans le cadre du programme de coopération technique.

Dans le domaine des applications industrielles, des PRC ont permis de mettre l'accent sur les techniques de radiotraitement pour la fabrication de biomatériaux et de caoutchouc vulcanisé. Les travaux ont porté sur l'utilisation des faisceaux d'électrons pour traiter l'eau polluée et les effluents industriels contaminés par des matières organiques, et ont suscité de nombreuses études pilotes en vue d'éventuelles applications à grande échelle. Des États Membres en développement ont reçu de la documentation et bénéficié de cours de formation sur les procédures d'essais non destructifs et sur l'utilisation des traceurs et des jauges nucléaires.

## MESURE ET ÉVALUATION DES RADIONUCLÉIDES DANS L'ENVIRONNEMENT MARIN

Un système novateur de surveillance de la radioactivité marine par moniteurs gamma fixes avec transmission des données par satellite a été mis au point par le LEM de l'AIEA et a été installé en avril dans la baie de Monaco pour mise à l'essai et évaluation des résultats. Il peut enregistrer et transmettre des informations sur des radionucléides émetteurs gamma dans l'eau de mer et sur une série de paramètres, dont la température de l'eau de mer, la salinité, la vitesse et le sens du courant, mais aussi générer des enregistrements continus à long terme de la radioactivité marine en des points d'observation répartis dans toutes les mers du globe. Très utile pour l'évaluation de l'impact d'installations nucléaires dans des situations normales ou d'urgence et pour l'inventaire des sites d'immersion de déchets, il peut également servir de système-sentinelle au large des côtes ou en haute mer, dans les zones de pêche ou le long des grands axes de navigation. Le système s'est bien comporté sur une période d'essai de huit mois, atteignant comme prévu la sensibilité de 4 Bq/m<sup>3</sup> pour la concentration de césium 137 dans l'eau. Il sera en principe installé en 2000 en mer d'Irlande pour étudier le transport à long terme du césium 137 rejeté

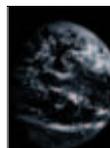
par l'installation de retraitement de combustible nucléaire de Sellafield.

Dans le cadre d'un projet de recherche sur la radioactivité marine mondiale (MARS), appuyé par le Gouvernement japonais, l'Agence a participé à l'expédition ANTARES IV organisée par des organismes français dans l'océan Austral. Il a été procédé au prélèvement d'échantillons d'eau de surface, de trois profils hydriques à 5 000 mètres de profondeur, ainsi que de plancton et de poissons. Il s'agit d'étudier le mouvement vertical des radio-

***“Un système novateur de surveillance de la radioactivité marine par moniteurs gamma fixes avec transmission des données par satellite a été mis au point par le LEM de l'AIEA.”***

nucléides dans l'océan. Le LEM a pour la première fois effectué directement à bord des analyses du thorium 234 à courte période en faisant appel aux techniques les plus récentes. Les déséquilibres thorium 234/uranium 238 ont servi à étudier le transport des particules de la zone photique supérieure vers les eaux plus profondes.

Au cours de la première réunion de coordination de la recherche pour un PRC sur la radioactivité marine mondiale, un système d'informations géographiques a été mis au point pour évaluer la radioactivité marine dans les océans et les mers. On a pris comme isotopes représentatifs des radionucléides provenant d'activités humaines dans l'environnement marin l'hydrogène 3, le carbone 14, le strontium 90, l'iode 129, le césium 137, le plutonium et l'américium, et on a établi les principaux modes de répartition de ces isotopes. L'évaluation des sources de radioactivité marine due aux activités humaines montre que les retombées mondiales constituent toujours la plus grande source de radioactivité dans les océans, même si, dans certaines zones, elles sont inférieures aux rejets imputables aux installations de retraitement



du combustible nucléaire (en mer d'Irlande et en mer du Nord par exemple) ou à l'accident de Tchernobyl (en mer Baltique et en mer Noire).

Des radioanalyses ont été effectuées sur une grande variété d'échantillons prélevés dans les océans Indien et Pacifique et dans la mer Caspienne. Les répartitions uniformes du strontium 90, du césium 137, du plutonium et de l'américium observées dans le nord de l'océan Indien confirment que les retombées mondiales constituent la principale source de radioactivité marine d'origine humaine dans cette région. Les taux d'activité plus élevés du plutonium 238/plutonium 239+240 observés dans l'océan Indien sont dus à la présence dans les eaux de surface de résidus de plutonium 238 provenant du satellite SNAP qui s'était consumé à haute altitude au-dessus du canal du Mozambique en 1964. La comparaison des profils du plutonium dans la colonne d'eau obtenus au cours de diverses expéditions dans le nord-ouest de l'océan Pacifique a permis de mettre en évidence, concernant les concentrations de cet élément dans l'eau de mer, des diminutions considérables avec le temps. Les quantités de sédiments contenant du plutonium, calculées à partir de données stockées dans la base de données sur la radioactivité marine mondiale, diminuent lorsqu'on se déplace des sites d'essais des îles Marshall vers la zone centrale du nord-ouest et vers le nord-est de l'océan Pacifique. Ces calculs concordent avec des observations antérieures qui ont montré que le nord-ouest du Pacifique a été touché par des retombées à la fois mondiales (stratosphériques) et troposphériques (imputables aux essais nucléaires effectués sur les atolls de Bikini et de Enewetak et dans les îles Marshall), tandis que le nord-est du Pacifique n'a été touché que par des retombées mondiales. Les analyses de l'hydrogène 3, du strontium 90, du césium 137, du plutonium et de l'américium dans les eaux de surface et dans la colonne d'eau de la mer Caspienne indiquent que les bassins profonds marins sont ventilés rapidement, le temps de renouvellement des eaux étant estimé à 200 ans environ. Les taux de radionucléides observés dans l'eau de mer peuvent s'expliquer par les retombées mondiales, et aucune autre source de radioactivité marine

due à l'homme n'a pu être relevée sur les sites d'échantillonnage étudiés.

Dans le cadre du programme de services de contrôle de la qualité des analyses (SCQA) concernant les radionucléides dans l'environnement marin, un exercice de comparaison portant sur le sédiment du lagon de Fangataufa IAEA-384 a été achevé et une matière de référence a été distribuée, laquelle a été certifiée pour 20 radionucléides anthropiques et naturels, ce qui porte à 38 le nombre total de ces matières. De nombreux laboratoires des États Membres ont utilisé ces matières de référence pour l'assurance/contrôle de la qualité des analyses, l'élaboration de nouvelles méthodes et la formation.

L'appui au programme de coopération technique de l'Agence s'est traduit notamment par le renforcement scientifique et technique du projet de coopération technique intitulé "Évaluation du milieu marin dans la région de la mer Noire". Ce projet a permis de renforcer les capacités d'évaluation de la radioactivité marine et de coordonner la surveillance à l'échelle régionale. Il a par ailleurs mis en évidence l'absence d'informations antérieures dans cette région sur le polonium 210 naturel auquel est imputable la majorité de la dose reçue par les voies d'exposition marines. Les moyens développés dans le cadre de ce projet ont donc permis d'acquérir de nouvelles informations sur le polonium 210. Les chronologies des sédiments ont été étudiées en employant la technique de datation au plomb 210 afin de reconstituer l'histoire de la contamination de différentes zones de la mer Noire. La présence dans cette mer de strontium 90 et de césium 137 acheminés par les grands fleuves a été mise en évidence et la surveillance de 14 points au large des côtes de la mer Noire a été entreprise.

Un nouveau projet de coopération technique sur la surveillance de la pollution marine fait le point sur la contamination de la partie sud de la mer Méditerranée par des radionucléides, des métaux lourds et des composés organiques. Simultanément, une capacité régionale est mise en place dans les États Membres d'Afrique du Nord en vue de la surveillance de la pollution marine. Dans le cadre de ce projet,



une croisière a été organisée conjointement par l'AIEA et le Maroc pour évaluer la contamination de l'eau de mer, du biote et des sédiments au large des côtes atlantique et méditerranéenne du Maroc. En outre, les mesures effectuées à bord pendant la croisière ont permis d'obtenir des profils à haute résolution de paramètres physiques et chimiques tels que la conductivité, la température, l'oxygène dissous, et les nitrates et nitrites présents dans la colonne d'eau.

### **TRANSFERT DES RADIONUCLÉIDES DANS L'ENVIRONNEMENT MARIN**

Les études nucléaires expérimentales ont été axées sur l'utilisation des radiotraceurs pour évaluer la bio-accumulation, la rétention et les facteurs de transfert de radionucléides radiologiquement importants et de métaux lourds toxiques dans les organismes marins mondialement présents dans les chaînes alimentaires océaniques. La mise en place, au LEM de l'AIEA, de nouveaux aquariums expérimentaux capables de simuler différents écosystèmes marins, a grandement facilité les études par radiotraceurs d'espèces difficiles à maintenir en captivité, comme les céphalopodes, ou calamars, espèce prédatrice servant de source d'alimentation de base tant aux mammifères marins qu'aux humains. Afin de suivre l'absorption et la répartition des radionucléides et des métaux dans ces animaux ubiquitaires, la seiche commune a été exposée à de l'eau et à des aliments contenant des radiotraceurs. Ces deux voies d'exposition ont entraîné une forte accumulation de contaminants dans la glande digestive. Des personnes qui consommeraient ces céphalopodes ne subiront guère d'effets négatifs dus à une telle bio-accumulation et rétention de contaminants dans un organe non comestible de la seiche, mais en revanche, les grands prédateurs marins comme la baleine qui se nourrissent de calamars, risquent d'être exposés à de fortes concentrations de métaux toxiques passant dans leur chaîne alimentaire. Un tel mécanisme de transfert pourrait expliquer les très fortes concentrations de cadmium et de divers métaux lourds chez les baleines et autres mammifères marins.

On s'intéresse tout particulièrement en ce moment à un autre groupe d'organismes marins, le plancton gélatineux (méduses), dont la prolifération périodique pose des problèmes tant à l'industrie de la pêche qu'à celle du tourisme. On pense que ces attaques se produisent dans les zones polluées et soumises à des variations d'apports en nutriments. Des méduses benthiques et pélagiques ont été soumises, dans des conditions expérimentales contrôlées, à une même série de métaux et de radionucléides qui s'est ensuite accumulée et a

***“Les méthodologies des radiotraceurs sont très prometteuses comme moyen rapide et relativement bon marché de suivre le comportement des contaminants et d'identifier les organes et les tissus cibles dans une espèce marine donnée.”***

été retenue dans leurs tissus. L'accumulation accrue d'argent chez une espèce vivant sur le fond marin, *Cassiopea*, est tout à fait frappante, et donne à penser que cette espèce particulière pourrait servir de bio-indicateur de la contamination par l'argent, laquelle est à son tour un marqueur chimique pour les eaux usées domestiques. Qui plus est, cette espèce de méduse se nourrit essentiellement par photosynthèse des petites cellules de plantes situées dans ses propres tissus. Les études par radiotraceurs effectuées dans des conditions de lumière ou d'obscurité donnent à penser que ces cellules peuvent effectivement jouer un grand rôle dans l'absorption et la rétention de ces contaminants par la méduse.

Le plomb est un autre métal toxique que des particules peuvent libérer sous une forme dissoute, plus biodisponible, dans des zones comme les estuaires, généralement soumises à de grandes variations de salinité. Des crevettes des estuaires exposées à du plomb 210 ont accumulé rapidement les radiotraceurs dissous et atteint en deux jours seulement des facteurs de concentration allant jusqu'à 100. Dans le cas du plomb, près de la moitié de la quantité absorbée était



localisée dans l'exosquelette, dont la crevette se débarrasse périodiquement à mesure qu'elle se développe. Pour les métaux réactifs en surface, comme le plomb, ce type de mécanisme physiologique peut expliquer la faible rétention métallique chez cette espèce de crevette et, en fin de compte, pour l'homme, le transfert restreint du plomb à travers la chaîne alimentaire marine.

Le transfert et le devenir des contaminants toxiques organiques peuvent aussi être évalués par les techniques nucléaires. Des étoiles et oursins de mer par exemple, qui vivent au fond des mers, ont été exposés au composé chimique n° 153, le polychlorobiphényl (PCB) marqué au carbone 14, extrêmement toxique, présent dans l'eau et dans leur nourriture naturelle. On s'est aperçu que l'eau était la principale voie d'absorption et que ce composé PCB était concentré essentiellement dans la paroi de l'organisme et dans les podia plutôt que dans les organes externes. L'étude de la chaîne alimentaire par radiotraceurs a montré par ailleurs que le type de la nourriture contaminée influençait fortement le degré d'assimilation du PCB par l'animal, puis sa répartition entre les différents tissus.

Les divergences importantes dans la localisation des différents contaminants dans les tissus des différents organismes marins constituent l'un des résultats des plus frappants de toutes les études de laboratoire entreprises sur les radiotraceurs, d'où la difficulté de généraliser sur le comportement

d'une classe de contaminants dans le biote marin. Il ne fait pas de doute que les méthodologies des radiotraceurs sont très prometteuses comme moyen rapide et relativement bon marché de suivre le comportement des contaminants et d'identifier les organes et les tissus cibles dans une espèce marine donnée.

Les travaux effectués en mer ont continué à porter sur l'évaluation de la séquestration et de l'élimination du carbone des eaux de surface dans le nord-ouest de la Méditerranée. Les études sur les séries chronologiques longues, couvrant à présent plus d'une décennie (1987-1999), commencent à porter leurs fruits, en révélant des tendances à fréquence de plus d'une année. En plus du cycle annuel, où les fortes exportations de carbone se produisent en hiver et au printemps et les faibles exportations en été et en automne, une oscillation interannuelle d'environ quatre ans semble se produire dans le flux du carbone vers les fonds. En outre, les apports sporadiques mais intenses de poussière saharienne transportée à la surface de la mer peuvent provoquer des augmentations des flux de carbone à la fois sous l'action directe de fines particules terrestres et par accroissement de la productivité biologique de la colonne d'eau (effets de fertilisation). Ces changements, opérés à différentes échelles de temps, font ressortir la complexité des mécanismes qui interviennent dans la production de matière particulaire organique dans les eaux de surface, dans la réduction concomitante du dioxyde de carbone dissous, et dans la capacité

### Nouveaux aquariums expérimentaux au Laboratoire de l'environnement marin à Monaco

Cette année a vu le démarrage et l'expansion des nouvelles installations expérimentales modernes du Laboratoire de l'environnement marin destinées à la recherche et à la formation en radio-écologie marine. Ces laboratoires spéciaux sont équipés de différents mésocosmes de 70 à 3 000 litres. Les aquariums contrôlés peuvent être réglés automatiquement à différentes températures et salinités afin de simuler parfaitement différents écosystèmes marins, des estuaires à la haute mer. Cela a permis l'application des radiotraceurs et des méthodologies isotopiques pour évaluer le transport, le comportement et le devenir des radionucléides et des contaminants toxiques à l'état de traces dans des environnements marins délicats (comme les zones côtières de la Méditerranée et de l'Atlantique, les récifs coralliens tropicaux et les régions pélagiques tempérées). Des titulaires de bourses de l'Agence et d'autres stagiaires des États Membres ont commencé à utiliser ces installations afin d'évaluer l'utilité de divers organismes marins comme 'espèces bio-indicatrices' pour différents contaminants mesurés dans le cadre des programmes nationaux respectifs. ■



accrue de l'océan à absorber le dioxyde de carbone de l'atmosphère.

Parallèlement à ces études à visée climatique, les techniques nucléaires ont été mises à profit dans une expérience *in situ* pour comparer les mesures du flux descendant de particules et de carbone avec les estimations par ordinateur de l'élimination des particules des eaux de surface. Trois modèles de pièges à sédiments couramment utilisés par la communauté océanographique internationale ont été déployés en mer pendant un mois, au printemps, et on a comparé les flux mesurés avec des estimations indirectes des flux de carbone basées sur les déséquilibres entre le thorium 234 et l'uranium 238. On a constaté que les résultats obtenus avec les trois modèles de pièges correspondaient à la dynamique des particules dans la colonne d'eau durant la période des prélèvements, et que les estimations des flux de carbone fondées sur les déséquilibres de ces radionucléides naturels concordent parfaitement avec les mesures directes effectuées *in situ*.

## **SURVEILLANCE ET ÉTUDE DE LA POLLUTION MARINE**

On a continué de recourir aux techniques isotopiques faisant appel au carbone en les associant à des méthodes de séparation chromatographique en phase gazeuse pour détecter et évaluer les sources de matières organiques comme le carbone présentes dans l'environnement marin. On a également effectué des études sur les variations du carbone 13 dans les molécules de lipides synthétisées par les cultures de divers organismes photosynthétiques. Des différences notables dans les rapports isotopiques du carbone ont été observées dans les molécules de lipides synthétisées par un même organisme et dans des molécules appartenant à la même classe de lipides. Ces différences seront toutes prises en compte pour déterminer les sources de marqueurs biologiques et pour mieux comprendre les processus biochimiques dans l'environnement.

Un spectromètre de masse Finnigan haute résolution à couplage inductif pour l'analyse

élémentaire a été mis en place en 1999. Les opérations de préparation et d'analyse d'échantillons ont été perfectionnées de manière à faire pleinement usage des possibilités d'introduction d'échantillons à flux peu élevé. Plusieurs projets ont porté sur les capacités concernant les instruments, en particulier la haute résolution et les limites de détection de l'ordre du femtogramme. Des échantillons de la mer Égée et du golfe Persique ont été analysés pour y déceler la présence de métaux à l'état de traces, d'éléments de terres rares et d'isotopes de l'uranium.

Une nouvelle matière de référence (Sédiment estuarien IAEA-408) a été produite et est maintenant à la disposition de la communauté scientifique internationale. Elle a été certifiée pour des polluants tels que les pesticides organochlorés, les hydrocarbures de pétrole et les PCB.

Dans le cadre du programme de l'Agence visant à appuyer les efforts des États Membres pour surveiller la pollution, des enquêtes sur la contamination par les hydrocarbures pétroliers et les métaux toxiques ont été effectuées dans la zone couverte par l'Organisation régionale pour la protection du milieu marin (ROPME) dans le golfe Persique. En outre, des comparaisons interlaboratoires par les techniques d'échantillons fractionnés ont été effectuées sur des contaminants métalliques et organiques dans les sédiments et le biote, avec la participation de laboratoires des régions de la ROPME, de la mer Noire et de la Méditerranée.

## **MISE EN VALEUR ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU**

Le dixième Colloque sur l'application des techniques isotopiques à la mise en valeur et à la gestion des ressources en eau s'est tenu en mai à Vienne. Organisé par l'Agence tous les quatre ans, il était coparrainé par l'UNESCO, l'OMM et l'Association internationale des sciences hydrologiques (AISH). Des présentations ont été faites sur les applications des isotopes à l'hydrologie des eaux de surface, à la gestion des ressources en eaux



souterraines, aux phénomènes de changement climatique et à la gestion de l'environnement. Une table ronde y a été organisée sur les besoins futurs de la recherche-développement en hydrologie isotopique et sur l'appui que doit accorder l'Agence tant à la recherche qu'aux applications dans ce domaine.

Un PRC, achevé en 1999, a permis d'améliorer les méthodologies d'application des techniques

***“Les résultats d'un PRC sur l'application des techniques isotopiques à l'évaluation des eaux souterraines profondes se déplaçant lentement offrent un outil supplémentaire pour l'évaluation de la sûreté de sites géologiques pour le stockage définitif des déchets nucléaires.”***

isotopiques en utilisant les concentrations des retombées de césium 137 et de plomb 210 pour évaluer les taux d'érosion des sols et de sédimentation. Il a été démontré que la radioactivité de l'environnement peut servir à évaluer l'érosion et la redistribution des sols (sédimentation dans les zones en aval et dans les plaines d'inondation) ainsi que la fraction de sol érodé qui est transféré comme sédiment dans les eaux de surface. Grâce au PRC, une méthodologie standard a pu être définie; elle sera disponible sous forme de manuel. En outre, des inventaires de référence pour les deux radionucléides dans différentes parties du globe ont été constitués, permettant d'identifier des zones où les concentrations dans le sol étaient suffisamment importantes pour pouvoir appliquer les méthodologies définies dans le cadre du PRC. Par ailleurs, le PRC et les résultats obtenus ont été présentés à une réunion du Réseau européen pour la recherche sur le changement à l'échelle du globe [ENRICH], lequel utilise le césium 137 et le plomb 210 pour établir et étalonner des modèles généraux de circulation atmosphérique.

Un PRC sur l'évaluation isotopique du taux de renouvellement des aquifères dans les zones

déficitaires a permis de mieux intégrer les techniques isotopiques à d'autres méthodes hydrologiques et géochimiques pour évaluer le taux de recharge des nappes souterraines et retracer son histoire. Des informations isotopiques et hydrologiques détaillées ont été relevées dans 44 sites de référence situés essentiellement dans des régions arides. Elles ont fourni des estimations sur le taux de recharge vérifiées par des travaux de recherche appliquée sur le terrain, et variant de quelques fractions de millimètre à quelques dizaines de millimètres par an. Contrairement aux méthodes hydrologiques classiques, la méthodologie isotopique est parfaitement appropriée pour l'évaluation du taux de renouvellement naturel des eaux souterraines dans des environnements arides. Le rapport final sur ce PRC sera publié en 2000.

La dernière réunion de coordination de la recherche pour un PRC sur l'application des techniques isotopiques à l'évaluation des eaux souterraines profondes se déplaçant lentement et éventuellement à l'évaluation de sites de stockage définitif de déchets s'est tenue en août/septembre à Vienne. À cette occasion, la méthode de datation au krypton 81 a été utilisée dans le Grand Bassin Artésien d'Australie pour estimer des âges d'eaux souterraines de l'ordre de plusieurs milliers d'années. Ce travail en collaboration de sept instituts et de l'Agence a semble-t-il fourni pour la première fois des informations fiables sur des eaux souterraines de cet âge. En outre, les résultats du PRC offrent un outil supplémentaire pour l'évaluation de la sûreté de sites géologiques pour le stockage définitif des déchets nucléaires.

Les nouvelles techniques de détermination du rapport des isotopes stables des éléments légers et les matières de référence nécessaires à cet effet ont été examinées lors d'une réunion de groupe consultatif sur l'état actuel de la chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse appliquée à la détermination du rapport isotopique en flux continu et sur leurs applications dans les études concernant les ressources en eau et les questions d'environnement connexes. Outre l'hydrologie isotopique et la géochimie, la gamme des disciplines utilisant les signatures



isotopiques s'est considérablement étendue. De ce fait, les besoins d'instruments d'analyse ont radicalement changé dans certains domaines. Plusieurs nouveaux procédés ont été examinés à cette réunion, et l'accent a porté sur ces nouvelles techniques et sur les techniques optiques pour la détermination des isotopes stables. La réunion a défini les besoins les plus urgents en termes de matériaux isotopiques stables de référence pour des substances organiques, et a donné des orientations sur les priorités concernant le programme de l'Agence sur les isotopes stables de référence.

Les six volumes de matériel pédagogique couvrant toute la gamme des applications des isotopes environnementaux en hydrologie ont été achevés. Cette documentation, qui paraîtra en 2000 dans la collection "Rapports techniques en hydrologie" publiée par l'UNESCO, servira aux participants à des cours de l'Agence ainsi qu'aux instituts pédagogiques et aux universités dans le monde.

Conformément au mémorandum d'accord récemment signé entre l'Agence et l'OMM concernant le Réseau mondial de mesure des isotopes dans les précipitations, un comité directeur scientifique a été créé pour conseiller les deux organisations sur les aspects opérationnels du réseau. À sa première réunion, tenue en juillet à Vienne, l'évolution à long terme du réseau a été examinée et des mesures spécifiques ont été définies.

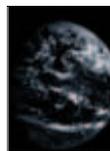
On a achevé la mise au point d'un logiciel destiné à faciliter l'intégration des isotopes en hydrologie grâce à une base de données commune sur les études hydrologiques menées dans les États Membres. Ce logiciel, appelé ISOHIS (Système d'information sur l'hydrologie isotopique), est disponible sur Internet et est diffusé aux contreparties nationales des projets de coopération technique de l'Agence ainsi qu'à une cinquantaine d'instituts.

Un guide d'utilisation des techniques isotopiques et chimiques dans la mise en valeur et la gestion de réservoirs géothermiques a été achevé. Il fournit la base théorique et explique comment utiliser les techniques isotopiques dans la prospection et la gestion de réservoirs géothermiques. Il devrait faciliter la formation de personnel dans les États Membres et améliorer l'exécution des projets de coopération technique de l'Agence dans ce domaine.

Des laboratoires d'analyse dans les États Membres ont reçu une assistance pour améliorer leurs procédures d'analyse chimique grâce à une série d'intercomparaisons auxquelles ont participé une soixantaine de laboratoires en Asie, au Moyen-Orient, en Afrique et en Amérique latine. Ces activités ont permis de recenser les domaines dans lesquels il faudrait améliorer les procédures pour avoir des résultats chimiques acceptables. En un an, des améliorations des résultats d'analyse ont été enregistrées dans 47 % de ces laboratoires.

### Techniques isotopiques pour lutter contre la contamination par l'arsenic

L'exposition à l'eau potable contaminée par l'arsenic touche des millions de personnes au Bangladesh et constitue un problème très grave de santé publique. La Banque mondiale a lancé un projet de 44 millions de dollars pour lutter contre ce fléau. L'une des alternatives est d'exploiter les aquifères profonds comme nouvelles sources d'eau potable. Toutefois, on ne dispose pas de critères fiables permettant d'évaluer les conséquences à long terme de cette option. Un nouveau projet de coopération technique a été entrepris en 1999 pour démontrer les avantages que présente l'intégration de l'hydrologie isotopique dans la lutte contre la pollution par l'arsenic au Bangladesh. Ce projet a été formulé à la suite d'initiatives prises par le Sous-Comité des ressources en eau du Comité administratif de coordination des Nations Unies, qui a chargé l'Agence de diriger les activités hydrogéologiques et géochimiques. Ce projet de l'Agence s'est traduit par la définition de critères isotopiques pour évaluer la sûreté des nappes souterraines profondes, et il a fourni des informations cruciales dont on ne disposait pas malgré les efforts considérables déployés dans l'utilisation des technologies non nucléaires. ■



Les efforts pour instaurer une synergie avec d'autres organismes se sont poursuivis, dans le cadre d'un processus consultatif entre l'OMM, l'UNESCO et des établissements scientifiques des États Membres, en vue de lancer une nouvelle initiative intitulée "Programme international sur les isotopes dans le cycle hydrologique". Il s'agit d'intégrer à part entière l'hydrologie isotopique dans les programmes d'hydrologie des universités et de créer (dans le cadre du Programme hydrologique international de l'UNESCO) des comités nationaux qui faciliteront les applications de l'hydrologie isotopique dans les secteurs de l'eau et du climat dans les États Membres. À une réunion consultative avec l'UNESCO et l'OMM en décembre, il a été décidé de demander officiellement au Conseil intergouvernemental PHI/UNESCO, à sa réunion en 2000, que ces comités nationaux soient constitués dans le cadre des comités PHI.

L'une des missions de l'Agence est de fournir dans le monde entier des matières de référence pour l'analyse isotopique. A cette fin, on a amélioré la précision et la rigueur des travaux d'analyse du Laboratoire d'hydrologie isotopique de l'Agence au moyen d'un nouveau dispositif d'équilibrage pour la mesure des isotopes stables oxygène 18/hydrogène 2 dans l'eau. Ce dispositif, dont la construction revient nettement moins cher que celle du modèle courant que l'on trouve dans le commerce, améliore la précision des mesures de  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  d'un facteur 2 environ par rapport aux systèmes courants. En outre, la double analyse de  $\delta^2\text{H}$ , par la méthode courante et par la méthode d'équilibrage de précision, appliquée à tous les échantillons d'eau, a amélioré encore la fiabilité des résultats isotopiques.

Une méthode novatrice et fiable a été mise au point pour déterminer la composition isotopique de l'humidité de l'air. Elle utilise des résines moléculaires pour absorber l'humidité aux fins de l'analyse en laboratoire, et permet de se passer d'agent de refroidissement pour le prélèvement d'échantillons. Entre autres applications importantes, cette méthode sert dans les études sur le bilan hydrique des lacs dans des zones éloignées où

il n'est pas possible de se procurer de l'azote liquide ou de la neige carbonique. Elle permettra d'améliorer l'exécution de projets de coopération technique futurs sur la dynamique des lacs.

Deux nouvelles méthodes d'analyse du rapport des isotopes du carbone dans les matières organiques et du rapport des isotopes de l'oxygène ont été introduites au Laboratoire d'hydrologie isotopique de l'Agence. Ces procédures permettront d'améliorer la qualité des matières de référence pour substances organiques, y compris la réévaluation des propriétés isotopiques de neuf étalons existants et la production de nouvelles matières organiques de référence pour la mesure des isotopes stables, convenant pour les techniques d'analyse avancées.

Afin d'assurer la disponibilité immédiate de matières de référence de base, on s'efforce d'en produire de nouvelles bien avant l'épuisement du stock. Ainsi, une matière devant succéder à la matière de référence primaire VSMOW a été produite en grandes quantités (300 litres). La composition isotopique du nouvel étalon, VSMOW-1, est presque identique à celle de l'étalon VSMOW existant, alors que les coûts de production n'ont été qu'une fraction du prix commercial actuel estimé à environ 1,2 million de dollars.

Deux comparaisons interlaboratoires ont été effectuées pour renforcer la précision d'analyse et la comparabilité des données générées dans des laboratoires d'hydrologie isotopique du monde entier. La première comparaison a porté sur le rapport des isotopes stables dans des échantillons d'eau. Quatre-vingt-dix laboratoires ont envoyé les résultats de leurs analyses de quatre échantillons d'eau qui leur avaient été expédiés. L'évaluation a montré que ce type de comparaison était nécessaire car une très forte proportion des laboratoires a communiqué des données en dehors de la fourchette acceptable. Certains des laboratoires ont pris des mesures correctives pour améliorer la précision de leurs analyses.

En Éthiopie, l'exploitation d'un nouvel aquifère est en train d'être développée afin de satisfaire environ 40 % des besoins en eau d'Addis-Abeba,



la capitale. À l'heure actuelle, quelque 25 puits de production ont été préparés, mais la production a été retardée par manque d'une stratégie appropriée d'exploitation et de gestion des eaux souterraines. Un projet de coopération technique de l'Agence aide à intégrer les techniques isotopiques pour obtenir des informations hydrologiques susceptibles d'aider à mettre sur pied une stratégie d'exploitation et de protection adéquate de la zone de pompage. Ces efforts s'ajoutent à ceux d'autres donateurs bilatéraux et multilatéraux qui aident également les autorités locales compétentes dans la gestion de la distribution d'eau.

Les conditions hydrologiques des eaux souterraines dans de multiples aquifères de la plaine de Tadla, région économiquement importante dans l'est du Maroc, font l'objet d'une caractérisation à l'aide des techniques de l'hydrologie isotopique dans le cadre d'un projet de coopération technique, à l'appui d'un autre projet du PNUD/Département des affaires économiques et sociales de l'ONU, en vue de mettre au point un modèle pour la gestion des ressources en eau dans la plaine de Tadla. L'analyse isotopique de quelque 150 échantillons en 1999 a fourni des données cruciales permettant de mettre à l'essai plusieurs des hypothèses formulées antérieurement en ce qui concerne la mise au point du modèle hydrologique. Des spécialistes de l'hydrologie et des isotopes, du service des eaux et du centre nucléaire au Maroc ont participé à un atelier pour examiner et interpréter les données recueillies au titre de ce projet.

Un nouveau projet de coopération technique régional a été lancé sur le développement durable des ressources en eaux souterraines. Ce projet, auquel participent sept pays d'Afrique australe et orientale, a pour objectif de faciliter l'intégration des techniques isotopiques avec les techniques non nucléaires pour la mise en valeur et la gestion des ressources en eau. Les techniques isotopiques ont également été appliquées, dans un projet de coopération technique intéressant la Chine, Costa Rica, le Salvador, l'Indonésie, les Philippines et la Thaïlande, à la surveillance des conditions hydrologiques dans les

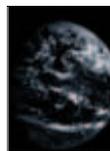
réservoirs géothermiques, ce qui s'est traduit par une baisse des coûts de production de l'électricité. En outre, le projet au Salvador a permis de développer la capacité d'utilisation des techniques géochimiques pour prédire et maîtriser l'entartrage du réservoir et accroître sa vie utile pour la production d'électricité.

La durabilité des barrages est une question très préoccupante pour de nombreux États Membres. Cette question soulève en fait plusieurs problèmes. Le premier est la fuite d'eau, qui risque de mettre en péril la stabilité

***“Plusieurs projets de coopération technique visent à développer l'application des techniques de l'hydrologie isotopique aux études sur la durabilité des barrages.”***

du barrage même ou de représenter un gaspillage de la ressource naturelle. Le second est lié à l'envasement du réservoir qui, s'il n'est pas traité correctement, risque de réduire considérablement la vie utile du barrage. Plusieurs projets de coopération technique, dont un sur les fuites de barrages en Afrique, visent à développer l'application des techniques de l'hydrologie isotopique aux études sur la durabilité des barrages. Le recours à ces méthodologies est en train de s'étendre à la région de l'Asie et du Pacifique, et incorpore les concepts du “Plan thématique sur la durabilité des barrages”, qui a été élaboré cette année.

Un projet modèle de coopération technique sur les ressources en eaux souterraines dans la vallée de Caracas au Venezuela s'est achevé avec l'étalonnage définitif du modèle mathématique de l'aquifère. L'application du modèle, qui se fonde sur des données isotopiques, a révélé qu'une augmentation de 20 % seulement des taux de pompage actuels risque d'épuiser l'aquifère avant 15 ans, soit bien plus tôt qu'escompté. L'utilisation de ce modèle devrait améliorer l'exploitation et la gestion de cet important aquifère urbain.



## APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Le radiotraitement apparaît à présent comme une technique respectueuse de l'environnement pour des procédés industriels faisant moins appel à la chimie et pour la dépollution des effluents. On a par ailleurs beaucoup plus recours ces dernières années aux rayonnements ionisants pour la synthèse et la modification des matériaux à base de polymères employés dans le secteur des soins sanitaires et des plastiques.

Les résultats d'un PRC récemment achevé sur le traitement par irradiation de l'eau, des eaux résiduaires et des boues ont démontré les avantages des rayonnements ionisants pour résoudre les problèmes liés aux déchets liquides. On a étudié la possibilité de décontaminer l'eau polluée et les eaux résiduaires en combinant plusieurs méthodes de traitement par rayonnements ionisants et autres agents. Cette technologie a été adoptée par l'industrie et des installations à échelle industrielle sont en exploitation.

Dans le cadre d'un autre PRC récemment achevé sur l'utilisation du radiotraitement pour la préparation de biomatériaux pour des applications médicales, on a pu démontrer les avantages et les propriétés uniques des rayonnements ionisants dans la préparation et la modification des polymères pour des applications biomédicales. Parmi les applications les plus caractéristiques, on a noté l'amélioration de la sensibilité des plaques de microtitrage à des fins diagnostiques, les enrobages greffés par irradiation réagissant aux stimulations pour des dispositifs de contrôle de marche-arrêt, la radiosynthèse de microparticules et de nanoparticules pour l'immobilisation des enzymes et les systèmes de transport de substances médicamenteuses; la préparation d'hydrogels pour les bandages et les drains; la radiosynthèse d'hydrogels pour l'administration de substances médicamenteuses à effet retard contrôlé et pour des produits de contact dans des applications ultrasoniques.

Un PRC, achevé en 1999, a porté sur les propriétés physiques du caoutchouc naturel

### Technologie par faisceaux d'électrons pour la dépollution de l'eau et des eaux résiduaires

Les améliorations réalisées ces dernières années dans la technologie des accélérateurs à faisceaux d'électrons (meilleure conversion de l'énergie et puissance délivrée accrue) et la recherche menée dans les États Membres montrent que les accélérateurs conviennent pour le traitement à grande échelle de l'eau polluée. Des opérations à l'échelle pilote ont également montré que la décontamination et la désinfection des eaux usées et de l'eau potable sont économiquement viables. Plusieurs États Membres ont mis à profit les résultats de travaux de R-D menés dans le cadre d'un PRC sur le traitement par irradiation des eaux, des eaux usées et des boues. Les exemples ci-après illustrent l'application de cette technologie à grande échelle:

- Des eaux souterraines contenant des composés organiques chlorés en Basse-Autriche ont été traitées par irradiation par faisceaux d'électrons parallèlement à l'addition d'ozone. La déminéralisation complète des polluants a été réalisée et tous les tests de toxicité effectués sur l'eau traitée se sont avérés négatifs.
- La ville de Voronej, en Fédération de Russie, a eu recours aux rayonnements ionisants pour traiter des eaux souterraines contenant un détergent provenant d'activités industrielles.
- Un accélérateur à faisceaux d'électrons mobile mis au point aux États-Unis a servi à démontrer le traitement de tous les types de déchets aqueux. Des eaux souterraines fortement contaminées en Allemagne et des eaux souterraines contaminées aux États-Unis par un additif pétrolier ont été traitées avec succès grâce à ce système mobile.
- Des effluents d'une grande entreprise chimique au Brésil ont été traités à l'échelle pilote par faisceaux d'électrons.
- Une installation pilote construite en République de Corée dans une usine de traitement des eaux résiduaires provenant de la teinture de textiles a assuré avec succès le traitement des effluents. ■

radiovulcanisé. Grâce à des activités intensives de développement et de recherche, des films de caoutchouc naturel radiovulcanisé, caractérisés par une résistance accrue à la traction et au cisaillement et une teneur minimum en protéines résiduelles, ont été synthétisés. Les résultats obtenus ont déjà été communiqués aux industries intéressées, et l'Inde, la Malaisie et la Thaïlande ont entrepris la fabrication de produits réalisés à partir de caoutchouc naturel radiovulcanisé. Il semblerait également que, pour les opérations de réajustage en particulier, l'utilisation d'accélérateurs par faisceaux d'électrons à basse énergie autoprotecteurs offrira des avantages techniques, environnementaux et économiques.

Une réunion d'experts sur la radiosynthèse de membranes "intelligentes", d'hydrogels et d'absorbants s'est tenue à Takasaki (Japon). La situation actuelle et les nouvelles applications de membranes à canaux ioniques ont été analysées et évaluées, notamment du point de vue de leur utilisation dans les processus de séparation.

Une autre réunion d'experts à Vienne a examiné les aspects techniques et économiques du traitement des eaux résiduaires par irradiation. Des études ont montré que les accélérateurs par faisceaux d'électrons conviennent parfaitement pour de grands débits d'eau et d'eaux résiduaires et, compte tenu du nombre excessif d'opérations requises dans les applications environnementales, il est préférable d'utiliser plusieurs accélérateurs de faible puissance qu'une seule installation de forte puissance. À la lumière de l'expérience accumulée avec des systèmes pilotes et des systèmes fonctionnant à plein rendement, il s'avère que le traitement des eaux usées par faisceaux d'électrons soutient avantageusement la comparaison en termes de coûts avec d'autres systèmes de pointe.

Un projet de coopération technique de deux ans a été lancé en Europe avec l'objectif à long terme de transférer la technologie des rayonnements pour le traitement des eaux usées industrielles et municipales. L'objectif à court terme est de faire mieux connaître et mieux accepter les avantages des

rayonnements appliqués au traitement des déchets liquides.

Des services de consultant ont été sollicités pour évaluer la situation et les tendances en ce qui concerne la mise au point de logiciels pour les études à l'aide de traceurs. Un logiciel sur la distribution des temps de séjour pour la recherche des pannes et l'analyse de procédé a été recommandé comme norme pour plus d'une trentaine de groupes de spécialistes des traceurs dans les États Membres. Ce logiciel facilite l'extraction d'informations sur le

***“Il s'avère que le traitement des eaux usées par faisceaux d'électrons soutient avantageusement la comparaison en termes de coûts avec d'autres systèmes de pointe.”***

procédé, favorise son optimisation et améliore la qualité du service à l'utilisateur final.

Les technologies des radiotraceurs et des jauges nucléaires continuent d'occuper une place importante dans les projets de coopération technique nationaux et régionaux, notamment dans les régions du RCA et des ARCAL. Un certain nombre d'activités régionales ont été menées sur les applications des radiotraceurs, des sources scellées et des jauges nucléaires dans les industries pétrolière et pétrochimique. Les principales techniques comprennent: l'analyse de la distribution des temps de séjour pour la recherche des pannes, les radiotraceurs pour l'étalonnage précis du débit et la détection des fuites, les traceurs pour la récupération assistée du pétrole, les techniques de balayage gamma et neutronique pour l'inspection des colonnes et des cuves dans les raffineries de pétrole, la technique d'activation en couche mince appliquée à la surveillance de l'usure et de la corrosion, et la technique d'intercorrélation pour la mesure multiphase du débit.

Un guide sur la technologie des radiotraceurs et des sources scellées dans l'industrie a été



élaboré, et des manuels pratiques sur les procédures, les normes et le contrôle de qualité pour les travaux de traçage et de jaugeage ont été compilés. Ces documents faciliteront le transfert de technologie et l'autorisation de groupes de spécialistes du traçage et du jaugeage dans les pays en développement.

Un projet modèle de coopération technique sur les applications des radiotraceurs pour améliorer la récupération du pétrole a été entrepris en janvier en Chine. La méthodologie pour l'évaluation de la communication entre puits et de l'huile résiduelle au moyen de la technique des multitraceurs a été mise au point et essayée sur le gisement pétrolifère de Dagang. Un nouveau composé radiotraceur a été préparé, essayé et validé pour des applications à grande échelle dans 30 gisements pétrolifères en exploitation, où l'on a enregistré une augmentation de la récupération du pétrole de 10 % environ.

Une réunion de groupe consultatif s'est tenue en décembre pour recenser les questions prioritaires au plan industriel dans la région de l'Asie et du Pacifique et pour formuler des propositions de projets pour l'Agence en 2001 et 2002. La réunion a relevé quatre secteurs industriels prioritaires pour lesquels les propositions de projets suivantes ont été formulées:

- Diagnostic et optimisation des procédés dans l'industrie pétrolière/chimique grâce aux essais non destructifs (END), aux radiotraceurs et aux sources scellées;
- Optimisation de la récupération de ressources minérales grâce aux jauges nucléaires portables de faible activité;
- Modification des polymères naturels grâce au radiotraitement;
- Installations de démonstration pour le stockage définitif des déchets hospitaliers et le traitement des eaux usées industrielles grâce aux rayonnements.

Les avantages que les États Membres de la région du RCA devraient en retirer se traduiront par la mise en place de

technologies nucléaires avancées et intrinsèquement sûres pour résoudre les problèmes.

Stimulé par les résultats obtenus dans d'autres régions, un projet sur les END dans l'industrie a été entrepris en Asie occidentale. Il vise à mettre en place et perfectionner des groupes de spécialistes des END pour exploiter ce potentiel technologique dans les secteurs de l'industrie et du génie civil et pour démarrer un processus de formation et de certification du personnel effectuant des END. Il est surtout axé sur la formation théorique et pratique d'un noyau de personnes dans chaque État Membre afin de répondre aux impératifs des normes internationales telles que ISO 9712. Ces personnes peuvent ensuite poursuivre leur formation et certification dans leur pays, puis développer les capacités locales en matière d'END pour le contrôle de la qualité des produits industriels.

Cinq réunions de groupe consultatif ont été organisées sur les sujets considérés comme étant les plus importants pour l'introduction de la technologie des END dans les États Membres. Les ouvrages en béton tels que les bâtiments, les ponts, les chaussées, les pistes, les trottoirs, les murs de soutènement, les barrages, les canaux d'égouts, les tunnels, les réservoirs, et les bâtiments spéciaux comme les structures de confinement des réacteurs nucléaires, offrent un vaste champ pour l'application des END. Afin d'introduire avec succès cette technique dans les États Membres en développement, il importe d'instruire, de former et de certifier un grand nombre de personnes dans ce domaine, compte tenu de la multitude d'ouvrages en béton qu'il faut inspecter et mettre à l'essai. À deux de ces réunions, des guides ont été élaborés sur les END pour les structures en béton et sur la fabrication d'éprouvettes pour les END. Les trois autres réunions ont servi à définir le programme d'enseignement et à dresser un questionnaire pour examens universitaires sur les END. En outre, deux manuels ont été publiés, l'un sur les END pour le personnel employé dans la gestion industrielle et les contrôles de la qualité, et l'autre sur les essais ultrasoniques des matériaux.



# SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

## SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Favoriser la recherche-développement sur des applications concrètes de physique et chimie nucléaires afin de résoudre des problèmes pratiques dans les domaines de l'énergie, de l'environnement, de la médecine nucléaire, des sciences des matériaux et de l'industrie; renforcer l'utilisation des réacteurs de recherche et des accélérateurs existants et aider les laboratoires d'analyse nationaux à acquérir les compétences nécessaires pour leur permettre de faire reconnaître la qualité de leurs mesures analytiques au niveau international.

### APERÇU GÉNÉRAL

Les activités menées par l'Agence dans le cadre du programme relatif aux sciences physiques et chimiques ont notamment permis d'élaborer la première bibliothèque internationale de données photonucléaires, qui a d'importantes applications en médecine et pour les travaux de protection. Une bibliothèque de données sur les réactions des particules chargées pour les cyclotrons à usage médical a également été achevée. Les scientifiques des États Membres ont continué à faire appel au centre de données nucléaires de l'Agence et ce de plus en plus souvent. Un nouveau logiciel de spectrométrie gamma a été produit et distribué à un grand nombre d'États Membres. Des travaux sur le recours aux technologies nucléaires pour le déminage humanitaire ont été entrepris. Une formation à l'instrumentation nucléaire a continué à être fournie aux États Membres en développement. La base de données sur les réacteurs de recherche est maintenant disponible sur Internet. De nouveaux radiopharmaceutiques au technétium 99m destinés à l'imagerie des tumeurs ont été mis au point. On a également mis l'accent sur les bonnes pratiques de fabrication et l'assurance de la qualité (AQ) des radiopharmaceutiques. En ce concerne les techniques de radioanalyse, un effort croissant a été fait pour introduire des procédures de contrôle de la qualité et d'AQ dans les laboratoires des États Membres. Dans le domaine de la fusion nucléaire, l'Agence a aidé à élaborer un mémorandum d'accord révisé entre l'Union



européenne, la Fédération de Russie et le Japon concernant l'exécution du projet de réacteur thermonucléaire expérimental international (ITER).

## DONNÉES NUCLÉAIRES ET ATOMIQUES POUR LES APPLICATIONS

L'utilisation des services de données nucléaires de l'Agence par les scientifiques des États Membres a augmenté de façon constante. Comme l'indique le tableau ci-dessous, le nombre de consultations individuelles par l'intermédiaire d'Internet (<http://www-nds.iaea.or.at>) des principales bases de données nucléaires (qui sont continuellement mises à jour et rassemblent des données nucléaires expérimentales et des bibliothèques de données évaluées provenant de projets nationaux) a augmenté de plus de 30 % en 1999. Le nombre de recherches sur Telnet, après avoir diminué en 1998 en raison de la concurrence croissante d'une interface Web dont l'utilisation est plus facile, s'est stabilisé à environ 2 000 par an, ce qui montre que les outils de recherche de données interactifs fondés sur Telnet ont encore la préférence d'un certain nombre d'utilisateurs, sans doute ceux qui ont des connexions Internet à faible débit.

L'Agence s'est dotée des capacités voulues pour produire et distribuer des versions CD-ROM de ses principales bases de données nucléaires. Ainsi, les utilisateurs qui ne sont pas reliés à Internet peuvent eux aussi accéder rapidement grâce à leur ordinateur aux mêmes données que celles qui étaient

disponibles sur le serveur de données nucléaires au moment où le CD-ROM a été produit. En outre, le CD-ROM est le support que préfèrent les scientifiques qui utilisent des bibliothèques de données de grande taille dont le contenu est relativement statique. La bibliothèque FENDL-2, qui contient une somme considérable de données, en est un bon exemple. Comme l'indique le tableau ci-dessous, le nombre de CD-ROM distribués en réponse à des demandes individuelles de données a doublé en 1999.

Le nombre des recherches en différé, qui comprend principalement les réponses à des demandes de documents imprimés, a augmenté de 15 % en 1999. Afin d'essayer de limiter les coûts, environ 50 % des rapports de la collection INDC(NDS) ont été mis à disposition sur Internet. Plus de 1 200 rapports de cette collection ont été téléchargés par les utilisateurs en 1999. Des rapports officiels donnant de brèves descriptions des services, des bases de données et des codes de traitement des données disponibles peuvent également être consultés sur Internet.

À la suite de travaux menés en coopération avec d'autres centres de données nucléaires, un nouveau fichier sur la dosimétrie des réacteurs, «RRDF-98», et une bibliothèque de sections efficaces évaluées pour les interactions nucléaires entre particules faiblement chargées ont été mis à la disposition des utilisateurs. Le fichier peut être utilisé pour «dérouler» les spectres des neutrons frappant la paroi de la cuve sous pression d'un réacteur afin de déduire les déplacements de réseau imputables aux neutrons. Cette information est importante pour l'évaluation de la durée de

### Diffusion de données nucléaires

	1995	1996	1997	1998	1999
Recherches à partir des principales bases de données nucléaires sur Internet	—	—	40	6 830	8 970
Recherches de données nucléaires sur Telnet	4 400	5 700	7 350	2 700	2 180
Information sur CD-ROM	—	—	—	205	420
Recherches en différé	1 550	800	1 900	1 995	2 290



vie de la cuve sous pression du réacteur. La bibliothèque peut également être utilisée pour des applications intéressant la fusion et l'astrophysique.

Un nouveau progiciel, «ZVView», qui permet un affichage graphique interactif des sections efficaces des réactions nucléaires recherchées dans les bases de données nucléaires expérimentales et évaluées de l'Agence a été mis à disposition. En outre, on a mis au point un nouveau programme facilitant l'affichage de statistiques concernant l'accès aux services de l'Agence sur Internet, réparties par exemple en fonction du sujet ou de la région géographique, ce qui constitue un retour d'information utile sur l'évolution des besoins des utilisateurs.

Un PRC sur la compilation et l'évaluation de données photonucléaires pour les applications a été achevé, la réunion finale de coordination des recherches ayant eu lieu à Tokyo en octobre. Ce projet a permis de produire la première bibliothèque internationale de données photonucléaires, qui fournit, sous une forme appropriée pour les calculs relatifs au transport, des informations sur 164 isotopes importants pour la médecine, les travaux de protection et d'autres applications.

Un nouveau PRC sur l'élaboration d'une base de données pour l'analyse par activation neutronique-rayons gamma instantanés a été mis en route. Cette base de données, qui se présentera sous forme électronique et sous forme imprimée, comprendra les données les plus récentes concernant 80 éléments (intensités, facteurs  $k_0$ , sections efficaces neutroniques et énergies des rayons gamma de capture par exemple) et accroîtra les possibilités offertes par cette technique d'analyse puissante. Étant donné que celle-ci ne nécessite pas la création d'un produit d'activation à longue période, elle est notamment utile en sciences des matériaux, en analyse des aliments, en médecine et en écologie pour obtenir des images de pratiquement n'importe quel élément, y compris de certains éléments légers importants comme l'hydrogène et le carbone.

Une base de données sur les sections efficaces des particules chargées pour la production de radio-isotopes à usage médical a été achevée. Elle comprend 26 réactions concernant les radio-isotopes les plus importants pour le diagnostic et 22 réactions concernant la surveillance des faisceaux qui sont importantes pour les utilisateurs de plus de 200 cyclotrons à usage médical.

### Bibliothèque de paramètres d'entrée de référence pour la modélisation des réactions nucléaires

Les évaluateurs de données nucléaires dans les États Membres ont recours à de nombreux calculs de physique nucléaire pour interpoler des valeurs correctes entre les mesures disponibles et s'assurer que les valeurs finales recommandées respectent les lois de la physique, notamment en matière de conservation de l'énergie. Les principales méthodes théoriques utilisées pour évaluer les données relatives aux réactions nucléaires en dessous de 100 MeV se fondent sur des modèles optiques et statistiques. Ces calculs nécessitent un grand nombre de «paramètres» d'entrée, qui sont déduits de comparaisons poussées entre les prévisions théoriques et les mesures effectives. Afin de codifier ce processus de choix des paramètres et, par conséquent, d'améliorer la qualité et l'uniformité des évaluations de données nucléaires, on a exécuté un PRC dont l'objectif était d'élaborer une bibliothèque de paramètres d'entrée de référence (RIPL). Le principal produit de ce PRC est le fichier de départ RIPL, qui décrit les réactions nucléaires dues aux neutrons, aux protons et aux rayons gamma incidents, ainsi qu'aux noyaux d'hydrogène 2 et 3 et d'hélium 3 et 4. Le RIPL fait l'objet d'un document technique de l'Agence (IAEA-TECDOC-1034), qui donne une description complète de la bibliothèque et indique les critères de sélection des paramètres. Les sujets traités sont notamment les suivants: masses atomiques et déformations; niveaux discrets; paramètres de résonance neutronique moyens; paramètres du modèle optique; densités des niveaux; fonctions de densité du rayonnement gamma; distributions angulaires dans le continuum. ■





On a appuyé deux projets de coopération technique dont l'objectif était d'accroître l'utilisation qui est faite dans les régions des services de données nucléaires offerts par l'Agence et des fournisseurs locaux. Le premier était un projet régional visant à mettre en place à São Paulo (Brésil) un serveur miroir pour fournir aux utilisateurs des pays d'Amérique latine et des Caraïbes les services de données nucléaires en ligne de l'Agence. Outre qu'il permettra de fournir de meilleurs services, ce serveur miroir sera utilisé comme installation de formation dans le cadre de futurs cours et ateliers de coopération technique. L'autre projet avait pour objet d'assurer une plus grande utilisation du réacteur de recherche du Ghana et plus particulièrement de créer un réseau local pour fournir des services de données nucléaires à l'installation de recherche.

Une grande base de données numériques pour les applications des données atomiques et moléculaires a été achevée en ce qui concerne les processus d'impact des électrons sur des molécules excitées contenant divers isotopes d'hydrogène. Les processus de collision dont ces systèmes sont le siège jouent un rôle important dans la cinétique des plasmas à basse température. En collaboration avec l'Institut FOM de physique atomique et moléculaire d'Amsterdam, une nouvelle base de données sur l'excitation des atomes d'hélium par bombardement électronique ayant fait l'objet d'une évaluation critique a été achevée. Ces données seront utilisées par les spécialistes de la modélisation des plasmas de fusion et de l'ingénierie des réacteurs; elles le seront également pour le diagnostic de plasmas à faible température.

## **INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE**

La réunion finale de coordination des recherches pour un PRC sur les outils logiciels pour la spectrométrie gamma a eu lieu en octobre. Ce PRC portait sur le traitement des données nucléaires et les nouveaux codes et bibliothèques de spectrométrie gamma pour ordinateurs personnels. À la suite de ce PRC, on a mis au point de nouveaux logiciels sur

les sujets suivants: mesures concernant des spectres obtenus à l'aide d'un détecteur à iodure de sodium à bas niveau; spectres gamma obtenus avec des détecteurs Ge de haute pureté; pics d'annihilation élargis par effet Doppler; bibliothèques de données sur le rayonnement gamma; corrections pour coïncidences véritables; calculs d'efficacité pour des sources de grande taille; analyse de spectres gamma à partir de bibliothèques de données. Ces nouveaux codes informatiques aideront les États Membres à mesurer de façon plus précise les constituants des matières dans de nombreux domaines tels que la physique, la chimie, les sciences de la vie, l'industrie, l'archéologie et la surveillance de l'environnement.

Un nouveau PRC sur l'application des techniques nucléaires à la détection des mines terrestres antipersonnel a été lancé en 1999. La première réunion de coordination des recherches a eu lieu à Zagreb (Croatie). Cette réunion a souligné l'intérêt que présentent les méthodes nucléaires pour la détection des mines terrestres et la possibilité d'associer des capteurs nucléaires à d'autres moyens pour localiser de tels objets lorsqu'ils sont enfouis.

Les travaux suivants ont notamment été menés aux Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf:

- Mise en place d'installations de formation à la conception et à la réparation de modules électroniques fondés sur la technologie du montage en surface (TMS);
- Élaboration de trousseaux didactiques pour la formation à l'électronique nucléaire, y compris des trousseaux TMS et photo-voltaïques (fondées sur l'énergie solaire) pour des instruments à alimentation électrique discontinue;
- Mise au point et essai d'un système d'exploration original (logiciel et matériel) pour des détecteurs au tellure de cadmium-zinc de grande taille utilisés dans des appareils de spectrométrie gamma portables;
- Construction de sources d'électricité miniatures pour des travaux de spectrométrie gamma sur le terrain et amélioration du matériel et du logiciel pour

une nouvelle génération de moniteurs de rayonnements portables;

- Élaboration et mise en oeuvre d'un progiciel Windows 95/NT pour un module d'analyse par fluorescence X à réflexion totale;
- Adaptation, en vue de leur application pratique, de procédures optimales de préparation des échantillons pour l'analyse par fluorescence X et formation à la réalisation de mesures très précises (parties par milliard) de concentrations d'iode et d'arsenic dans des échantillons d'eau.

### UTILISATION DE RÉACTEURS DE RECHERCHE ET D'ACCÉLÉRATEURS DE FAIBLE ÉNERGIE

Étant donné que 60 % des réacteurs de recherche existant dans le monde ont 30 ans ou plus, leur vieillissement est une question dont on se préoccupe de plus en plus. Afin d'examiner cette question et d'autres sujets connexes, l'Agence a organisé un colloque international sur l'utilisation, la sûreté et la gestion des réacteurs de recherche près de Lisbonne en septembre. On a déterminé que certains phénomènes liés au vieillissement comme la corrosion, l'endommagement par irradiation et la réduction de la fiabilité des composants constituaient des problèmes cruciaux qui nécessitaient des programmes d'inspection en service énergiques. En outre, on a insisté sur le fait qu'une documentation appropriée et une planification précoce du déclassement étaient importantes pour les réacteurs anciens. On a également souligné le fait que le nombre de réacteurs de recherche actuellement en projet, à l'étude et en construction est plus important qu'il ne l'a jamais été au cours de la période récente et que la plupart de ces réacteurs sont plus puissants que dans le passé (environ 20 MW). Étant donné l'évolution de la situation, un grand nombre de ces installations doivent, pour pouvoir rester viables, élaborer un plan stratégique en coopération avec toutes les parties intéressées. Une autre question qui préoccupe la communauté des utilisateurs de réacteurs de recherche est celle du

combustible usé, compte tenu en particulier du fait que les États-Unis prévoient de mettre fin à leur programme de rapatriement du combustible d'ici le milieu de l'année 2006. Dans la pratique, cela signifie que, faute d'autre solution appropriée pour l'évacuation du combustible usé, il faudra peut-être fermer un grand nombre de réacteurs de recherche pourtant productifs. On a souligné que de nombreux réacteurs de recherche ne pourraient continuer à fonctionner que si l'on mettait ultérieurement en service des installations régionales ou internationales d'entreposage et de stockage définitif du combustible usé.

*“Un nouveau PRC a souligné l'intérêt que présentent les méthodes nucléaires pour la détection des mines terrestres.”*

Lors d'une réunion de comité technique sur les applications des sources de neutrons alimentées par accélérateur tenue à Debrecen (Hongrie), la mise au point récente de petits générateurs de neutrons électrostatiques portables à «tube scellé» a été examinée. On a souligné l'intérêt potentiel des sources de ce type dans des domaines tels que le déminage humanitaire, l'analyse élémentaire et l'industrie. Dans de nombreux cas, les sources de neutrons à tube scellé ou à confinement électrostatique inertiel pourraient remplacer les sources de neutrons isotopiques et réduire ainsi le risque de contamination radioactive de l'environnement.

Une réunion de comité technique sur les questions d'actualité dans le domaine de la thérapie par capture neutronique a été organisée en juin à Vienne. Cette réunion est venue à point nommé car certains exploitants de réacteurs de recherche envisagent de participer à des travaux dans ce domaine. La réunion a souligné que cette thérapie n'avait pas encore fait ses preuves et qu'il n'était guère opportun que d'autres installations engagent les dépenses considérables qui sont nécessaires pour mettre en place des essais cliniques de thérapie par capture neutronique.



Les activités d'appui aux activités de coopération technique ont notamment consisté à surveiller des projets concernant l'utilisation de réacteurs de recherche et d'accélérateurs et à soutenir des projets relatifs à l'utilisation de faisceaux de neutrons et des projets relatifs à de nouveaux réacteurs. La mise au point d'un faisceau pour des études de diffraction des neutrons en Grèce, qui sera utilisé pour des travaux de recherche financés par l'Union européenne, est un résultat important qui a été obtenu dans le cadre d'un projet relatif à un réacteur de recherche.

## APPLICATIONS RADIOCHIMIQUES

Lors d'un séminaire international sur les applications thérapeutiques des radiopharmaceutiques organisé à Hyderabad (Inde) en janvier, on a examiné les développements actuels et les tendances futures concernant cette branche prometteuse de la médecine nucléaire. On a mis en particulier l'accent sur l'utilisation de radionucléides émetteurs bêta et alpha comme marqueurs de biomolécules tels que les anticorps monoclonaux et les peptides.

La situation actuelle et les tendances futures de la technologie des cibles et du traitement par la production en cyclotron de radionucléides importants en médecine ont été examinées avec l'aide de consultants. Compte tenu des besoins des pays en développement qui se sont dotés de cyclotrons pour la production de radionucléides, on a conclu que des travaux de recherche-développement supplémentaires étaient nécessaires pour améliorer les techniques de préparation des cibles solides. Cela se traduirait également par une meilleure utilisation des cyclotrons et une plus grande disponibilité de radionucléides importants tels que le palladium 103 qui, incorporé dans des sources scellées, est maintenant un radionucléide extrêmement important pour le traitement du cancer de la prostate.

L'inauguration en novembre d'un centre PET équipé d'un cyclotron à Prague a été un événement important, car c'est le premier établissement de ce genre en Europe orientale. Ce centre, qui a été mis en place

dans le cadre d'un projet de coopération technique de l'Agence, comprend des installations radiochimiques spécialisées dans la production d'un traceur métabolique largement utilisé en cardiologie et en oncologie. Il est prévu de produire ce traceur et de le distribuer aux hôpitaux de la République tchèque.

Des données d'analyses destinées à la certification comme matière de référence de deux algues (IAEA-392 et IAEA-413) ont été examinées. Les résultats montrent que l'exercice de certification a été un succès et que les deux matières peuvent être certifiées pour une vingtaine d'éléments environ.

Les travaux menés aux Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf dans le domaine de la chimie ont notamment consisté à: mettre en place un système de qualité respectant les indications ISO-17025; aider les laboratoires des États Membres d'Europe orientale à améliorer leur niveau d'assurance de la qualité en mettant en place un système de qualité; participer à un atelier pour vérificateurs et préparer du matériel de contrôle des compétences pour évaluer la performance de ces laboratoires.

## APPLICATIONS DE LA PHYSIQUE DES PLASMAS ET RECHERCHE SUR LA FUSION NUCLÉAIRE CONTRÔLÉE

Des activités de recherche sur la fusion nucléaire contrôlée sont menées dans environ une cinquantaine d'États Membres de l'Agence afin de pouvoir utiliser un jour comme source d'énergie les mêmes réactions de fusion nucléaire que celles dont le soleil et les étoiles sont le siège. Afin de promouvoir une collaboration internationale utile à un nombre important d'États Membres dans divers domaines de la recherche-développement sur la physique des plasmas et la fusion contrôlée, l'Agence fournit une assistance en organisant diverses activités telles que des conférences, des réunions techniques et des PRC. Ces activités facilitent les échanges d'informations techniques, encouragent la coopération entre de grands laboratoires et des pays en



développement, favorisent les applications dérivées, aident les États Membres en développement à renforcer leurs programmes de recherche et appuient les activités de conception technique du projet ITER.

Une réunion de comité technique sur la théorie analytique du transport, qui a eu lieu à Kloster Seeon (Allemagne) en juin, a permis de débattre d'un large éventail de théories sur la physique des plasmas qui visent à prédire le taux de perte de chaleur («transport») d'un plasma thermonucléaire à confinement magnétique. Des simulations tridimensionnelles sur ordinateur du déplacement des particules du plasma utilisant des millions de coordonnées mettent en évidence des courants ou des flux zonaux de plasma qui traversent le champ magnétique et provoquent des flux de chaleur locaux rapides. La théorie des plasmas est maintenant en mesure de prédire les conditions dans lesquelles des barrières de transport internes peuvent réduire le taux de perte de chaleur du plasma et améliorer ainsi l'exploitation. Un résumé des débats de la réunion va être publié dans la revue de l'Agence «Fusion nucléaire».

Une autre réunion de comité technique sur la physique et la technologie du chauffage par

résonance cyclotronique électronique (CRCE) pour les dispositifs à fusion a été organisée à Oarai (Japon) en octobre. Le CRCE pourra être utilisé à l'avenir pour réduire les modes de déchirement, supprimer les oscillations en dents de scie et contribuer au maintien des barrières de transport internes dans les tokamaks. Après avoir injecté des impulsions thermiques par décharges micro-ondes dans un plasma, on peut calculer la diffusivité thermique à partir de la vitesse à laquelle les impulsions thermiques se propagent. Plusieurs laboratoires travaillent à la mise au point de gyrotrons capables de produire environ 1 MW en régime constant et avec un bon rendement (c'est-à-dire > 30 %). On est en train de mettre au point des fenêtres en diamant qui, en raison de leur faible pouvoir d'absorption des micro-ondes et de leur conductivité thermique élevée, permettent de transmettre une puissance beaucoup plus élevée que les fenêtres ordinaires sans se fissurer.

Le contrôle, l'acquisition des données et la participation à distance ont constitué le sujet d'une réunion de comité technique sur la recherche relative à la fusion qui a eu lieu à Lisbonne en juin. Un large éventail de systèmes de contrôle du plasma et de commande des machines ainsi que des

### Peptides marqués au technétium 99m pour l'imagerie des tumeurs

L'introduction de l'octréotide marqué à l'indium 111 en imagerie des tumeurs neuro-endocrines a marqué un nouveau tournant dans la mise au point de radiopharmaceutiques et a ouvert la voie aux agents à base de peptides qui offrent de vastes possibilités à des fins diagnostiques et thérapeutiques. Toutefois, l'octréotide marqué à l'indium 111 n'est pas idéal en imagerie; en outre, il est coûteux et il n'est pas disponible dans les pays dépourvus de cyclotron. Disposer d'octréotide marqué au technétium 99m permettra d'appliquer cette technique dans pratiquement tous les pays à un coût raisonnable. Mettre au point un tel agent à partir d'un analogue de l'octréotide était l'objectif d'un PRC qui a été achevé en 1999. Les travaux réalisés dans des laboratoires en Europe, en Asie et en Amérique latine ont abouti à la mise au point d'un complexe au technétium 99m prometteur qui présente des propriétés similaires à celles de l'octréotide marqué à l'indium 111 dans des études effectuées en laboratoire. Ce composé a permis d'obtenir des images de qualité comparable, voire supérieure lors d'études préliminaires effectuées sur des patients. Les travaux menés dans le cadre de ce PRC ont préparé la voie à l'utilisation d'analogues de l'octréotide marqué au technétium 99m et permis d'étendre le bénéfice du recours à l'imagerie à toutes les régions du monde. Le PRC a également permis à de nombreux participants de pays en développement d'acquérir des compétences dans les domaines interdisciplinaires actuellement concernés par la recherche-développement sur les radiopharmaceutiques, notamment la conjugaison et la purification des peptides, le marquage du conjugué au technétium 99m, les techniques CLHP de purification et d'analyse radiochimique, les analyses *in vitro* de liaison avec le récepteur et de déplacement du ligand et les études de biodistribution animales. ■



systèmes de télémanipulation utilisés dans le cadre de nombreuses expériences ont été présentés. On a également présenté des rapports concernant de nouvelles interfaces utilisateur fondées sur Internet qui offrent aux utilisateurs autorisés un accès complet (lecture/écriture) à des tableaux d'entrée par l'intermédiaire de logiciels de navigation courants. Il y a eu consensus sur le fait qu'il était nécessaire d'unifier les différents

***“Les principaux résultats obtenus dans le domaine des applications environnementales des décharges de plasma ont notamment été les suivants: mise au point et essai sur le terrain d'un système prototype de pyrolyse à plasma pour le traitement des déchets médicaux.”***

systèmes afin de faciliter la collaboration à distance à la recherche sur la fusion, parce que toutes les grandes installations expérimentales existantes appuient de nombreux groupes qui participent de façon interactive à des expériences en cours à partir d'autres endroits et qu'il en ira de même pour celles que l'on est actuellement en train de mettre en place.

La physique de mode  $H$  (confinement élevé) et les barrières de transport dans les plasmas de fusion à confinement magnétique ont été étudiées lors d'une réunion de comité technique tenue à Oxford (Royaume-Uni) en septembre. Les résultats ont montré une amélioration du confinement et de la stabilité grâce à des barrières de transport internes et périphériques dans divers dispositifs lors d'impulsions longues à cisaillement magnétique inversé par un grand nombre de mécanismes de contrôle. On sait maintenant que les barrières de transport sur les bords du plasma dans les régimes de confinement élevé sont tout aussi importantes que le confinement énergétique global. L'objectif à court terme est de reproduire des régimes favorables à turbulences faibles sur les bords du plasma dans plusieurs dispositifs expérimentaux dont

la taille et les paramètres du plasma sont différents avant de les extrapoler à ITER. Le fonctionnement en mode  $H$  haute densité avec rechargement en combustible à partir du côté à champ élevé permet d'obtenir un bon confinement de mode  $H$  et une densité de plasma élevée, proche de la limite de densité empirique de Greenwald. Un tel mode de fonctionnement peut présenter des avantages importants pour un réacteur à fusion.

Une réunion de comité technique tenue à Naka (Japon) en octobre a eu pour thème de discussion les particules de haute énergie dans des systèmes à confinement magnétique. La production d'électrons de fuite pendant les disruptions dans les plasmas des tokamaks, qui passait jusque-là pour un phénomène anodin, utilisé principalement pour analyser la turbulence magnétique, est maintenant considérée comme une menace sérieuse pour la première paroi des futurs tokamaks de grande taille. Des mécanismes fiables permettant de l'éviter doivent être validés en vue de leur application à ITER. Les recherches théoriques en cours contribueront au développement de la théorie néo-classique des ions rapides; on a mis au point un modèle cinétique non linéaire qui prend en compte les effets cinétiques de toutes les espèces de particules dans les plasmas à  $\beta$  élevé. Plusieurs questions doivent encore être résolues dans le cadre de travaux expérimentaux et théoriques. L'une concerne les électrons de fuite: combien d'électrons seront accélérés, comment sont-ils confinés et à quoi peut-on s'attendre en ce qui concerne l'impact des électrons sur la première paroi des tokamaks? La seconde concerne les ions rapides. De nombreux aspects du comportement des ions rapides dans les tokamaks sont bien compris, mais on a besoin de mieux connaître leurs propriétés de confinement dans les stellarators ainsi que le rôle des instabilités d'Alfvén cinétiques et non linéaires dans les systèmes à confinement magnétique.

Une réunion de comité technique sur la recherche à l'aide de petits dispositifs à fusion tenue en octobre à Chengdu (Chine) a permis de constater qu'une amélioration des performances et du diagnostic du tokamak HL-1M s'était traduite par une amélioration

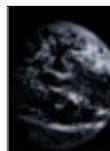


du confinement et de la reproductibilité des décharges de plasma; les systèmes de diagnostic ont également été améliorés. On a constaté en outre que les expériences d'injection de faisceaux moléculaires supersoniques avaient donné des résultats prometteurs et que le dopage gazeux pour les études sur le transport des impuretés semblait jouer un rôle important dans la compréhension des mécanismes de contrôle des plasmas de fusion. Il a également été rendu compte d'études magnétohydrodynamiques effectuées à l'aide de bobines de Mirnov et de faisceaux d'ions lourds (pour étudier le bord du plasma). Les mesures effectuées à l'aide de bobines de Mirnov ont montré que les turbulences magnétiques se composent de deux éléments: des fluctuations à large bande causées par des micro-instabilités et des modes cohérents, ces derniers étant associés à la rotation d'un îlot magnétique  $m=2$  à l'intérieur de la colonne de plasma. Un nouveau phénomène a été observé dans la trajectoire unique d'un faisceau d'ions lourds injecté: le volume échantillon - la zone d'ionisation secondaire permettant d'éventuelles mesures du plasma — s'est divisé en deux parties.

Une réunion de comité technique sur l'exploitation de dispositifs magnétiques à fusion en régime permanent a eu lieu à Fukuoka (Japon) en octobre. Les sujets suivants ont notamment été examinés: tokamaks et stellarators à impulsions longues et configurations avancées; technologies requises pour l'exploitation de dispositifs magnétiques à fusion en impulsions longues; composants faisant face au plasma; scénarios de chauffage et de génération de courant; systèmes de contrôle et de diagnostic pour l'exploitation en impulsions longues; théorie; modélisation. Des rapports ont été présentés au sujet de plusieurs nouveaux dispositifs actuellement en construction qui auront des longueurs d'impulsion comprises entre 300 et 1 000 secondes et des courants de plasma de 1 à 2 MA, c'est-à-dire une longueur d'impulsion comparable à celle qui est prévue pour le tokamak ITER. Les résultats obtenus par le tokamak TRIAM-1M montrent qu'un réglage minutieux de la puissance de chauffage permet d'améliorer le confinement et la

génération de courant. Les résultats du dispositif hélicoïdal de grande taille font apparaître une amélioration constante des performances, des longueurs d'impulsion allant jusqu'à 35 secondes à forte puissance ayant été obtenues. Des rapports ont également été présentés au sujet d'un modèle exhaustif mis au point pour le transport et la génération de courant d'électrons qui est capable de décrire des modes de confinement faible avec transport réduit, dans des plasmas à cisaillement faible/inversé et bêtas polôïdaux élevés. Ces données sont nécessaires pour le contrôle du transport interne, qui constitue une question vitale pour le contrôle du plasma dans ITER. Un résumé de cette réunion et d'un certain nombre de mémoires sera publié dans la revue «Fusion nucléaire».

La réunion finale de coordination des recherches pour un PRC sur les applications techniques, industrielles et environnementales de la physique des plasmas et de la technologie de la fusion a eu lieu en novembre à Vienne. Les sujets suivants ont notamment été examinés: traitement de surfaces à l'aide de plasmas pour en améliorer les propriétés en laboratoire et dans l'industrie; application de la technologie des plasmas au traitement des déchets gazeux, liquides ou solides dangereux; rapport entre le plasma à basse température et la technologie de fusion; études physiques fondamentales sur ces sujets. Ce PRC a notamment permis d'intensifier la collaboration interlaboratoires et d'offrir davantage de possibilités de formation à des étudiants de pays en développement. Les principaux résultats obtenus dans le domaine des applications environnementales des décharges de plasma ont notamment été les suivants: mise au point et essai sur le terrain d'un système prototype de pyrolyse à plasma pour le traitement des déchets médicaux; construction d'un dispositif à décharge à barrière diélectrique silencieux qui permet de produire à faible coût de l'ozone gazeux. Ce dernier système a été essayé pour traiter des eaux usées (élimination d'organismes biologiques), pour éliminer les composés sulfurés du charbon et pour éliminer la vapeur d'eau du gaz naturel qui accompagne le pétrole.





**Le programme de  
l'Agence en 1999:  
Sûreté**

# SÛRETÉ NUCLÉAIRE

## SÛRETÉ NUCLÉAIRE

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Aider à atteindre et à maintenir un haut niveau de sûreté dans les installations nucléaires en service dans le monde entier grâce à une harmonisation des normes et des standards au niveau international et à la fourniture d'avis et de services.

### APERÇU GÉNÉRAL

Les activités menées dans ce domaine ont visé essentiellement à appuyer les efforts faits à l'échelon intergouvernemental pour renforcer la sûreté nucléaire dans le monde entier. Elles ont été axées sur l'élaboration de normes de sûreté communes, la fourniture de toute une gamme de services d'experts, la promotion des échanges d'informations sur les questions de sûreté et l'octroi d'un appui pour la recherche coordonnée menée dans les États Membres. En ce qui concerne les normes de sûreté nucléaire, les activités ont consisté principalement à examiner, réviser et élaborer des normes de sûreté nucléaire concernant l'infrastructure juridique et gouvernementale ainsi que le choix des sites, la conception et l'exploitation des centrales et des réacteurs de recherche nucléaires. Dans le cadre des services d'examen de la sûreté d'exploitation, l'accent a été mis davantage sur la gestion de la sûreté, la culture de sûreté et l'auto-évaluation.

### ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Deux rapports de sûreté consacrés l'un à la mise en oeuvre de programmes de gestion des accidents et l'autre à l'analyse des accidents dans les centrales nucléaires ont été achevés. Le premier traite principalement de la contribution de la gestion des accidents à la défense en profondeur. Le rapport sur l'analyse des accidents donne des exemples de bonnes pratiques pour les analyses déterministes de la sûreté des centrales nucléaires et traite des exigences à respecter pour que le niveau de qualité des analyses de sûreté reste adéquat.



Les travaux consacrés récemment aux indicateurs de sûreté ont consisté principalement à définir un cadre pour l'établissement de programmes d'indicateurs de performance en matière de sûreté d'exploitation dans les centrales nucléaires. On a commencé par définir la notion de performance en matière de

***“Dans le cadre du programme extrabudgétaire sur la sûreté des installations nucléaires dans les pays de l'Asie du Sud-Est, du Pacifique et de l'Extrême-Orient, on a mis plus particulièrement l'accent sur le renforcement des moyens techniques des organismes de réglementation et des organismes d'appui technique.”***

sûreté d'exploitation et par déterminer les “attributs de la sûreté d'exploitation” Un ensemble hiérarchisé d'indicateurs “globaux”, “stratégiques” et “spécifiques” a été établi. Des études effectuées en installation pilote pendant 15 mois donnent à penser que le cadre proposé offre une bonne base pour la mise au point d'un outil d'auto-évaluation adapté à chaque centrale. Ces résultats ont servi de fondement à un nouveau PRC sur les indicateurs de sûreté.

Dans le domaine de l'analyse probabiliste de la sûreté (APS), l'Agence s'est concentrée sur l'établissement de priorités pour la mise en oeuvre de cette méthode sur l'amélioration de la qualité et de la cohérence des APS afin d'en favoriser l'application. Deux documents techniques portant l'un sur l'assurance de la qualité des APS et l'autre sur les APS “évolutives” ont été publiés. En coopération avec l'AEN/OCDE, des orientations ont été élaborées afin d'encourager à procéder à des examens réglementaires plus approfondis des APS. En plus de ces travaux de développement, des services d'examen par des confrères et des services consultatifs d'experts ont été fournis. Des missions organisées dans

le cadre du Service international d'examen par des confrères (IPERS) ont examiné les APS relatives aux arrêts et au fonctionnement à basse puissance pour la centrale nucléaire Paks en Hongrie et la centrale V2 de Bohunice en Slovaquie. Des experts ont effectué, pour l'APS relative à la centrale nucléaire de Karachi au Pakistan et celle concernant la centrale nucléaire de Kozloduy, des examens limités aux agressions internes et aux analyses de la tenue au feu et aux séismes.

## **SÛRETÉ DE LA CONCEPTION ET DE L'INGÉNIERIE**

Les travaux menés actuellement dans ce domaine consistent pour une large part à actualiser les normes de sûreté concernant le choix des sites et la conception des centrales nucléaires. Des publications consacrées aux questions suivantes sont parues: analyse des causes profondes des incendies, mise en oeuvre et examen de la gestion du vieillissement, évaluation et gestion des principaux composants des centrales nucléaires qui sont importants pour la sûreté, et méthode simplifiée pour l'estimation du terme source de référence aux fins de la conception des REO. En outre, des directives ont été publiées pour les services de l'Agence portant sur l'examen de la sûreté de la conception et pour ses équipes d'évaluation de la gestion du vieillissement.

Des services d'examen de la sûreté de l'ingénierie ont été fournis sous la forme de missions de coopération technique et d'ateliers organisés dans 20 États Membres (voir l'annexe, tableau A5). Les missions effectuées dans le cadre du Service d'examen de la sûreté de la conception (y compris les questions de sûreté liées à la gestion de la configuration et du vieillissement) se sont rendues au Pakistan, en République islamique d'Iran, en Roumanie et en Ukraine.

La majorité des missions consacrées aux agressions internes/externes ont été constituées par des évaluations sismiques de centrales existantes. Les missions de ce type ont pour objet de faire bénéficier des centrales du retour d'expérience d'autres pays et, ainsi,



d'harmoniser les pratiques internationales et d'optimiser l'utilisation des ressources. La sûreté incendie constitue en outre un problème de sûreté d'exploitation fondamental auquel on accorde de plus en plus d'attention dans les examens périodiques de sûreté. En conséquence, deux missions consacrées à la sûreté incendie ont été effectuées, l'une au Pakistan et l'autre en Chine, et des recommandations tendant à ce que l'on se conforme davantage aux normes de l'Agence ont été faites. Un certain nombre de missions de coopération technique ont été organisées en République islamique d'Iran en liaison avec le réacteur VVER-1000 en construction à Bushehr. Elles ont procédé à des examens du risque sismique, de la sûreté des fondations et du circuit primaire et fait des recommandations pour l'amélioration du rapport préliminaire de sûreté.

Un nouveau programme extrabudgétaire a été mis sur pied en 1999 pour coordonner et faciliter les actions concernant la fissuration intergranulaire par corrosion sous contrainte dans les tuyauteries en acier inoxydable des réacteurs RBMK. Ce programme sera axé sur l'amélioration de l'inspection en service et de la qualification, les évaluations approfondies, la qualification des techniques de réparation et les méthodes de décontamination.

Dans le cadre du programme extrabudgétaire sur la sûreté des installations nucléaires dans les pays de l'Asie du Sud-Est, du Pacifique et de l'Extrême-Orient, on a continué à fournir une assistance aux États Membres de la région en mettant plus particulièrement l'accent sur le renforcement des moyens techniques des organismes de réglementation et des organismes d'appui technique. Parmi les activités menées en 1999 figurent un cours régional sur la sûreté des réacteurs de recherche, un examen de l'organisme malaisien de réglementation, des missions préalables à l'envoi d'équipes internationales d'examen de la réglementation (IRRT), qui ont été effectuées en Indonésie et au Viet Nam, et un atelier sur la fonction de réglementation en Thaïlande, quatre missions consacrées à la sûreté de la conception, un examen de la sûreté d'un réacteur rapide expérimental et deux ateliers sur l'APS en Chine, ainsi qu'une

mission d'experts en Indonésie dans le domaine de la préparation pour les cas d'urgence.

## SÛRETÉ D'EXPLOITATION

Quatre missions OSART (Équipes d'examen de la sûreté d'exploitation), ainsi que quatre visites préparatoires à des missions prévues en 2000 et quatre visites de suivi ont été effectuées en 1999 (voir l'annexe, tableau A7). Les missions ont identifié des possibilités d'amélioration de la sûreté d'exploitation dans un certain nombre de domaines, dont la gestion de la sûreté (détermination et diffusion des résultats attendus par la direction en matière de sûreté), la surveillance et la maintenance préventive, l'état et la propreté de l'installation, le comportement humain, la protection radiologique, les procédures de la centrale et l'assurance de la qualité. La base de données OSMIR, qui contient les résultats de toutes les missions et visites de suivi OSART effectuées depuis 1991, a été mise à la disposition des compagnies d'électricité des États Membres sur cédérom.

De plus en plus, on fournit une assistance et des avis techniques à l'occasion des examens OSART. Dans le cadre de l'assistance fournie à la suite de missions OSART pour encourager l'auto-évaluation de la sûreté d'exploitation, trois séminaires sur la méthodologie OSART ont été organisés en France. À la demande des autorités pakistanaïses, des missions d'assistance technique ont été mises sur pied après la visite pré-OSART effectuée à la centrale nucléaire de Chashma pour aider le personnel de l'organisme exploitant et de l'organisme de réglementation, qui doit maintenant se préoccuper essentiellement des questions de sûreté d'exploitation, alors que l'on passe de l'étape des travaux de construction à celle de la mise en service et du démarrage.

Dans le domaine de la sûreté d'exploitation, un nouveau service baptisé PROSPER (Examen par des confrères de l'expérience relative à la performance en matière de sûreté d'exploitation) a été lancé. Il étend le champ



des examens effectués dans le cadre des services ASSET (Équipes d'analyse des événements importants pour la sûreté) à la capacité d'une centrale de bien mettre à profit toutes les données sur la performance d'exploitation pour améliorer la performance en matière de sûreté. L'examen des informations fournies par l'analyse des événements importants pour la sûreté restera la pierre angulaire de ce service, mais on examinera en outre comment sont utilisées les données d'exploitation, par exemple sur les événements sans grandes conséquences et les accidents évités de peu, de même que

***“Les États Membres ont demandé à l'Agence d'élaborer des processus globaux pour la gestion des entreprises et des installations nucléaires.”***

l'expérience d'exploitation acquise ailleurs en vue de réduire les défaillances, et l'on s'intéressera davantage à la question de savoir si les mesures correctives sont appropriées, prises en temps voulu et efficaces.

On améliore les services fournis par l'Agence dans le domaine de la sûreté d'exploitation afin de mieux répondre aux défis actuels — concurrence accrue, changements politiques et sociaux et transition économique — ainsi qu'aux besoins futurs identifiés par les États Membres utilisant ces services. Lors d'une réunion de groupe consultatif tenue en décembre, les initiatives prises par l'Agence dans ce domaine ont été approuvées et un certain nombre de recommandations ont été faites. En ce qui concerne la gestion de la culture de sûreté, les services fournis devraient comporter des moyens accrus pour examiner l'efficacité avec laquelle la direction instaure et maintient une solide culture de sûreté face aux pressions organisationnelles et économiques et pour apporter une assistance en la matière. Dans le cadre de tous les services, il faudrait mettre davantage l'accent sur les mesures requises pour

compenser le vieillissement des travailleurs du nucléaire et la diminution des effectifs, ainsi que la perte de la mémoire institutionnelle. Dans le domaine de l'amélioration et de la modernisation en matière de sûreté, davantage d'avis et de services sont nécessaires pour aider les États Membres à prendre des décisions dans les domaines suivants: modernisation et amélioration du matériel et du logiciel liés à la sûreté; procédures; application de nouvelles normes de sûreté; recours à un processus décisionnel fondé sur le risque; et nouveaux indicateurs plus perfectionnés de la performance en matière de sûreté. Les efforts déployés en la matière doivent en outre tenir compte des chevauchements éventuels avec les activités menées par d'autres organisations.

Les améliorations apportées ont consisté notamment à mieux intégrer et coordonner les OSART, les ASSET et les services de renforcement de la culture de sûreté en confiant les missions et les activités de formation à des équipes mixtes (mission OSART dirigée par le chef d'une équipe ASSET, par exemple). Cette approche a maintenant été étendue à d'autres services de sûreté tels que les IRRT et les services INSARR (Évaluation intégrée de la sûreté des réacteurs de recherche). La coordination et la communication avec d'autres organisations internationales fournissant des services aux centrales nucléaires en matière de sûreté d'exploitation ont en outre été améliorées.

Les services d'examen de la sûreté d'exploitation fournis par l'Agence visent de plus en plus à aider les compagnies d'électricité à améliorer leur gestion de la sûreté et leur culture de sûreté, ainsi qu'à promouvoir l'auto-évaluation en tant que moyen de maintenir une bonne performance en matière de sûreté. Une série de missions de coopération technique ont été effectuées afin d'aider Electronuclear, l'exploitant de la centrale nucléaire Angra au Brésil, à former du personnel à l'auto-évaluation de la culture de sûreté. Electronuclear continuera à bénéficier de cette assistance durant l'application des améliorations recommandées, et on a l'intention de prendre ces activités comme modèle pour proposer un vaste



programme d'assistance intégré à d'autres États Membres.

Les initiatives prises en vue d'évaluer les activités d'auto-évaluation des compagnies d'électricité afin de juger de leur efficacité pour ce qui est d'améliorer les performances en matière de sûreté d'exploitation, ainsi que de déterminer comment ces activités devaient s'intégrer dans les services relatifs à la sûreté d'exploitation se sont poursuivies. Compte tenu du vif intérêt manifesté par l'industrie nucléaire et des organisations gouvernementales, l'Agence a publié un document d'orientation sur l'auto-évaluation de la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires afin d'aider ces organismes à assurer une focalisation accrue sur la sûreté d'exploitation.

Dans le domaine de la gestion de la sûreté, les États Membres ont demandé à l'Agence d'élaborer des processus globaux pour la gestion des entreprises et des installations nucléaires. Les améliorations apportées, y compris la mise au point de principes directeurs, de services d'évaluation, d'ateliers et d'outils d'auto-évaluation, seront incorporées dans les services OSART-ASSET relatifs à la culture de sûreté. Une réunion de comité technique organisée au Canada à l'appui de cette initiative a permis de procéder à un large échange d'informations sur les pratiques réglementaires et l'expérience en matière de gestion de la sûreté et de culture de sûreté aux niveaux de l'entreprise et des hauts responsables de la réglementation.

## **SÛRETÉ DES RÉACTEURS DE RECHERCHE**

Les missions INSARR effectuées en Finlande et en Belgique ont témoigné de l'intérêt accru que l'on porte à ce service en Europe occidentale et septentrionale, et sept missions de sûreté ont été envoyées dans des réacteurs de recherche du Bélarus, de Bulgarie, de Fédération de Russie, de Pologne et d'Ukraine dans le cadre de projets régionaux de coopération technique pour l'Europe. D'autres missions de sûreté se sont rendues au Nigeria — où un réacteur source de neutrons

miniature est en construction au titre d'un accord avec l'Agence — en République démocratique du Congo — pour étudier l'érosion du site du réacteur de recherche de Kinshasa et son état général du point de vue de la sûreté — ainsi qu'en Thaïlande — afin de fournir une aide en matière de délivrance d'autorisations pour un nouveau réacteur de recherche. Des missions d'experts se sont en outre rendues au Viet Nam (Dalat) et en Indonésie (Serpong) pour aider à améliorer des rapports de sûreté.

Une mission a par ailleurs visité le réacteur de recherche de Vinça, près de Belgrade (Yougoslavie), qui a été mis à l'arrêt il y a une quinzaine d'années. L'état du combustible usé entreposé dans une piscine sur le site a suscité des préoccupations ces dernières années; la mission avait principalement pour objet d'évaluer les activités menées jusque-là pour améliorer l'état du combustible et de la piscine et de faire le point de la situation. La mission a identifié un certain nombre de problèmes de sûreté relatifs à ce combustible et au combustible encore présent dans le réacteur, problèmes qui, faute de fonds, ne sont pas traités comme il convient.

Un colloque sur l'utilisation, la sûreté et la gestion des réacteurs de recherche s'est tenu à Lisbonne en septembre. Les problèmes de sûreté qui ont été le plus souvent évoqués lors de ce colloque étaient ceux qui affectent les réacteurs de recherche anciens, lesquels sont désormais en majorité dans le monde. Parmi les questions spécifiques qui ont été examinées figuraient la gestion du vieillissement; l'actualisation des rapports de sûreté; la documentation et les examens périodiques de la sûreté; la gestion du combustible usé; et le déclassement.

## **ACTIVITÉS RÉGLEMENTAIRES CONCERNANT LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE**

On continue à présenter de nouvelles demandes pour le service IRRT, et le nombre des missions souhaitées au cours des trois années à venir est élevé. En 1999, une mission



IRRT, deux missions pré-IRRT et quatre visites préparatoires pour des missions prévues en 2000 ont été menées à bonne fin. À l'origine, le service IRRT portait essentiellement sur la réglementation de la sûreté nucléaire. Or, beaucoup d'organismes de réglementation demandant de telles missions sont aussi chargés de la sûreté radiologique, de la sûreté des déchets radioactifs et de la sûreté du transport, en sorte qu'un nombre croissant de missions sont effectuées par des équipes comprenant des spécialistes de ces questions.

Le Système de notification des incidents (IRS), qui est exploité conjointement par l'Agence et l'AEN/OCDE, a reçu 112 rapports sur des événements en 1999, ce qui a porté le nombre total de rapports compris dans la base de données à plus de 2 800. Les informations contenues dans cette base de données sont destinées aux techniciens et leur diffusion est restreinte, mais un rapport récapitulatif sur l'expérience d'exploitation acquise au cours de la période 1996-1999 a été établi pour distribution générale. On a effectué deux études sur des catégories particulières d'événements, à savoir les événements qui dénotent une violation des limites et conditions d'exploitation et les événements liés aux interactions entre les procédures et les facteurs humains.

## PRÉPARATIFS POUR L'AN 2000

Un projet spécial a été mis sur pied afin d'aider les États Membres à résoudre le problème informatique de l'an 2000 dans les centrales nucléaires (voir l'annexe, tableau A6). Dans le cadre du rôle de centre d'échange d'informations qu'elle a joué, l'Agence a notamment créé un site Internet pour rendre les informations largement et aisément accessibles. Elle a publié un document d'orientation indiquant les mesures à prendre pour gérer le problème de l'an 2000. En outre, trois ateliers consacrés respectivement à la planification des programmes relatifs à l'an 2000, à la mise en oeuvre de ces programmes et à l'établissement de plans d'urgence ont été organisés; leurs comptes rendus et leurs conclusions ont été diffusés sur le site Internet. L'Agence a par ailleurs effectué 20 missions consacrées expressément aux préparatifs pour l'an 2000 dans neuf États Membres. Des dispositions spéciales ont été prises afin que le centre de l'Agence pour les interventions d'urgence dispose du personnel voulu pendant toute la période de transition entre 1999 et 2000, de façon que les États Membres puissent accéder à des informations authentifiées sur les problèmes de sûreté liés à l'an 2000 dans les centrales nucléaires.



# SÛRETÉ RADIOLOGIQUE

## SÛRETÉ RADIOLOGIQUE

### OBJECTIF DU PROGRAMME

**Promouvoir la sûreté radiologique en élaborant des normes de sûreté pertinentes et en les faisant appliquer, en mettant en oeuvre les règles et les prescriptions de l'Agence en matière de radioprotection et en fournissant des conseils et des services aux États Membres dans le cadre du programme de coopération technique et des Conventions sur la notification rapide d'un accident nucléaire et sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique.**

### APERÇU GÉNÉRAL

Le programme relatif à la sûreté radiologique a deux objectifs complémentaires, à savoir la mise au point d'un ensemble unifié de normes de sûreté faisant l'objet d'un consensus, et l'élaboration de mesures en vue de l'application de ces normes dans les États Membres et par le biais d'autres organisations internationales. Pour atteindre ces objectifs, le programme mettait l'accent sur plusieurs domaines concernant les activités de recherche pertinentes, l'élaboration de documents consensuels énonçant des prescriptions et des guides les complétant, et la mise au point de manuels et autres documents visant à faciliter l'application des normes par les organismes de réglementation. Nombre de ces documents servent d'assise à des projets de coopération technique, notamment au projet modèle concernant le renforcement des infrastructures de sûreté radiologique et de sûreté des déchets dans plus de 50 États Membres. En outre, des efforts considérables ont été consacrés à l'intervention en cas d'urgence, notamment aux activités exécutées dans le cadre de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique. Pour appuyer ces activités, on a organisé des programmes de recherche, des cours, des conférences et d'autres réunions d'échange d'informations dans le cadre du programme de coopération technique.

## RADIOPROTECTION

Pour déterminer les progrès accomplis jusqu'à présent au titre du projet modèle de coopération technique relatif au renforcement des infrastructures de radioprotection, des équipes d'examen par des confrères se sont rendues dans un groupe représentatif de 14 États participants pendant le deuxième semestre de 1999. Elles ont examiné dans quelle mesure le cadre juridique et réglementaire est approprié et l'organisme de réglementation est habilité à faire respecter les lois et les règlements, et elles ont évalué le système de notification, d'autorisation et de contrôle des sources de rayonnements, les ressources financières et humaines existantes, et le nombre de personnes ayant reçu une formation appropriée. Les résultats de ces examens indiqueront la marche à suivre pour l'exécution du projet modèle.

Dans le cadre d'un projet de coopération technique, le logiciel du Système d'information des autorités de réglementation (RAIS) a été traduit d'anglais en arabe, en espagnol, en français et en russe et distribué à plus de 40 États Membres. Il se compose des cinq modules suivants: inventaire des sources de rayonnements et des installations d'irradiation; processus de délivrance des autorisations, inspections et mesures d'exécution; dosimétrie du personnel soumis à une exposition professionnelle et indicateurs de performance pour chaque installation ainsi que pour l'ensemble du programme réglementaire.

Un nouveau projet régional de coopération technique destiné à améliorer la radioprotection professionnelle dans des centrales nucléaires en Asie, ainsi qu'un projet similaire pour l'Europe et le Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE) font partie d'une stratégie intégrée visant à optimiser la radioprotection dans les centrales nucléaires, en mettant l'accent sur l'échange d'informations et la formation. Le nombre de participants à l'ISOE, qui est administré par un Secrétariat géré conjointement par l'Agence et l'AEN/OCDE, augmente régulièrement. À la fin du mois de novembre 1999, dix compagnies d'électricité de neuf pays

(représentant 31 réacteurs de puissance) et sept organismes de réglementation en étaient membres. Le projet concernant l'Asie englobe la mise au point d'un programme de formation sur l'optimisation de la radioprotection et l'organisation d'ateliers de formation à l'intention de dirigeants et de radioprotectionnistes.

La radioprotection dans le cadre des applications médicales présente un intérêt croissant. Un guide de sûreté de l'Agence sur la radioprotection lors d'expositions médicales est en cours d'élaboration, et des rapports sur ce même sujet, établis en collaboration avec l'OMS, l'OPS et la Commission européenne, ont été achevés, de même qu'un recueil de recommandations concernant la réglementation de la radioprotection et de la sûreté en radiothérapie. Ces documents sont publiés par l'OMS.

Le problème informatique de l'an 2000 est particulièrement préoccupant dans le domaine médical, compte tenu du grand nombre d'établissements dans le monde entier qui utilisent du matériel susceptible d'être touché par ce problème et du nombre de logiciels non normalisés qui y seraient employés. Dans le cadre du programme de travail de l'Agence relatif au problème informatique de l'an 2000, deux rapports sur les mesures qui permettent d'y faire face dans les installations médicales ont été élaborés (et diffusés sur le site Internet de l'Agence *WorldAtom*). Un atelier organisé à Vienne et deux missions d'assistance exécutées en Bolivie et au Costa Rica ont également été consacrés à cette question.

## SÛRETÉ DES SOURCES DE RAYONNEMENTS ET SÉCURITÉ DES MATIÈRES RADIOACTIVES

Devant la persistance des incidents impliquant des sources radioactives qui, pour diverses raisons, n'ont pas été soumises à un contrôle approprié, on a établi un plan d'action dans lequel figurent une série de mesures visant à améliorer le contrôle de ces sources.



On a aussi commencé les travaux de catégorisation des sources, dont l'importance primordiale a été reconnue.

Un autre domaine dans lequel l'Agence se montre active depuis quelques années est celui des enquêtes sur les accidents. Elle a enquêté récemment sur des accidents survenus en Géorgie, en Turquie, en République islamique d'Iran et en Fédération de Russie et mis au point une base de données qui contient les informations recueillies sur les causes et les conséquences de tous ces événements. Elle a aussi rédigé des rapports de sûreté sur le retour de l'information relative à l'expérience pratique acquise dans la manipulation des sources radiologiques, et sur les leçons tirées des accidents survenus dans le domaine de la radiothérapie.

Les travaux décrits ci-dessus concernent essentiellement des événements accidentels imputables à la négligence, à des défaillances du matériel et au manque de connaissances et de formation. Toutefois, la possibilité que des sources ou des matières radioactives soient délibérément utilisées à mauvais escient constitue aussi un sujet de préoccupation.

Aux termes d'un mémorandum d'accord signé par l'Agence et l'OMD en 1998, une coopération accrue a été recommandée dans des domaines tels que l'échange d'informations et la formation. Un comité technique mixte s'est réuni en juillet pour faire le point des progrès et préparer de nouvelles coopérations entre les deux organisations.

Les essais en laboratoire de matériel pour la surveillance aux frontières au Centre de recherche autrichien de Seibersdorf ont été achevés. Les systèmes sélectionnés sont maintenant installés en vue d'essais sur le terrain à la frontière entre l'Autriche et la Hongrie ainsi qu'à l'aéroport international de Vienne. Des exigences minimales internationalement acceptées pour les systèmes de surveillance aux frontières ont été définies sur la base des essais en laboratoire. Le principal résultat de ce projet sera de faciliter la tâche aux États pour la sélection, l'installation et la mise en oeuvre du matériel de détection pour la surveillance aux

frontières, dans les ports et dans les aéroports.

En coopération avec l'OMD et INTERPOL, un cours de sensibilisation de cinq jours sur la contrebande nucléaire à l'intention des enquêteurs des douanes et de la police s'est tenu à Vienne en septembre. En outre, un cours commun, avec également la participation de la Commission européenne, s'est tenu à Malte en novembre à l'intention de fonctionnaires des services des douanes et des contrôles aux frontières.

***“On a établi un plan d'action dans lequel figurent une série de mesures visant à améliorer le contrôle des sources radioactives.”***

Le Secrétariat, travaillant en coopération étroite avec l'OMD et INTERPOL, a établi un guide de sûreté sur la prévention, la détection et l'intervention en cas de trafic illicite de matières radioactives. Les règles, mesures de contrôle et méthodes décrites dans ce guide doivent aider les agents des douanes, de la police des frontières et autres agents de l'autorité ainsi que les organes de réglementation et autres organes compétents des États Membres dans leurs efforts face au problème du trafic illicite de matières radioactives. La coopération avec les États Membres concernant la mise en oeuvre des recommandations du guide de sûreté portera principalement sur les procédures applicables pour la détection des matières radioactives franchissant des frontières, ainsi que sur les mesures à prendre en cas d'incidents de trafic illicite.

A noter également, dans le cadre des efforts de l'Agence pour améliorer la sécurité des matières radioactives, l'assistance fournie à un État Membre pour détecter des sources égarées et pour les entreposer convenablement lorsqu'elles ont été retrouvées. Cette assistance a été fournie au titre d'un projet de coopération technique.

## SÛRETÉ DU TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES

L'Agence a mis en place un nouveau service, TranSAS (Service d'évaluation de la sûreté du transport) qui examine, sur demande, l'application du Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence ("le Règlement de transport") dans les pays. La première mission s'est rendue en Slovénie en juin-juillet 1999. Elle y a évalué le cadre législatif relatif au transport des matières

***“On a entrepris une révision en profondeur des procédures d'intervention en cas d'urgence de l'Agence et de la formation associée, que l'on a mises à l'essai au cours d'un exercice international.”***

radioactives et le partage des responsabilités entre les organismes compétents, les procédures d'approbation, et les dispositions prises pour les inspections et la préparation aux cas d'urgence.

Les prescriptions du Règlement de transport sont incorporées dans les règlements d'autres organisations internationales, tels que le Règlement type annexé aux Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses, les règlements européens relatifs au transport par route et voie ferrée, les Instructions techniques de l'Organisation de l'aviation civile internationale et le Code maritime international des marchandises dangereuses de l'Organisation maritime internationale. Pour favoriser et simplifier ce processus, le Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives au transport a approuvé un nouveau cycle d'examen du Règlement de transport qui est harmonisé avec les cycles de révision d'autres organismes des Nations Unies. Dans le cadre de ce nouveau cycle qui a débuté en l'an 2000, le Règlement de transport sera examiné tous les deux ans et une édition révisée sera publiée, si besoin est.

## URGENCES RADIOLOGIQUES

On a poursuivi les travaux relatifs à la mise au point d'un ensemble de normes de sûreté révisées pour la préparation et les interventions en cas d'urgence. On s'efforce plus particulièrement de faire coparrainer ces normes par d'autres organisations internationales concernées afin de promouvoir la cohérence et l'uniformité dans le traitement des cas d'urgence. Un document technique sur les procédures de surveillance en cas d'urgence, publié pendant l'année, a été utilisé, avec la documentation habituelle, au cours de deux ateliers sur la surveillance en cas d'urgence dans la zone d'exclusion de 30 km autour de Tchernobyl, qui ont été organisés à l'intention de 22 pays.

En 1999, on a lancé un nouveau service d'examen de la préparation aux cas d'urgence (EPREV). Une méthodologie a été mise au point et une première mission pilote l'a appliquée en Indonésie. L'expérience acquise est utilisée pour la révision du projet de procédures d'exécution.

On a entrepris une révision en profondeur des procédures d'intervention en cas d'urgence de l'Agence et de la formation associée, que l'on a ensuite mises à l'essai au cours d'un exercice international accueilli par le Canada. On a procédé à une étude de faisabilité sur l'utilisation d'Internet pour l'échange d'informations sur les cas d'urgence, et mis au point une proposition détaillée visant à créer un réseau d'intervention en cas d'urgence qui décrit les exigences de performance pour les États souhaitant fournir une aide dans le cadre de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique.

À trois reprises, l'Agence a fourni en 1999 une assistance à la suite de situations d'urgence radiologique:

- En Turquie, pour donner des avis sur le traitement des personnes surexposées à une source au cobalt 60 retirée de son étui vendu en tant que ferraille, et participer à la recherche d'une seconde source éventuelle;

- Au Pérou, pour fournir des avis médicaux sur le traitement d'un soudeur exposé à une source à l'iridium 192 non protégée;
- Au Ghana, pour aider à remettre en place une source de radiographie industrielle à l'iridium 192 qui était restée bloquée en dehors de son boîtier.

En outre, l'Agence a continué d'aider la Géorgie à mettre au point des plans qui permettront de localiser et de mettre en lieu sûr des sources abandonnées dans le pays après l'éclatement de l'Union soviétique.

Le Système d'intervention en cas d'urgence de l'Agence a été activé à la suite d'un accident de criticité survenu à l'usine de combustible nucléaire de Tokaimura, au Japon. L'intervention immédiate s'est limitée à la collecte d'informations et à leur diffusion aux États Membres, étant donné que le Japon n'a pas demandé l'aide de l'Agence pour faire face à cette situation d'urgence. Toutefois, une mission préliminaire d'enquête s'est rendue au Japon deux semaines après l'accident pour recueillir des informations et établir un rapport sur les causes immédiates, les conséquences et les séquelles de l'accident.

## **SERVICES OPÉRATIONNELS DE SURVEILLANCE ET DE PROTECTION RADIOLOGIQUES**

La demande de services de surveillance et de protection radiologiques pour les membres du

personnel de l'Agence et les experts de la coopération technique a continué d'augmenter. Au total, en novembre 1999, 445 membres du personnel et plus de 250 experts de coopération technique avaient fait l'objet d'un contrôle, soit une augmentation de 11 % et 25 % respectivement par rapport à la période précédente.

Afin d'encourager une évaluation précise de l'exposition professionnelle, l'Agence a organisé des exercices internationaux et régionaux de comparaison interlaboratoires. Les laboratoires de dosimétrie de l'Agence ont aussi participé à plusieurs exercices de comparaison interlaboratoires concernant la surveillance individuelle, ainsi qu'à un exercice de surveillance de la zone d'exclusion de Tchernobyl à l'aide d'une unité mobile.

Dans le cadre de projets nationaux et régionaux de coopération technique relatifs à la sûreté radiologique, on a fourni un appui technique sous forme de services d'experts et de cours ou d'ateliers sur la surveillance individuelle, les exercices de comparaison interlaboratoires, l'assurance de la qualité dans les laboratoires de radioprotection, et la dosimétrie interne. Une étroite collaboration a été établie avec d'autres organisations internationales qui fixent des normes, telles que l'Organisation internationale de normalisation et la Commission électronique internationale. Un appui technique a également été fourni à des missions d'intervention en cas d'urgence et à des opérations sur le terrain, selon que de besoin.



# SÛRETÉ DES DÉCHETS RADIOACTIFS

## SÛRETÉ DES DÉCHETS RADIOACTIFS

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Promouvoir la gestion sûre des déchets radioactifs, notamment la sûreté des déchets stockables, rejetables et résiduels, par l'élaboration et l'application de normes de sûreté appropriées, et par la fourniture d'un appui aux accords internationaux pertinents, et de services dans le cadre de ces accords, selon que de besoin.

### OBJECTIF

Le programme relatif à la sûreté des déchets a été axé sur la mise au point d'un ensemble complet de normes de sûreté acceptées au plan international, avec la participation active des États Membres et sous l'autorité d'un comité consultatif international. Une publication de la catégorie Prescriptions de sûreté et un guide de sûreté sur le stockage en surface des déchets radioactifs ont été publiés, de même que deux guides de sûreté sur le déclassement. Plusieurs autres documents de sûreté, y compris un texte sur la limitation des rejets, ont été presque achevés. Un colloque international s'est tenu à Arlington (États-Unis) pour traiter de la question des déchets résiduels. Des avis sur des questions particulières de gestion des déchets ont été fournis à un certain nombre d'États, en particulier d'États qui n'ont pas de centrales nucléaires et n'ont guère d'infrastructure pour gérer les déchets, mais qui ont à gérer d'autres types de résidus tels que ceux provenant de l'extraction et du traitement des minerais d'uranium.

### SÛRETÉ DES DÉCHETS STOCKABLES

La pression ne s'est pas relâchée pour ce qui est de l'adoption de règles internationales concernant la remise en circulation de matériaux provenant d'installations nucléaires. Le problème devient urgent en raison du nombre croissant d'installations nucléaires que l'on décide de déclasser, et en raison de la mise en circulation de matériaux tels que métaux et béton destinés à être recyclés. L'Agence est en train de revoir ses recommandations relatives aux



principes et critères concernant la levée des restrictions réglementaires. Dans le même temps, les aciéristes ont commencé à réagir au danger que représente l'entrée dans les circuits internationaux d'aciers de rebut contaminés. L'Agence a parrainé, avec la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, un atelier sur ce sujet auquel ont participé des représentants de l'industrie. Cet atelier a débouché sur le projet d'établir un code de bonne pratique relatif à la contamination radioactive des aciers de rebut et au contrôle de cette contamination.

Après la publication en 1999 d'un document de la série des Prescriptions de sûreté sur les stockages de surface et du guide qui l'accompagnait sur l'évaluation de la sûreté, l'attention du Comité consultatif de l'Agence pour les normes de sûreté relatives aux déchets s'est tournée vers le problème de la sûreté du stockage définitif des déchets de haute activité dans les formations géologiques. Un examen préliminaire de la question a permis de déterminer les points sur lesquels existe un consensus international, et ceux sur lesquels les experts ne se sont pas encore mis d'accord. Un point actuellement à l'étude concerne les problèmes de sûreté qui se posent si l'on prévoit une possibilité de reprise ultérieure des déchets placés dans les dépôts souterrains. L'Agence procède actuellement à une évaluation dont les premiers résultats ont été présentés à un atelier sur la récupérabilité qui s'est tenu en octobre près de Stockholm et qui a été coparrainé par l'Agence. L'atelier a offert l'occasion d'échanges de vues entre les experts et des membres du public sur divers aspects (éthiques, économiques, relatifs à la sûreté et aux garanties) des politiques nationales qui sont étudiées actuellement en vue de permettre la reprise ultérieure des déchets placés dans un dépôt.

L'incidence du problème informatique de l'an 2000 sur les installations de gestion des déchets a été évaluée, et les résultats ont été récapitulés dans un document d'orientation. Un atelier a aussi été organisé pour échanger des informations sur les mesures de sûreté relatives au problème informatique de l'an 2000 dans les installations de gestion des déchets radioactifs et du cycle du combustible

nucléaire, notamment sur l'expérience acquise, l'établissement de priorités, les stratégies d'"évitement" et les plans d'urgence. Le document d'orientation et les résultats de l'atelier ont été communiqués à tous les États et présentés sur la page d'accueil de l'Agence (<http://www.iaea.org>).

L'aide de l'Agence a été demandée par l'organisme réglementaire brésilien pour la délivrance de l'autorisation nécessaire à une installation de bitumage pour les déchets provenant de l'exploitation de la centrale nucléaire Angra-2. Dans le cadre de son programme de coopération technique, l'Agence a envoyé une équipe d'experts pour examiner l'installation, et a fait des recommandations à la contrepartie brésilienne en ce qui concerne spécialement la nécessité d'un plan d'essais de mise en service et celle d'une planification plus poussée afin de tenir dûment compte du problème du stockage final des déchets.

## SÛRETÉ DES DÉCHETS REJETABLES

En réponse à une demande des Parties contractantes à la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières (Convention de Londres de 1972), une récapitulation des opérations de rejet de déchets radioactifs dans les océans à l'échelle mondiale a été communiquée à la 21<sup>e</sup> réunion des Parties contractantes à la Convention. Cette récapitulation est la mise à jour d'un rapport antérieur et inclut des renseignements sur les opérations d'immersion dans l'Arctique effectuées par l'ex-Union soviétique. La récapitulation a été établie à l'aide d'un système d'information qui, à terme, contiendra des relevés de tous les rejets de matières radioactives dans l'environnement ainsi que des évacuations de déchets solides et des accidents et pertes de matières radioactives en mer.

Une série de documents de sûreté définissant une politique et des méthodes acceptées au plan international pour la limitation des rejets de radionucléides dans l'environnement sera bientôt achevée. Le document principal est un



guide de sûreté qui expose les principes réglementaires pour la limitation des rejets; il est appuyé par un rapport de sûreté décrivant une méthodologie recommandée pour l'évaluation de l'impact radiologique des rejets de matières radioactives dans l'atmosphère et dans les eaux de surface. Les deux peuvent être utilisés ensemble pour définir des limites quantitatives de rejet satisfaisant aux principes internationaux actuels de protection radiologique. Le respect de ces limites devrait être confirmé par des programmes appropriés de surveillance des sources et de l'environnement, lesquels sont décrits dans un autre guide de sûreté qui lui aussi sera bientôt achevé.

***“Une récapitulation des opérations de rejet de déchets radioactifs dans les océans à l'échelle mondiale a été établie.”***

Les recommandations actuelles sur la limitation des rejets ont pour but la protection des êtres humains vivant dans l'environnement affecté par le rejet considéré. Toutefois, on se soucie de plus en plus de l'environnement lui-même et de la protection des espèces autres que l'homme. À titre de première mesure en ce sens, un document de discussion a été publié concernant la protection de l'environnement contre les effets des rayonnements ionisants.

## **SÛRETÉ DES DÉCHETS RÉSIDUELS**

On commence tout juste de voir apparaître des politiques internationales concernant l'assainissement des zones et des sites où ont été présents des résidus radioactifs. Pour faciliter le consensus sur des principes et critères à cet égard et en vue de diffuser l'information concernant l'expérience nationale et internationale, l'Agence a organisé un colloque à Arlington en Virginie (États-Unis). Les débats ont montré, comme on pouvait s'y attendre, que des politiques diverses sont actuellement

adoptées dans les différents pays. La réunion a permis un premier échange de vues sur les raisons de ces différences. En particulier, bien que les principes de la Commission internationale de protection radiologique relatifs à l'intervention soient normalement ceux qu'il convient d'appliquer aux environnements contaminés, les critères adoptés dans de nombreux pays sont plutôt ceux qui sont associés aux pratiques. Le colloque a souligné la nécessité pour la communauté internationale de poursuivre l'effort en vue de formuler des recommandations claires basées sur des principes scientifiques et sur un bon jugement professionnel.

Dans le prolongement de son programme d'évaluations de la situation radiologique sur les sites où ont été effectués des essais d'armes nucléaires, l'Agence a commencé à s'occuper de l'examen des lieux en Algérie où des essais d'armes ont été effectués par la France dans les années 60.

En avril, le Gouvernement du Kazakhstan a décidé de fermer de manière permanente le réacteur rapide BN-350 à Aktau. Il a été demandé à l'Agence d'aider à coordonner le projet de déclassement et d'apporter une assistance technique pour le travail de planification. En août, l'Agence a accueilli une réunion de coordination sur les problèmes liés à la préparation de l'installation pour un arrêt de longue durée, afin de mieux comprendre les questions qui se posent et de déterminer l'assistance qui est déjà fournie dans le cadre d'accords bilatéraux.

Une mission exploratoire envoyée au Tadjikistan a procédé à une évaluation préliminaire de la situation radiologique dans ce pays. En particulier, la mission s'est attachée à évaluer la sûreté et la sécurité des sources de rayonnements dans le contexte du système réglementaire existant, et s'est préoccupée de la sûreté de manipulation des résidus radioactifs provenant des activités extensives d'extraction et de traitement de minerai d'uranium qui ont été menées dans le pays. L'infrastructure et les exigences en matière de réglementation ainsi que les capacités techniques ont fait également l'objet d'un examen.

# COORDINATION DES ACTIVITÉS RELATIVES À LA SÛRETÉ

## COORDINATION DES ACTIVITÉS RELATIVES À LA SÛRETÉ

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Garantir la cohérence technique des fonctions de l'Agence en rapport avec la sûreté ainsi que la cohérence avec les activités de sûreté correspondantes menées par les États Membres et d'autres organisations internationales, en encourageant la coordination de ces activités, en publiant des normes, en assurant des services dans le cadre des conventions, en fournissant des informations sur les politiques et normes de sûreté et en appuyant la mise en oeuvre de celles-ci dans les États Membres par le biais des programmes de coopération technique.

### APERÇU GÉNÉRAL

Le programme de coordination des activités relatives à la sûreté vise à garantir la cohérence technique entre les activités menées par l'Agence dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets radioactifs. Le travail a comporté les tâches principales suivantes: coordonner la mise au point et l'examen des normes de sûreté de l'Agence; administrer et, le cas échéant, mettre en oeuvre des conventions relatives à la sûreté; appuyer la recherche et le développement; favoriser l'échange d'informations concernant la sûreté; coordonner l'appui technique aux projets concernant la sûreté dans le cadre du programme de coopération technique de l'Agence.

### POLITIQUES ET NORMES DE SÛRETÉ

Le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) a produit quatre publications. Le premier rapport, *The Safe Management of Sources of Radiation: Principles and Strategies*, traite des principes généraux applicables à la sûreté de toutes les sources, et montre que les concepts de base de la sûreté



nucléaire, de la radioprotection et de la sûreté des déchets peuvent être présentés de manière concrète. Le second rapport, *Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants*, est une mise à jour de la publication 75-INSAG-3 de 1988 et développe le concept de culture de la sûreté en décrivant les bonnes pratiques de gestion de la sûreté et de surveillance des comportements en matière de sûreté. La troisième publication, *Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants*, développe plus amplement un ensemble d'éléments universels pour un système efficace

**“Un événement majeur a été la première réunion d'examen des parties contractantes à la Convention sur la sûreté nucléaire tenue en avril et dont l'Agence assurait le secrétariat.”**

de gestion de la sûreté. Le dernier rapport, *Safe Management of the Operating Lifetimes of Nuclear Power Plants*, traite du maintien de la sûreté dans une installation vieillissante. Avec ces publications, l'INSAG a achevé son quatrième mandat de trois ans.

Les activités du service de discussions entre confrères sur les pratiques réglementaires (PDRP) ont inclus un échange de vues sur l'évaluation de l'efficacité réglementaire. Le but était de définir les constatations et pratiques communes qui aideront les États Membres. Il a été possible d'identifier les caractéristiques d'un organisme réglementaire efficace qui pourront être utilisées comme indicateurs. Les débats ont été résumés dans un rapport spécial de la série PDRP visant au renforcement des bonnes pratiques réglementaires. La conclusion du rapport définit l'efficacité réglementaire comme une combinaison de méthodes traditionnelles (audits, auto-évaluation des divers programmes et leur mise en oeuvre) et de nouvelles techniques telles que le recours à des programmes anticipatifs internes d'amélioration de la sûreté, à des examens par des confrères et à des inspections par des organismes extérieurs.

Au total, sept normes de sûreté nouvelles ou révisées (une de la série des Prescriptions de sûreté et six guides de sûreté) ont été publiées. Et il y en a actuellement 72 en préparation. Dans ce nombre figurent une publication commune de la série des Fondements de la sûreté (remplaçant les trois publications actuelles de cette série sur les installations nucléaires, la protection radiologique et les sources, et la gestion des déchets radioactifs), et neuf publications de la série des Prescriptions de sûreté, complétées par un certain nombre de guides de sûreté sur les sujets suivants:

- Plans et interventions d'urgence (deux guides);
- Infrastructure juridique et gouvernementale (sept guides);
- Exploitation des centrales nucléaires (11 guides);
- Conception des centrales nucléaires (12 guides);
- Évaluation du site pour les centrales nucléaires (six guides);
- Sûreté des réacteurs de recherche (quatre guides);
- Activités préalables au stockage des déchets radioactifs (six guides);
- Stockage des déchets radioactifs (deux guides);
- Assainissement des zones contaminées (un guide).

Il y a en outre 12 guides de sûreté en préparation qui complètent les textes publiés de la série des Prescriptions de sûreté dans les domaines de la sûreté radiologique (huit guides), des rejets d'effluents (deux guides) et des règles de transport (deux guides). Sur ces 72 normes, dix (quatre Prescriptions de sûreté et six guides de sûreté) ont déjà été approuvées pour publication par la Commission consultative pour les normes de sûreté (ACSS).

Dans la catégorie générale des normes de sûreté (c'est-à-dire celle des normes qui intéressent plus d'un domaine de la sûreté), une publication de la série des Prescriptions de sûreté sur l'infrastructure juridique et gouvernementale pour la sûreté a été approuvée par le Conseil des gouverneurs.



Une publication de la série des Prescriptions de sûreté sur la conception des centrales nucléaires a été approuvée par l'ACSS et sera soumise pour approbation au Conseil des gouverneurs. Une autre publication de cette série, sur l'exploitation des centrales nucléaires, a été approuvée en septembre par le Conseil.

Dans le domaine de la sûreté radiologique, trois guides de sûreté sur la protection contre l'irradiation professionnelle, coparrainés par l'Agence et le Bureau international du travail, ont été publiés. Ils fournissent des recommandations génériques qui sont pour l'essentiel indépendantes de la profession des travailleurs.

Dans le domaine de la sûreté des déchets, les publications de la série des Prescriptions de sûreté sur le stockage en surface des déchets radioactifs ont été publiées, et celles sur la gestion des déchets avant stockage, y compris le déclassé, ont été approuvées par le Conseil des gouverneurs. En outre, des guides de sûreté sur l'évaluation de sûreté pour le stockage en surface, sur le déclassé des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche et sur le déclassé des installations médicales, industrielles et de recherche, ont été publiés.

Pour aider à harmoniser et clarifier la terminologie utilisée dans différentes normes de sûreté, un glossaire unique de la sûreté — couvrant la terminologie de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique, de la sûreté du transport et de la sûreté des déchets — a été établi. Il a d'abord pour but d'indiquer aux rédacteurs et réviseurs des normes de sûreté en quel sens l'Agence utilise des termes particuliers, mais il peut aussi présenter de l'intérêt pour ceux qui lisent et qui appliquent les normes dans les États Membres. Le glossaire sera disponible sur le site Internet de l'Agence.

## CONVENTIONS RELATIVES À LA SÛRETÉ

L'événement majeur de l'année, en ce qui concerne les conventions relatives à la sûreté, a été la première réunion d'examen des

Parties contractantes à la Convention sur la sûreté nucléaire, qui s'est tenue en avril à Vienne et dont l'Agence assurait le secrétariat. À la fin de 1999, il y avait 52 Parties contractantes à la Convention.

Le nombre d'États contractants parties à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs a dépassé la moitié du nombre requis pour l'entrée en vigueur de la Convention. Une troisième réunion informelle des signataires et d'autres États intéressés s'est tenue à Vienne en octobre pour mettre au point les règles et directives qui s'appliqueront au processus d'examen lorsque la Convention sera en vigueur, compte tenu de l'expérience acquise lors de la réunion d'examen de la Convention sur la sûreté nucléaire. À la fin de 1999, il y avait 13 États contractants (dont neuf avec des centrales nucléaires en service) et un total de 40 signataires.

Le Panama et la Belgique sont devenus Parties contractantes à la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et à la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou d'urgence radiologique, portant le nombre de parties contractantes à 84 et à 79 respectivement. L'application de la Convention sur la notification rapide a été demandée une fois à propos d'une source au cobalt 60 qu'on croyait égarée en Turquie, et l'Agence a rempli les fonctions qui lui sont assignées en notifiant les États voisins et en fournissant des informations à tous les États Membres. L'application de la Convention sur l'assistance a été demandée formellement à l'occasion d'urgences au Ghana, au Pérou et en Turquie.

## ÉCHANGE D'INFORMATIONS SUR LA SÛRETÉ

À la réunion annuelle de hauts responsables de la réglementation tenue à Vienne au moment de la session ordinaire de la Conférence générale de l'Agence, l'efficacité réglementaire, l'impact sur la sûreté de la déréglementation et des changements dans la gestion, la contamination des conteneurs de

transport et le problème informatique de l'an 2000 ont fait l'objet de discussions. Les hauts responsables ont de manière générale appuyé les bonnes pratiques de réglementation efficace identifiées lors des échanges PDRP ainsi que le travail accompli dans le domaine des indicateurs, mais ont mis en garde contre l'utilisation d'indicateurs pour effectuer des comparaisons entre pays. Ils ont défini l'indépendance "de facto" de l'autorité de réglementation à l'égard des influences politiques comme une condition importante

***“Un point fort de l'activité de ces dernières années a été le projet modèle sur le renforcement des infrastructures de sûreté radiologique et de sûreté des déchets dans plus de 50 États Membres.”***

pour la prise de décisions techniques correctes. S'agissant des changements dans le domaine de la gestion, ils ont souligné le besoin d'outils réglementaires pour suivre les changements de propriété des centrales, les restructurations, et des réductions de personnel. Ils ont discuté de l'interprétation des niveaux de contamination non fixée dans le Règlement de transport de l'Agence.

Un manuel sur la communication dans le domaine de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets a été publié. Il décrit les principes et les méthodes de communication pour toute une série de publics cibles, et présente certaines questions fréquemment posées ainsi qu'une récapitulation des messages clés qu'il y aurait lieu de transmettre. Dans le prolongement de cette publication, un Rapport de sûreté est en préparation qui aidera les autorités réglementaires à établir une stratégie pour assurer une communication efficace avec différents publics et dans différentes situations. Les publications en question se proposent d'accroître la confiance du public dans le contrôle des sources de rayonnements et dans les activités nucléaires.

Une nouvelle section sur le site Internet de l'Agence — <http://www.iaea.org/ns/coordinet> — donne des informations sur la coordination des activités en matière de sûreté, en plus de celles contenues dans les sections existantes sur la sûreté nucléaire (NUSAFE) et sur la sûreté radiologique et la sûreté des déchets (RasaNet). CoordiNet comprend des références sur la totalité des normes de sûreté de l'Agence et sur d'autres publications liées à la sûreté, sur les activités d'échange d'informations sur la sûreté et les PRC, et sur les relations de l'Agence avec d'autres organisations internationales dans les domaines liés à la sûreté.

Le manuel d'utilisation de l'Échelle internationale des événements nucléaires (INES) a été mis à jour. Le service INES a reçu 26 notifications en 1999: 14 événements concernaient des centrales nucléaires et 12 des installations nucléaires autres que des centrales. Huit événements concernaient des sources radioactives. Le niveau 4 (accident n'entraînant pas de risque important hors du site) assigné à l'accident qui s'est produit en septembre à l'usine de retraitement et de fabrication de combustible de Tokaimura au Japon est le niveau le plus élevé qui ait été atteint depuis l'introduction de l'Échelle en 1990.

**APPUI AU PROGRAMME DE COOPÉRATION TECHNIQUE**

Un appui a été apporté à plus de 150 projets de coopération technique liés à la sûreté, représentant un budget annuel d'environ 15 millions de dollars, et à plus de 70 cours et ateliers.

Un point fort de l'activité de ces dernières années a été le projet modèle sur le renforcement des infrastructures de sûreté radiologique et de sûreté des déchets dans plus de 50 États Membres. Une méthode systématique d'identification des priorités de l'assistance analogue à celle proposée dans le projet modèle est appliquée à l'assistance en matière de sûreté nucléaire. La première étape consiste à mettre au point des profils nationaux de sûreté nucléaire décrivant la situation dans chacun des États Membres



dotés de centrales nucléaires qui reçoivent une assistance de l'Agence. Un projet pilote dans un État Membre a été achevé en 1999.

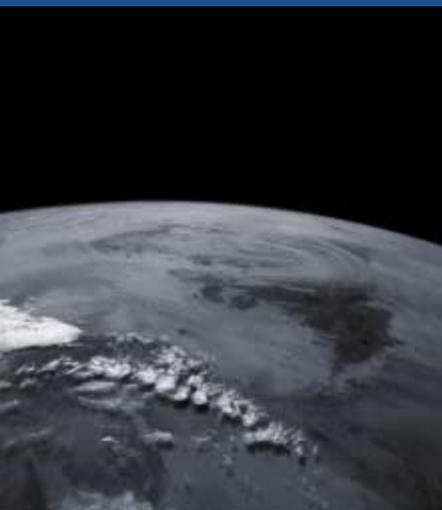
Au cours de l'année 1999, 30 cours et ateliers sur la sûreté nucléaire ont été organisés dans le cadre de projets de coopération technique pour aider des organismes de réglementation, d'exploitation et d'appui technique.

L'Agence met au point un ensemble de cours standardisés à trois niveaux: connaissances de base (théoriques), compétence professionnelle générale et compétences dans des domaines spécifiques. Le but n'est pas seulement d'offrir des cours de formation, mais aussi d'élaborer des matériels didactiques, en particulier des manuels, de telle façon que les États Membres puissent utiliser ces ressources dans leurs propres activités de formation. Un des premiers cours standardisés de ce type est le "Cours de formation professionnelle de base sur la sûreté nucléaire", destiné au personnel des organismes réglementaires, des organismes exploitants et des groupes d'appui technique. Ce cours de neuf semaines a été organisé pour la première fois à Saclay en France avec la coopération de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires.

Dans le domaine de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets, 46 cours et ateliers ont été organisés, la plupart au niveau d'une formation spécialisée. Toutefois, le "Cours théorique supérieur de radioprotection" déjà existant, qui a normalement lieu dans chaque région géographique tous les deux ans au moins, a été tenu à Buenos Aires en Argentine (cours en espagnol établi depuis longtemps, qui couvre également la sûreté nucléaire), à Johannesburg en Afrique du Sud (en anglais), à Damas en République Arabe Syrienne (en arabe) et à Dubna en Fédération de Russie (en russe).

La préparation de matériel pour les cours a été un point fort des activités visant à établir un programme durable d'enseignement et de formation dans les États Membres. Parmi les initiatives ont figuré: la standardisation des matériels didactiques et supports audiovisuels; la production de matériel didactique multimédia — CD-ROM et vidéos — pour compléter les matériels imprimés. Et un appui a été fourni pour la phase d'essai d'un projet d'enseignement à distance auquel participaient l'Australie, la République de Corée, l'Indonésie, la Mongolie, la Nouvelle-Zélande, les Philippines et la Thaïlande.





**Le programme de**  
**l'Agence en 1999:**  
**Vérification**

# GARANTIES GARANTIES

## OBJECTIF DU PROGRAMME

**Déterminer, par la mise en oeuvre du système de garanties de l'Agence, si les États se conforment aux engagements qu'ils ont pris en vertu de leurs accords de garanties avec l'Agence.**

## APERÇU GÉNÉRAL

Dans l'exécution des obligations de l'Agence en matière de garanties en 1999, le Secrétariat n'a décelé aucune indication de détournement à des fins militaires ou à des fins inconnues de matières nucléaires qui avaient été déclarées et soumises aux garanties, ou d'utilisation abusive d'installations, d'équipements ou de matières non nucléaires soumis aux garanties. Toutes les informations dont dispose l'Agence étayaient la conclusion selon laquelle les matières nucléaires et les autres articles qui avaient été soumis aux garanties sont restés affectés à des activités nucléaires pacifiques ou qu'il en est dûment rendu compte par ailleurs.

En 1999, l'Agence en était aux premières étapes de l'application des protocoles additionnels aux accords de garanties ("protocoles additionnels"). Ayant achevé l'évaluation de toutes les informations à sa disposition en ce qui concerne deux États, y compris les résultats des activités exécutées dans le cadre de leurs accords de garanties généralisées et de leurs protocoles additionnels, l'Agence n'a trouvé aucune indication soit de détournement de matières nucléaires déclarées soit de présence de matières ou d'activités nucléaires non déclarées dans ces États. Pour les autres États qui ont un accord de garanties généralisées et un protocole additionnel en vigueur, l'évaluation des informations disponibles n'est pas encore complète.

La République populaire démocratique de Corée (RPDC) continue de ne pas respecter son accord de garanties. L'Agence ne peut toujours pas vérifier l'exactitude et l'exhaustivité de la déclaration initiale des matières nucléaires faite par la RPDC et ne peut donc pas conclure à l'absence de détournement de matières nucléaires en RPDC. Bien que l'accord de garanties entre la RPDC et l'Agence ait toujours force obligatoire et demeure en vigueur,



l'Agence ne peut appliquer qu'une partie des mesures de contrôle requises en RPDC. Ces mesures consistent notamment à contrôler le "gel" des réacteurs modérés par graphite et des installations connexes de la RPDC, comme demandé par le Conseil de sécurité de l'ONU et comme prévu dans le "Cadre agréé" entre la RPDC et les États-Unis d'Amérique en octobre 1994.

Depuis 1991, les activités de garanties que l'Agence mène en Iraq au titre de l'accord de garanties généralisées conclu en vertu du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) s'inscrivent dans le cadre du mandat assigné à l'Agence par la résolution 687 et les résolutions connexes du Conseil de sécurité de l'ONU. En 1999, l'Agence n'a pas été à même de mener les activités demandées par le Conseil de sécurité et n'a donc pas pu donner la moindre assurance que l'Iraq remplissait ses obligations au titre de ces résolutions. Dans ces circonstances, compte tenu des exigences de son système de garanties, et conformément à l'accord de garanties de l'Iraq, l'Agence avait prévu, pour décembre 1999, une vérification du stock physique des matières nucléaires soumises aux garanties en Iraq afin de vérifier la présence des matières en question. Cette inspection n'a pas pu avoir lieu en décembre 1999 parce que le Gouvernement iraquien n'a délivré les visas nécessaires aux inspecteurs qu'en janvier 2000\*.

Au 31 décembre 1999, il y avait 224 accords de garanties en vigueur avec 140 États (et avec Taiwan, Chine) (voir l'annexe, tableau A14). À la fin de 1999, des accords de garanties satisfaisant aux dispositions du TNP étaient en vigueur avec 128 États. Un accord de garanties TNP est entré en vigueur avec l'Azerbaïdjan en avril. Un accord de garanties conclu dans le cadre du TNP et du Traité portant création d'une zone exempte d'armes nucléaires en Asie du Sud-Est est entré en vigueur avec le Cambodge en décembre. Le Conseil des gouverneurs a approuvé les textes

d'accords de garanties TNP avec le Koweït et l'Oman. Ces accords n'étaient pas encore entrés en vigueur à la fin de l'année.

À la fin de 1999, des protocoles additionnels aux accords de garanties pour 46 États avaient été approuvés par le Conseil des gouverneurs (voir l'annexe, tableau A17). Huit protocoles étaient en vigueur avec l'Australie, l'Indonésie, le Japon, la Jordanie, Monaco, la Nouvelle-Zélande, l'Ouzbékistan et le Saint-Siège. Par ailleurs, le protocole additionnel avec le Ghana était appliqué à titre provisoire en attendant son entrée en vigueur.

Par échange de lettres entre le Brésil et l'Agence, il a été confirmé que l'accord de garanties conclu entre l'Argentine, le Brésil, l'Agence brasilo-argentine de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (ABACC) et l'Agence pour l'application de garanties satisfait aux dispositions de l'article III du TNP et de l'article 13 du Traité de Tlatelolco qui font obligation au Brésil de conclure un accord de garanties généralisées avec l'Agence.

## OPÉRATIONS

Les principaux développements concernant la mise en oeuvre de protocoles additionnels ont été les suivants:

- Les déclarations prévues à l'article 2 du protocole additionnel ont été reçues de cinq États et ont été ou sont en train d'être évaluées; tous les compléments d'information ou éclaircissements nécessaires ont été demandés. En outre, les mesures prévues dans le modèle de Protocole additionnel sont intervenues en ce qui concerne Taiwan (Chine), y compris la réception et l'examen des déclarations faites en vertu de l'article 2.
- En vertu des pouvoirs conférés par le protocole additionnel, le droit d'accès complémentaire a été exercé en Australie, en Ouzbékistan et à Taiwan (Chine).

\* L'inspection prévue pour la vérification du stock physique a eu lieu du 22 au 25 janvier 2000. Les inspecteurs ont pu vérifier la présence des matières nucléaires soumises aux garanties en Iraq.

- Les tests se sont poursuivis sur deux sites au Japon en vue de donner à l'Agence, aux autorités nationales et aux opérateurs une expérience de l'application des mesures prévues dans le modèle de Protocole additionnel. Les tests visaient principalement l'acquisition d'une expérience pratique concernant l'accès complémentaire et l'accès réglementé à des sites nucléaires complexes, y compris les aspects logistiques, et concernant l'échantillonnage de l'environnement.
- En attendant l'entrée en vigueur du protocole additionnel pour les pays de l'Union européenne et d'EURATOM, des consultations avec EURATOM ont commencé en ce qui concerne l'application des mesures du protocole additionnel, à titre d'essai, sur des sites sélectionnés à cet effet.
- Le Royaume-Uni a soumis volontairement, dès avant l'entrée en vigueur du protocole additionnel, une déclaration initiale. Cette déclaration volontaire est en cours d'examen par l'Agence et sera ensuite discutée avec le Gouvernement du Royaume-Uni. Cette initiative volontaire, qui pourrait comprendre des tests relatifs à l'accès complémentaire, aidera le Gouvernement et l'industrie à accumuler une expérience et à prendre conscience des problèmes de mise en oeuvre.

En ce qui concerne le renforcement du processus d'évaluation, on a commencé par évaluer les programmes nucléaires de tous les États ayant des accords de garanties généralisées en vigueur. En 1999, les évaluations de 18 États ont été examinées, contre dix en 1998 et quatre en 1997. En un second temps, ces évaluations fourniront un repère par rapport auquel il sera possible d'évaluer l'information soumise en vertu de l'article 2 d'un protocole additionnel. Afin que la confiance dans les conclusions des évaluations reste intacte, elles seront mises à jour en fonction de l'évolution des circonstances, et les rapports d'évaluation sur les États seront revus chaque année.

En 1999, des échantillons de l'environnement ont été prélevés par frottis dans huit usines d'enrichissement de cinq États et dans

28 installations dont certaines contenant des cellules chaudes dans 19 États (et à Taiwan, Chine). Des signatures environnementales de référence ont maintenant été établies, et l'échantillonnage de l'environnement est introduit comme mesure d'application courante dans ces installations.

Des mesures et des matériels divers permettant de renforcer les garanties ont été mis en place dans un certain nombre d'installations:

*“En ce qui concerne le renforcement du processus d'évaluation, on a commencé par évaluer les programmes nucléaires de tous les États ayant des accords de garanties généralisées en vigueur.”*

- Une formule d'inspection aléatoire à court délai de préavis a été mise en application dans une usine japonaise de fabrication de combustible à uranium faiblement enrichi. Des répétitions d'inspections de ce type ont eu lieu dans les trois autres usines de fabrication de combustible à uranium faiblement enrichi, et après une phase d'essai la pleine application est prévue en 2000 dans quatre installations. Une méthode de contrôle comportant le recours aux inspections aléatoires à bref délai de préavis est actuellement testée dans une usine de fabrication de combustible à uranium faiblement enrichi en Espagne. La phase d'essai est presque achevée et la mise en application régulière est prévue pour 2000.
- Une nouvelle méthode de contrôle pour la vérification du transfert en stockage à sec du combustible CANDU épuisé est en cours de discussion avec le Canada. Cette méthode consiste à obtenir des “empreintes” en procédant à des mesures non destructives permettant l'identification propre de chaque conteneur de combustible. Les empreintes seront conservées dans une base de données et



utilisées ensuite pour vérifier à n'importe quel moment l'identité des conteneurs. La méthode a pour but de réduire la présence d'inspecteurs de l'Agence dans l'installation lors du transport des conteneurs au site de stockage.

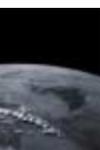
- De nouvelles mesures de contrôle ont été appliquées dans deux réacteurs de recherche au Japon. Ces mesures ont consisté à installer un moniteur d'actionnement des portes pour détecter les transferts de combustibles irradiés du cœur à la piscine de désactivation dans un réacteur, et un moniteur de puissance thermohydraulique sur le circuit primaire dans l'autre réacteur. Ce dernier équipement sera utilisé pour confirmer les opérations déclarées et contribuer à garantir l'absence d'une production non déclarée de plutonium.
- Dans une usine d'enrichissement au Royaume-Uni, un moniteur supplémentaire pour la surveillance continue de l'enrichissement a été mis en service dans la partie nouvelle ajoutée à l'usine, et des lecteurs de pesons électriques en ligne ont été étalonnés et mis en service. Des inspections inopinées ont été effectuées pour essai dans une usine d'enrichissement au Brésil. L'application régulière de la mesure est prévue pour 2000.
- Une nouvelle méthode de contrôle comportant des mesures non destructives automatiques pour une usine de fabrication de combustible MOX en Belgique a été introduite. La méthode inclut l'application de la nouvelle formule de partenariat avec EURATOM. Une méthode analogue est à l'essai dans une deuxième usine de fabrication de combustible MOX en Belgique et devrait devenir d'application courante en 2000.
- Du matériel automatique pour mesures non destructives est utilisé sur une base régulière dans une installation en Allemagne où des éléments combustibles épuisés sont chargés dans des châteaux de stockage à sec et de transport en vue d'un entreposage à long terme. Des méthodes de contrôle basées sur de multiples mesures de confinement et de surveillance (C/S) ont été approuvées pour des installations d'entreposage à moyen terme en Belgique

et en Allemagne qui stockent le combustible épuisé dans des conteneurs d'entreposage à sec. Les matières nucléaires faisant l'objet de ces mesures spécifiques n'ont pas à être recontrôlées aussi longtemps que les mesures C/S continuent d'apporter une assurance concernant l'état et le confinement des matières.

- Des mesures de renforcement des garanties ont été introduites dans un stockage d'uranium hautement enrichi en Afrique du Sud, comprenant notamment l'installation de moyens de détection des mouvements et d'un système de surveillance avec une capacité de contrôle à distance.
- Des systèmes indépendants ou authentifiés ont été introduits dans une usine de retraitement au Japon pour contrôler les solutions contenant du plutonium et pour vérifier les transferts de déchets solides de haute activité et de déchets vitrifiés.
- Des assemblages combustibles MOX expédiés d'Europe au Japon ont été vérifiés et scellés en Belgique, en France et au Royaume-Uni. Le fait de vérifier et de sceller les assemblages MOX à l'usine de fabrication présente des avantages et abaisse les coûts en réduisant au minimum les vérifications à la réception.

Les autres activités d'inspection à noter ont été les suivantes:

- Les inspections en Yougoslavie ont repris sans problème majeur après une interruption de quatre mois due aux problèmes de sécurité. Une vérification du stock physique ainsi que des prélèvements d'échantillons de référence de l'environnement ont été effectués.
- L'Agence a maintenu une présence continue au réacteur surgénérateur rapide du Kazakhstan depuis octobre 1998 pour vérifier la mise sous étui du combustible. Plus de 2 000 assemblages avaient été contrôlés et emballés en octobre 1999, date à laquelle a commencé la stabilisation des assemblages anormaux et leur mise sous étui. L'opération devrait être achevée fin 2000.



La coopération avec les autorités régionales ou nationales s'est poursuivie:

- Dans le cadre de la nouvelle formule de partenariat avec EURATOM, la coopération dans le domaine de la R-D relative aux garanties s'est poursuivie en ce qui concerne: a) le développement d'un scellé transpondeur pouvant remplacer les scellés métalliques, et d'une nouvelle génération de scellés électroniques; b) le développement d'une nouvelle génération de systèmes de surveillance numérique authentifiés; c) le développement de plusieurs techniques de contrôle non destructif pour la vérification des assemblages combustibles épuisés dans le cadre des programmes d'appui des États Membres; d) des essais de surveillance à distance et de transfert de données dans une installation en Allemagne et une en Suède.
- La coopération entre l'ABACC et l'Agence s'est poursuivie. Des procédures ont été mises au point pour permettre d'utiliser ou réaliser en commun des matériels, des inspections inopinées et des cours de formation.
- La coopération de l'Agence avec les systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle du Japon et de la République de Corée en vue d'accroître l'efficacité des inspections comprend l'utilisation commune de matériel des garanties et la mise au point de procédures à cet effet. Les discussions entamées en vue de renforcer encore la coopération avec les SNCC se poursuivent.

Les activités menées dans les États dotés d'armes nucléaires ont été les suivantes:

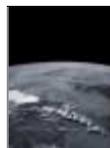
- Un projet tripartite Chine/Fédération de Russie/Agence relatif à l'enrichissement a été achevé. Ce projet visait à mettre au point dans une usine d'enrichissement en Chine une meilleure méthode de contrôle utilisant la technologie russe de centrifugation gazeuse. Les mesures suggérées sont maintenant mises en oeuvre.
- Suite à la décision prise en 1993 par les États-Unis de soumettre aux garanties de l'Agence les matières nucléaires retirées

des programmes militaires, l'Agence a continué à inspecter les matières contenant de l'uranium fortement enrichi et du plutonium dans trois installations. En 1999, les États-Unis ont placé sous garanties de l'Agence une quantité supplémentaire de 50 tonnes d'uranium faiblement enrichi (pour dilution en uranium faiblement enrichi). Une nouvelle

*“L'Agence a informé le Président de la Conférence du désarmement qu'elle était prête à répondre à toute demande d'assistance dans le contexte des résolutions de l'Assemblée générale des Nations Unies qui prient l'Agence de fournir cette assistance.”*

méthode de contrôle a été définie et mise en application dans une installation récemment sélectionnée.

- En juin ont eu lieu des entretiens techniques entre l'Agence et les États-Unis concernant une méthode appropriée pour la stabilisation du plutonium sous garanties. La campagne de stabilisation doit démarrer après juin 2000 et durer environ six mois, après quoi le plutonium sera stocké dans une autre installation.
- L'application des garanties au Royaume-Uni a été revue pour tenir compte de modifications dans les accords de garanties bilatéraux. À la suite de cette révision, les garanties ont cessé d'être appliquées dans un stockage de combustible épuisé.
- Le travail s'est poursuivi en ce qui concerne la mise au point d'un système de vérification par l'Agence des matières fissiles provenant d'armes et autres matières fissiles désignées par la Fédération de Russie et les États-Unis comme n'étant plus nécessaires à des fins de défense. Par ailleurs, le travail relatif à un régime modèle de vérification s'est poursuivi, et l'étude des dispositifs



techniques à employer pour la vérification du plutonium ayant des caractéristiques classifiées, notamment des composants d'armes nucléaires, en est au stade du développement de prototypes pleinement opérationnels. Des modalités financières ont été examinées et le travail est en cours pour préparer les mesures requises en vue de l'adoption et de l'application de nouveaux accords bilatéraux entre l'Agence, la Fédération de Russie et les États-Unis.

- En attendant que la Conférence du désarmement entame les négociations sur un traité interdisant la production de matières fissiles destinées à être utilisées dans des armes nucléaires et d'autres explosifs nucléaires, L'Agence a examiné les aspects techniques de la vérification qui deviendrait nécessaire. Le Directeur général a informé le Président de la Conférence du désarmement que l'Agence était prête à répondre à toute demande d'assistance dans le contexte des résolutions de l'Assemblée générale des

Nations Unies qui prient l'Agence de fournir cette assistance.

Des progrès ont été réalisés dans la négociation d'arrangements subsidiaires aux accords de garanties: une nouvelle Partie générale des arrangements subsidiaires ainsi que 117 formules types nouvelles ou révisées sont entrées en vigueur. La Partie générale des arrangements subsidiaires à l'accord de garanties avec EURATOM (INFCIRC/193) a été révisée et mise à jour. Elle devrait entrer en vigueur dans un avenir proche. En outre, la Partie générale des arrangements subsidiaires pour un protocole additionnel est entrée en vigueur pour un État.

Le Laboratoire d'analyse pour les garanties (LAG) et le Réseau de laboratoires d'analyse (NWAL) ont analysé 664 échantillons de matières nucléaires et d'eau lourde et ont communiqué 1 384 résultats pour la vérification des déclarations des exploitants d'installations concernant leur comptabilité matières. Par ailleurs, 181 échantillons ont été

### Activités de vérification

	1997	1998	1999
Inspections effectuées	2 499	2 507	2 495
Journées d'inspection	10 240	10 071	10 190
Scellés posés sur des matières nucléaires ou sur du matériel des garanties qui ont été enlevés et vérifiés ultérieurement (y compris les scellés posés conjointement avec EURATOM)	24 943	26 824	28 044
Films de surveillance optique examinés	1 500	932	1 271
Bandes vidéo examinées	4 010	4 884	5 033
Échantillons de matières nucléaires analysés	888	645	664
Résultats d'analyse de matières nucléaires communiqués	2 150	1 610	1 587
Échantillons de l'environnement analysés	585	497	511
<b>Matières nucléaires soumises aux garanties (en tonnes)</b>			
Plutonium contenu dans du combustible irradié	565	593	609
Plutonium séparé se trouvant hors du coeur des réacteurs	57,6	62,4	67
Plutonium recyclé se trouvant dans des éléments combustibles dans le coeur de réacteurs	5,7	7,2	8,0
Uranium fortement enrichi	20,5	21,4	21,2
Uranium faiblement enrichi	49 282	49 483	49 408
Matières brutes	108 648	90 622	91 647

analysés à d'autres fins liées aux garanties. Le LAG a reçu et soumis à des mesures de présélection 175 échantillons de l'environnement qui ont été ensuite distribués au réseau de laboratoires d'analyse.

L'équipement du LAG en instruments d'analyse a été amélioré par l'acquisition d'un spectromètre de masse par thermo-ionisation pour l'analyse des matières nucléaires et d'un spectromètre de masse à émission d'ions secondaires pour la mesure de l'uranium et du plutonium dans les particules microscopiques provenant de produits prélevés dans l'environnement. Le microscope électronique à balayage du LAG a été amélioré par l'addition de deux cristaux analyseurs X permettant des mesures plus sensibles de l'uranium, du plutonium et de l'américium contenus dans les particules microscopiques recueillies à l'intérieur de cellules chaudes.

Les activités du projet JNFL concernant l'élaboration d'une méthode de contrôle se sont poursuivies. Le travail a continué concernant l'établissement des spécifications pour la conception, l'achat, l'installation et les essais de réception du matériel et des systèmes de collecte et d'évaluation de données, et concernant le laboratoire d'analyse prévu sur le site de l'usine JNFL de retraitement de combustible de Rokkasho.

Deux séries de discussions techniques ont eu lieu entre l'Agence et la RPDC en 1999. Des problèmes de routine ont pu être réglés mais aucun progrès n'a été fait concernant les questions qui restent sans solution depuis longtemps. Il y a eu toutefois progrès tangible pour ce qui concerne la préservation par la RPDC des informations que l'Agence estime nécessaires pour vérifier l'exactitude et l'exhaustivité de la déclaration initiale de la RPDC. L'Agence n'est toujours pas en mesure de conclure qu'il n'y a pas eu détournement de matières nucléaires qui auraient dû être placées sous garanties.

Le Groupe d'action de l'Agence n'a pas pu remplir son mandat en Iraq conformément aux résolutions pertinentes du Conseil de sécurité de l'Organisation des Nations Unies, et donc n'a pu fournir aucune assurance que

l'Iraq se conforme à ses obligations. Le Groupe a centré son effort sur l'amélioration de son système informatique et de ses moyens d'appui pour les analyses et les inspections. Il a aussi effectué des analyses complexes de l'information accumulée après des années d'inspection.

Une inspection pour vérification du stock physique devait se dérouler en décembre 1999 conformément à l'accord de garanties TNP entre l'Iraq et l'Agence. L'inspection avait pour but de vérifier les matières nucléaires

*“Un nouveau système a été mis au point pour aider les États Membres à préparer les déclarations prévues aux articles 2 et 3 du Protocole additionnel.”*

relevant de cet accord à l'installation de stockage de Tuwaitha. La vérification a été effectuée en janvier 2000.

## ÉTUDES ET APPUI

Avec l'achèvement en décembre 1998 du projet relatif à la télésurveillance a commencé la mise en oeuvre de ces systèmes aux fins des garanties. Il convient de noter en particulier ce qui suit:

- Dix-sept systèmes ont été installés et dix mis en service. Par ailleurs, 25 systèmes ont été achetés pour installation en 2000. Une analyse coût-bénéfice a été effectuée pour appuyer la planification de la mise en oeuvre future de la télésurveillance.
- Un système de télésurveillance a été installé dans un grand réacteur de recherche au Canada en tant qu'élément d'une nouvelle méthode de contrôle.
- La seconde phase d'un projet de télésurveillance dans une usine de fabrication de combustible MOX au Japon est presque terminée. Le projet comprenait la transmission, de l'installation au bureau



régional de l'Agence, de données provenant d'analyses non destructives.

- Les essais sur le terrain se sont poursuivis concernant un REO en République de Corée et des REO au Japon. Des systèmes de télésurveillance pour application régulière ont été installés dans deux REO en Suisse et deux REO et un stockage de combustible épuisé en Afrique du Sud, l'application régulière devant commencer dans tous les REO en Suisse au cours de l'année 2000.
- Les essais sur le terrain d'un système de télésurveillance complexe pour la vérification du transfert en stockage sec de combustible CANDU épuisé en Argentine se sont poursuivis dans le cadre d'un programme d'appui conjoint.
- Les plans pour l'établissement d'une installation d'essai de dispositifs de télésurveillance au Siège de l'Agence ont été achevés.

Des relais de trame pour le transfert sécurisé de données ont été mis en place au bureau régional de l'Agence à Toronto ainsi qu'en Afrique du Sud.

En ce qui concerne la mise au point de matériel (voir l'annexe, tableau A21), dix systèmes avec leur logiciel ont été modifiés et améliorés, 19 ont été développés et évalués et six autorisés pour emploi lors des inspections. La mise au point d'un nouveau logiciel pour le mini-analyseur multicanal, l'amélioration de l'actuel scellé électronique VACOSS, et le développement de nouveaux types de scellés électroniques ainsi que d'un nouveau détecteur au tellure de cadmium-zinc plus perfectionné pour l'inspection de combustible épuisé à court temps de refroidissement progressent normalement. De plus, un nouveau système de scellé à ultrasons pour utilisation sous l'eau a été utilisé à la piscine de combustible épuisé du réacteur de Cernavoda en Roumanie.

Les analyseurs multicanaux de nouvelle génération sont introduits à mesure que l'on retire du service les plus anciens. Une nouvelle génération de systèmes automatiques de surveillance du rayonnement dans les réacteurs CANDU a commencé à

remplacer les systèmes vieillissants. On a continué à installer des systèmes de surveillance numériques. A la fin de 1999, 118 systèmes numériques équipant 163 caméras étaient en service. À ceux-ci s'ajoutaient 93 systèmes achetés pour installation en 2000. Le premier système numérique multicanal a été installé pour essais sur le terrain. D'autres mesures ont également été prises pour optimiser l'utilisation du matériel des garanties.

Un nouveau système de programmation des inspections a été mis au point pour aider les trois divisions des opérations dans leur travail. Un nouveau système a été mis au point pour aider les États Membres à préparer les déclarations prévues aux articles 2 et 3 du Protocole additionnel sous forme électronique pour transmission à l'Agence.

Un certain nombre de mesures concernant la sécurité électronique et physique ont été prises pour renforcer la sécurité interne, notamment: des mesures visant à réduire les risques d'accès au réseau local par l'intermédiaire de modems; la mise au point d'une politique de sécurité de l'information et de procédures opérationnelles; l'application de mesures techniques, et notamment l'application d'un système pour détecter les intrusions; la mise en place d'un accès à distance sécurisé et l'élaboration d'un plan de remise en état en cas de catastrophe; et la protection physique renforcée d'un étage par limitation de l'accès au seul personnel autorisé.

Toutes les applications et l'infrastructure informatiques ont été mises en conformité en 2000. De plus, un séminaire a été organisé en février pour aider les États Membres à répertorier les problèmes liés au passage à l'an 2000, et une assistance a été fournie à un certain nombre d'États Membres pour résoudre ces problèmes.

Le travail de préparation s'est poursuivi concernant la mise en oeuvre des protocoles additionnels, et l'application effective ainsi que l'application pour essai des mesures du protocole ont permis d'acquérir une expérience pratique. Une version simplifiée des règles pour la soumission des déclarations prévues



aux articles 2 et 3 du Protocole additionnel a été publiée en avril à l'intention des États qui n'ont pas ou qui ont peu de matières et/ou d'activités nucléaires. Ces États ont généralement conclu un "protocole pour les petites quantités de matières" qui suspend la plupart des dispositions détaillées de la partie II d'un accord de garanties généralisées. Le Secrétariat a continué de mettre au point à usage interne des principes qui visent à garantir que l'accès complémentaire prévu par le protocole additionnel se fait de manière efficiente, techniquement efficace et non discriminatoire. Les directives pour les sites ont été achevées et sont maintenant appliquées; elles comprennent des recommandations pour le choix des endroits des sites auxquels l'accès sera demandé. Les directives pour l'accès complémentaire aux installations déclassées font l'objet d'une dernière mise au point, ainsi que les directives pour les autres emplacements déclarés comme contenant des matières nucléaires.

Le travail concernant le système de garanties renforcé s'est poursuivi, l'accent portant spécialement sur l'intégration des activités traditionnelles de vérification des matières et des nouvelles mesures de renforcement. Un programme a été établi pour continuer à mettre au point les concepts relatifs aux garanties intégrées ainsi que les directives, méthodes et critères de mise en oeuvre qui seront nécessaires. La première priorité est l'élaboration d'une méthode de contrôle intégrée pour les REO sans combustible MOX. Ce programme est exécuté à l'intérieur du Département et coordonné par lui, avec l'aide qu'apportent un groupe d'experts des garanties, le Groupe consultatif permanent sur l'application des garanties et un certain nombre de programmes d'appui des États Membres. Deux réunions techniques de coordination avec la participation d'experts de neuf programmes d'appui nationaux se sont tenues à Vienne pour faire le point et définir les orientations pour l'avenir en ce qui concerne l'élaboration de méthodes de contrôle intégrées.

Selon les protocoles additionnels conclus sur la base du modèle de Protocole additionnel (INFCIRC/540), des arrangements subsidiaires

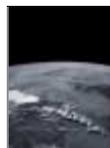
ne sont pas obligatoires; ils peuvent cependant être demandés par un État ou par l'Agence. Un modèle type a été établi et utilisé pour la négociation de ces arrangements subsidiaires.

Un modèle a été également établi et utilisé pour les communications officielles aux États prévues à l'article 10 du modèle de Protocole additionnel au sujet des activités effectuées par l'Agence. Des déclarations de ce type ont été envoyées à un État (l'Australie) concernant des visites au titre de l'accès

***“Un programme a été établi pour continuer à mettre au point les concepts relatifs aux garanties intégrées ainsi que les directives, méthodes et critères de mise en oeuvre qui seront nécessaires.”***

complémentaire à des sites de cet État et concernant les conclusions tirées de ces activités.

Un effort a été fait dans le domaine de l'assurance de la qualité qui a permis de renforcer l'efficacité et l'efficience des activités de vérification de l'Agence. En particulier, le système de suivi par le Département des jeux de documents d'inspection (IDP) est devenu pleinement opérationnel, permettant ainsi à l'utilisateur de suivre en temps réel un IDP et d'alerter le ou les responsables en cas de problèmes nécessitant une action corrective. En 1999, environ 3 500 IDP ont été produits par les inspecteurs et ont été soumis à des contrôles de qualité systématiques. On a continué de surveiller la qualité du système de vérification des scellés en utilisant volontairement des scellés défectueux et en effectuant des tests en aveugle (91 en tout). On a en outre contrôlé la qualité de la surveillance en examinant des films et des bandes sélectionnés au hasard et en procédant à des contrôles approfondis de l'application de la surveillance. Au cours de l'année de tels réexamens ont été exécutés pour sept rapports d'inspection.



Le programme de formation pour les garanties a été complété par de nouveaux cours qui répondent au besoin d'accroître les aptitudes et les connaissances du personnel des garanties et du personnel des États Membres. En plus des cours pour inspecteurs sur les garanties "traditionnelles", une formation à l'application des garanties renforcées a été organisée, en particulier pour montrer comment évaluer l'information provenant des États et préparer les rapports d'évaluation sur les États, comment prendre les précautions voulues pour la sécurité des informations, pour actualiser et améliorer la connaissance par les inspecteurs des principes et pratiques des garanties renforcées, et pour accroître encore les connaissances des inspecteurs concernant le cycle du combustible et la prolifération nucléaires. Une formation a aussi été dispensée au personnel des États Membres pour les aider à remplir leurs obligations telles qu'elles découlent des accords de garanties. Des cours internationaux et régionaux ont été organisés pour le personnel des SNCC, en inscrivant parmi les sujets les garanties renforcées, et plus précisément le modèle de Protocole additionnel, les exigences des articles 2 et 3 du modèle de Protocole additionnel et d'autres sujets.

À la demande du Conseil des gouverneurs ont été établis de nouveaux rapports qui fournissent des renseignements supplémentaires sur les incidences juridiques, techniques et financières des diverses options face au risque de prolifération du neptunium et de l'américium. En septembre, le Conseil a décidé d'autoriser la mise en oeuvre d'une méthode de surveillance du neptunium. À la fin de 1999, l'Agence avait commencé à procéder à un échange de lettres avec les États concernés pour l'acquisition de renseignements et l'application des mesures requises pour le dispositif de surveillance du neptunium. Pour ce qui est de l'américium, le Conseil a conclu qu'actuellement il n'y avait pratiquement aucun risque de prolifération, mais il a demandé au Directeur général de l'informer, le cas échéant, des développements en ce qui concerne la disponibilité d'américium et l'existence dans des États de programmes qui pourraient permettre d'acquérir cette matière.

Par mesure d'économie, le présent document a été tiré à un nombre restreint d'exemplaires. Les représentants sont priés de bien vouloir apporter leur exemplaire en séance.



# SÉCURITÉ DES MATIÈRES

## SÉCURITÉ DES MATIÈRES

### OBJECTIF DU PROGRAMME

**Aider les États Membres, grâce à des activités de formation, à la fourniture de services d'experts et de matériel et à l'échange d'informations, en ce qui concerne la protection des matières nucléaires et des autres matières radioactives contre le vol et d'autres activités criminelles, et leur transférer les connaissances et les outils qui leur permettront, le cas échéant, de détecter des cas de trafic et d'intervenir.**

### APERÇU GÉNÉRAL

L'objet essentiel du programme sur la sécurité des matières était d'aider les États Membres à établir les systèmes nécessaires pour empêcher que des matières nucléaires et autres sources radioactives ne soient détournées pour être utilisées à des fins non autorisées. De nouveaux progrès dans le processus d'échange d'informations ont été accomplis au cours de l'année, et le nombre d'États participants est passé de 60 en 1998 à 68 en 1999. Des programmes de formation spécialement conçus pour répondre aux besoins des services nationaux concernés (autorités réglementaires, douane, police des frontières) ont été exécutés. Dans le prolongement d'activités communes précédentes, l'OMD, INTERPOL, la Commission européenne et l'Agence ont organisé des formations à Vienne et à Malte. Des essais en laboratoire de matériel de détection et de surveillance ont été réalisés, et des essais sur le terrain ont commencé. La question de la mise au point de normes internationales pour la protection physique des matières nucléaires a été discutée lors de nombreuses réunions et séminaires, avec toujours pour objectif d'accroître le caractère contraignant et uniforme de ces normes. Le présent chapitre ne porte que sur la partie du programme qui a trait à la sûreté.

La description qui suit porte sur la sécurité des matières nucléaires. On trouvera dans le chapitre "Sûreté radiologique" des informations sur les activités de l'Agence concernant la sécurité des matières radioactives autres



que les matières nucléaires — dont la protection pose avant tout des problèmes de sûreté.

## INFORMATION

Dans le cadre de ses efforts pour encourager les États Membres à participer au programme de base de données sur le trafic illicite, l'Agence a organisé un séminaire régional au Kazakhstan en décembre. Le séminaire a apporté la preuve de la détermination des pays d'Asie centrale et du Caucase à coopérer à la lutte contre le trafic illicite; en outre, les

*“D’importantes améliorations ont été apportées au logiciel utilisé pour l’exploitation de la base de données sur le trafic illicite.”*

sept États participants ont annoncé leur intention d'adhérer au programme de base de données sur le trafic illicite.

D'importantes améliorations ont été apportées au logiciel utilisé pour l'exploitation de la base de données sur le trafic illicite. Ces améliorations répondent à l'élargissement du champ de la base de données, qui permet de recevoir davantage d'informations de multiples sources. En outre, les capacités d'extraction et de dissémination des données ont été accrues. Alors que ces dernières années le nombre d'incidents signalés diminuait, cela n'a pas été le cas au cours des deux dernières années. Une analyse détaillée est en cours pour rechercher les raisons de cette augmentation.

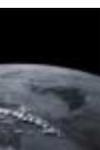
## PROTECTION DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

Le programme de l'Agence visant à renforcer la protection des matières nucléaires est de création récente. C'est en 1995 que le Conseil des gouverneurs a approuvé des activités d'assistance aux États et la mise en oeuvre de

ressources extrabudgétaires à cette fin. Le programme a continué de progresser en 1999, avec plus de régularité dans les moyens budgétaires fournis par les États. Le document INFCIRC/225/Rev.4 a en outre été publié. Un certain nombre d'actions sont en cours pour fournir une documentation supplémentaire aux États et renforcer la mise en oeuvre à l'échelle mondiale des recommandations qui y sont contenues. Par ailleurs, l'Agence a tenu une réunion d'experts pour examiner s'il y avait lieu de réviser la Convention sur la protection physique des matières nucléaires. Ce travail se poursuivra par un examen approfondi destiné à déterminer les bases d'une éventuelle révision. Enfin, un atelier sur la menace de référence a eu lieu à Prague à la demande du Gouvernement tchèque.

L'Agence a continué à recevoir des demandes de missions IPPAS (Service consultatif international sur la protection physique) destinées à évaluer les systèmes nationaux de protection des États demandeurs. En 1999, il y a eu des missions IPPAS en Lituanie et au Pérou, plus une mission préparatoire au Bélarus. L'Agence a assuré le suivi de ces missions et également de missions IPPAS précédentes. Les donateurs et bénéficiaires parmi les nouveaux États indépendants se sont réunis en mars pour assurer la coordination de la coopération technique dans le domaine de la protection physique. Des plans ont également été établis pour répondre aux besoins d'États individuels. À une autre réunion des États donateurs et bénéficiaires, la quatrième réunion annuelle du Programme d'appui technique coordonné, tenue à Vienne en novembre, l'accord s'est fait sur la nécessité d'assurer la durabilité des systèmes de contrôle nucléaire et le besoin de formation et de matériel en vue de combattre l'utilisation illégale de matières nucléaires.

Un cours de protection physique sur la conception des systèmes a été organisé en République tchèque pour des personnes venant d'États d'Europe orientale et de l'ex-Union soviétique. Un atelier présentant une introduction aux questions de protection physique a été tenu à Chypre pour des responsables du Moyen-Orient et d'Afrique du



Nord. Des ateliers régionaux conçus pour aider les États à renforcer leurs systèmes de contrôle des matières nucléaires sur la base des garanties de l'Agence ont été organisés au Bélarus en mai et en Ouzbékistan en octobre.

L'Agence a apporté une contribution au programme du groupe d'experts de la

non-prolifération du G-8 en établissant la liste des points de contact dans les États qui auraient pour fonction, dans une situation de crise, d'acheminer rapidement les informations essentielles pour les transmettre aux hauts responsables. Un essai du système a été effectué en juin pour voir si des améliorations seraient possibles.





**Le programme de  
l'Agence en 1999:  
Gestion et  
renforcement  
d'audience**

# GESTION, COORDINATION ET APPUI

## GESTION, COORDINATION ET APPUI

### OBJECTIF DU PROGRAMME

**Fixer la direction générale et les grandes orientations, donner des avis juridiques, assurer la coordination et fournir un appui administratif afin que l'Agence s'acquitte de façon efficace et efficiente de son mandat conformément au programme approuvé.**

### ACTIVITÉS JURIDIQUES

Une assistance en matière législative a continué d'être fournie aux États Membres pour leur permettre de développer leur législation nucléaire. L'accent a été mis sur l'interaction entre les experts techniques et juridiques de l'Agence et ceux des États Membres. Cinq États Membres en particulier ont reçu une assistance sous forme d'observations ou d'avis, qui leur ont été communiqués par écrit, sur des aspects particuliers de leur législation nationale qu'ils avaient présentés à l'Agence pour examen. Des avis ont également été fournis sur:

- Les questions d'ordre législatif liées à la gestion des déchets radioactifs (pays de la mer Baltique);
- Les questions d'ordre législatif liées à l'élaboration d'une infrastructure juridique régissant les déchets radioactifs imputables aux activités d'extraction et de traitement de l'uranium et au déclassement (pays d'Europe centrale et orientale et Nouveaux États indépendants);
- La réforme de la responsabilité civile nucléaire (en coopération avec l'AEN/OCDE et la Commission européenne);
- Les définitions de base pour un régime juridique nucléaire national et l'indépendance de l'organisme de réglementation (région Europe);
- La consolidation d'un cadre juridique adéquat pour les applications sûres et pacifiques de l'énergie nucléaire (pays de l'Asie de l'Est et du Pacifique);
- Le développement d'un cadre juridique régissant la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires et de préparation et d'intervention pour

les situations d'urgence radiologique (pays de l'Asie de l'Est et du Pacifique);

- L'élaboration d'une législation nucléaire.

## INFORMATION DU PUBLIC

Le Directeur général a approuvé une nouvelle politique d'information du public et de renforcement d'audience dans le but d'accroître l'interaction de l'Agence avec les

***“Une nouvelle politique  
d'information du public et de  
renforcement d'audience vise à  
accroître l'interaction de l'Agence  
avec les conducteurs d'opinion,  
les médias et la société civile.”***

conducteurs d'opinion, les médias et la société civile et de toucher des partenaires à la fois traditionnels et non traditionnels, par exemple dans les organisations non gouvernementales et le secteur privé.

Le site Internet de l'Agence WorldAtom a été remanié pour être mieux à même de gérer un nombre croissant de demandes de l'extérieur. La base d'informations en ligne a été élargie, notamment dans les domaines de la sûreté, de l'énergie nucléaire, des réacteurs de recherche et des installations du cycle du combustible nucléaire, et des pages supplémentaires y ont été insérées pour une présentation ponctuelle de travaux d'actualité de l'Agence et d'événements nucléaires qui retiennent l'intérêt des médias et du public.

Comme nouvelle publication, il convient de mentionner une brochure détaillée sur les travaux des Laboratoires de l'Agence à Seibersdorf. Par ailleurs, un certain nombre d'expositions ont été organisées tant à Vienne que dans les États Membres, et cinq séminaires sur l'information du public se sont tenus en Chine, à Cuba, en République tchèque, en Egypte et au Japon.

Parmi les nouveaux films produits pour les États Membres et d'autres débouchés, outre les productions de l'Agence sur Semipalatinsk, deux — l'un sur l'hydrologie isotopique et l'autre sur le trafic illicite — ont été financés essentiellement par des sources extra-budgétaires. Le premier, *Harnessing the Atom*, porte sur le rôle de l'Agence dans les applications nucléaires pacifiques, la non-prolifération et la sûreté, tandis que le second, *Three Voices*, parle de femmes ayant choisi une profession dans le domaine nucléaire et occupant actuellement des fonctions à l'Agence.

## GESTION FINANCIÈRE

À sa réunion de juin, le Conseil des gouverneurs a adopté des amendements au Règlement financier de l'Agence qui entreront en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2002, de sorte que la programmation biennale puisse être pleinement appliquée pour le cycle 2002–2003. Le Conseil a par ailleurs suspendu, à titre exceptionnel, l'application de la règle 3.01 en 2001, considérée comme année de transition. En septembre, la Conférence générale a approuvé l'amendement du paragraphe A de l'article XIV du Statut pour autoriser la budgétisation biennale. Une fois que cet amendement sera entré en vigueur, l'Agence pourra accompagner la programmation biennale d'ouvertures de crédits biennales, comme c'est la pratique dans d'autres organismes des Nations Unies.

En mai, le plan de mise en route du Système de gestion des informations financières de l'Agence (AFIMS) a été achevé. En raison des contraintes de temps et du problème de non-conformité an 2000 de l'actuel système de gestion financière (FICS) de l'Agence, on s'est fixé comme objectif pour la phase I (prévue pour janvier 2000) d'appliquer le système avec un nombre minimum de modules. On a entrepris les discussions et les préparatifs pour la phase II (prévue pour la mi-2000 après migration et installation) en fin d'année. La dernière semaine de décembre, le transfert des bilans comptables du FICS à l'AFIMS s'est déroulé avec succès. Le nouveau système a été mis en service le 1<sup>er</sup> janvier 2000.

Pour 1999, la Conférence générale a ouvert des crédits d'un montant de 224,2 millions de dollars pour le budget ordinaire de l'Agence sur la base d'un taux de change de 12,70 schillings autrichiens pour 1 dollar des États-Unis, dont 219,3 millions de dollars concernaient les programmes de l'Agence (voir l'annexe, tableau A1). Ce dernier montant a été ramené à 216,9 millions de dollars pour tenir compte du taux de change moyen des Nations Unies effectivement enregistré pendant l'année, à savoir 12,8671 schillings autrichiens pour 1 dollar des États-Unis.

Le budget ordinaire pour 1999, au taux de change de 12,8671 schillings autrichiens pour 1 dollar des États-Unis, s'élevait à 221,8 millions de dollars, dont 212,2 millions devaient être financés par des contributions des États Membres calculées selon le barème des quotes-parts de 1999, 4,9 millions par des recettes correspondant aux travaux remboursables pour d'autres organismes et 4,7 millions par d'autres recettes diverses.

Les dépenses effectuées en 1999 au titre du budget ordinaire de l'Agence se sont élevées à 221,5 millions de dollars, dont 216,5 millions concernaient les programmes de l'Agence. Le solde non utilisé du budget prévu pour les programmes de l'Agence s'est élevé à 0,4 million de dollars, et le solde non utilisé du budget total à 0,3 million de dollars, une fois pris en compte les travaux remboursables pour d'autres organismes.

L'objectif pour les contributions volontaires au Fonds de coopération technique pour 1999 était fixé à 73 millions de dollars, dont 64,1 millions ont été promis par les États Membres.

En 1999, les États Membres, l'Organisation des Nations Unies, d'autres organisations internationales et d'autres sources ont versé des contributions extrabudgétaires d'un montant total de 26,1 millions de dollars (voir l'annexe, tableau A2), dont 10,3 millions à titre d'appui aux garanties, 4,1 millions pour des projets de coopération technique, 1,9 million pour des projets dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture, 2,5 millions pour la sûreté nucléaire et 1,9 million pour

l'application de la résolution 687 du Conseil de sécurité de l'ONU relative à l'Iraq. Un montant de 1,2 million de dollars (complété par la contribution de l'Agence, soit 3,1 millions de dollars) a été mis à la disposition du Laboratoire de l'environnement marin (LEM). Le solde (4,2 millions de dollars) a servi à appuyer divers autres projets mis en oeuvre par l'Agence.

Un montant total de 1,9 million de dollars a été administré pour le compte d'établissements de recherche et un montant de 2,4 millions de dollars pour le projet de Réacteur thermo-nucléaire expérimental international.

## GESTION DU PERSONNEL

Un programme varié de formation à la gestion a été mis au point et testé. Il vise à promouvoir les bonnes pratiques de gestion dans le cadre de politiques, de procédures et d'une terminologie communes à toute l'Agence. Sa mise en oeuvre a démarré en novembre et se poursuivra en 2000 et 2001 pour former des gestionnaires à tous les niveaux.

Un processus de planification des ressources humaines a été élaboré pour assurer une approche globale de la gestion des ressources humaines et aider à déterminer la taille et la composition appropriées des effectifs dans chaque domaine. Il facilitera également l'application de la politique de rotation du personnel en permettant de recenser les fonctions qui exigent une "mémoire" institutionnelle et une continuité, et celles qui nécessitent un apport constant de sang neuf. Il servira aussi de base pour prévoir les postes qui deviendront vacants, de sorte que le Secrétariat puisse commencer à planifier plus en avance le recrutement de futurs candidats.

À la fin de 1999, le Secrétariat employait 2 212 personnes — 944 dans la catégorie des administrateurs et des fonctionnaires de rang supérieur et 1 268 dans la catégorie des services généraux. Ces chiffres représentent 1 652 positions permanentes, 296 temporaires et 174 extrabudgétaires, ainsi que celles de 58 experts à titre gracieux et de

32 consultants. Quatre-vingt-douze nationalités étaient représentées parmi les 682 membres du personnel occupant des postes soumis à la répartition géographique.

## GESTION DE L'INFORMATION

Nombreux sont les objectifs présentés dans la Stratégie à moyen terme de l'Agence qui font explicitement mention du plein usage de la technologie de l'information. Les activités

***“Nombreux sont les objectifs présentés dans la Stratégie à moyen terme de l'Agence qui font explicitement mention du plein usage de la technologie de l'information.”***

spécifiques à l'appui de ces objectifs ont porté sur l'élaboration d'un module de gestion de l'information destiné au Programme pour le certificat de gestion, sur des projets concernant la rationalisation des bases de données, et sur un système de gestion des documents commun à toute l'Agence.

## SERVICES INFORMATIQUES

Beaucoup de temps et d'efforts ont été consacrés au problème du passage informatique à l'an 2000. L'ensemble de l'infrastructure informatique a été testée et les mesures correctives requises ont été prises. L'effort visant à assurer la conformité an 2000 était achevé en novembre, et un service spécial avait été prévu pour aider d'autres départements de l'Agence à tester la conformité de leurs propres applications, le système financier FICS par exemple. En outre, un système d'alimentation électrique non interruptible a été installé, de sorte que les ordinateurs centraux et l'infrastructure de réseau sont désormais totalement protégés contre toute interruption fortuite de courant.

Un plan d'urgence et de transition avait également été prévu pour réduire au maximum tout incident pouvant résulter du passage informatique à l'an 2000.

À la fin de 1999, on a examiné avec la société Microsoft les moyens d'améliorer et de rationaliser les procédures de l'Agence relatives aux licences. L'Agence est en train de finaliser avec Microsoft un Accord Entreprise qui lui permettra de réduire le coût total de possession (TCO) en réalisant des économies grâce à la standardisation, au regroupement des besoins mondiaux en produits logiciels aux meilleurs rabais, et à la diminution des frais généraux liés aux procédures de suivi des licences et de commande.

La création du système d'information sur les correspondants a progressé avec la migration vers un environnement client/serveur du système de listes de diffusion qui se trouvait sur l'ordinateur central. En outre, OASIS, le site Intranet général de l'Agence, et le système de dossiers de pays ont reçu un appui opérationnel.

Les tâches du programme ont comporté ce qui suit:

- Appui pour réaménager et développer largement le système de traitement des données INIS;
- Extension du système d'information sur les réacteurs de puissance pour couvrir les applications non électriques des centrales nucléaires;
- Conception et développement de sites Internet pour les réacteurs de recherche et pour le système d'information sur l'hydrologie isotopique;
- Elaboration d'un système d'aide à la tenue à jour et à la publication du Manuel administratif.

## SERVICES DE BIBLIOTHÈQUE

La deuxième version de la page d'accueil de la Bibliothèque du CIV, VICLNET, a été élaborée et mise à la disposition des utilisateurs. L'accès rationalisé des utilisateurs à

l'information électronique constitue son principal atout. En outre, VICLNET donne accès à 72 revues électroniques en abonnement, 190 revues Internet gratuites et 4 grands services d'information électronique, de même qu'à la recherche, la commande et la livraison électronique en ligne de rapports techniques et de normes à la fois des collections de la Bibliothèque du CIV et de sources externes. Qui plus est, un réseau de CD-ROM a été créé et mis en service comme module intégré à la page d'accueil.

La Bibliothèque du CIV a migré vers un nouveau système intégré de logiciel de bibliothèque, *STAR/Libraries*. Ce système permet de rationaliser encore l'accès des utilisateurs aux sources d'information électronique et de développer de nouveaux services pour les utilisateurs de la Bibliothèque. Il permettra également d'améliorer l'efficacité et l'efficacité du fonctionnement de l'ensemble de la Bibliothèque.

### **SERVICES DE CONFÉRENCE, D'IMPRESSION, DE PUBLICATION ET DE TRADUCTION**

Au cours de l'année, les services de publication, d'impression, de documentation, de conférence et de langues de l'Agence ont fusionné en une seule entité administrative. On a ensuite commencé à améliorer la coordination et à rationaliser les activités, notamment par le biais de systèmes basés sur Internet, ce qui présentera des avantages en amont également. Le site Internet de la revue *Fusion nucléaire* a été amélioré et on a commencé à développer un site commercial électronique de l'Agence pour les publications destinées à la vente.

Le volume total de traductions et de comptes rendus officiels a été de 26 501 pages standard, contre 28 875 l'année précédente. Cette baisse est imputable essentiellement aux restrictions imposées sur le nombre et la longueur des documents et à une diminution de la demande interne de traductions. Dans le domaine de l'impression, le nombre total de copies imprimées et de travaux connexes (liés

aux programmes de l'Agence, à l'exclusion des travaux remboursables pour d'autres organismes) a été de 75 016 012 pages, contre 84 586 953 en 1998. Les activités de publication ont compris la production au total de 142 ouvrages, rapports, numéros de revues et brochures en anglais (voir l'annexe, tableau A27). En outre, deux ouvrages ont été publiés en chinois, deux en français, un en russe et un en espagnol.

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

INIS compte actuellement 122 participants, dont 103 pays et 19 organisations internationales. La base de données INIS sur Internet a reçu un grand nombre de demandes d'inscription en 1999. On comptait 1 136 utilisateurs enregistrés, bénéficiaires d'un accès payant ou gratuit, pour 3 210 utilisateurs en tout. La base de données INIS a continué d'être disponible sur CD-ROM et a été diffusée en 1999 à 448 abonnés à titre payant ou gratuit.

Dans le cadre d'un arrangement de coopération entre l'Agence et la Banque de données de l'AEN/OCDE, 406 programmes informatiques (sur 4 667) ont été distribués à des utilisateurs dans les États Membres de l'Agence qui ne sont pas membres de l'OCDE, lesquels ont envoyé deux programmes (sur 62).

Deux nouveaux modules, le sous-système de produits INIS (OPS) et le système d'enregistrement INIS (IRS), ont été développés pour le système de traitement de données INIS. L'IRS permet l'enregistrement en ligne de toutes les entrées — enregistrements bibliographiques et documentation non commercialisée connexe en texte intégral — sous forme de copie imprimée ou électronique. Il rationalise également la transmission directe de la documentation non commercialisée au système de numérisation INISIS.

En 1999, 3 259 documents non commercialisés ont été numérisés par l'organe centralisateur d'INIS pour un total de 234 309 pages. Par ailleurs, 6 217 documents numérisés

(413 094 pages) ont été envoyés par des États Membres. Il y a eu au total 9 476 documents (647 403 pages) en 1999. En outre, 50 CD-ROM ont été produits pendant l'année, ce qui porte le total à 131 CD-ROM depuis le début de la numérisation. La production de tous les CD-ROM de documentation non commercialisée est à présent interne, ce qui représente pour l'Agence des économies non négligeables.

La 27<sup>e</sup> réunion consultative annuelle des agents de liaison INIS s'est tenue en mai à Vienne pour fournir des orientations sur la poursuite des opérations INIS. À cette réunion, qui a accueilli un nombre record d'agents de liaison, un certain nombre de décisions et de recommandations ont été formulées, notamment la révision de l'accord de participation INIS.

La cinquième réunion du comité technique conjoint INIS/ETDE a eu lieu en octobre à Knoxville (États-Unis d'Amérique). Elle a porté sur l'examen d'un éventail de sujets intéressant à la fois INIS et l'ETDE.

À l'issue des réunions mentionnées ci-dessus, deux mesures importantes ont été prises: un système simplifié de classement commun par sujet INIS/ETDE a été adopté et sera mis en service au 1<sup>er</sup> janvier 2000; l'harmonisation des deux thesaurus INIS et ETDE va être achevée afin de créer un thesaurus unique INIS/ETDE d'ici à la fin du premier trimestre 2000. Ces deux mesures devraient permettre de réduire le coût de préparation des données d'entrée, tout en améliorant la cohérence de l'analyse par sujet.

Une nouvelle technologie a permis de mettre en œuvre un projet de télé-enseignement sur Internet pour former les utilisateurs d'INIS. La première phase du projet a été achevée en 1999. Le télé-enseignement présente entre autres avantages: une formation à la demande et un accès continu aux moyens de formation; l'égalité des chances d'accès à la formation; une formation spécifique offerte à chaque utilisateur; une mise à jour aisée du programme de cours; et la possibilité pour les utilisateurs d'imposer leur propre rythme d'acquisition de la formation.

# GESTION DE LA COOPÉRATION TECHNIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT

## GESTION DE LA COOPÉRATION TECHNIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT

### OBJECTIF DU PROGRAMME

Fournir un appui en matière de gestion pour concevoir, exécuter et évaluer les programmes de coopération technique de manière efficace et efficiente.

### APERÇU GÉNÉRAL

L'année écoulée a été marquée à la fois par le début de la mise en œuvre du programme de coopération technique pour 1999–2000 et par le lancement de la planification du programme pour 2001–2002. Si les incertitudes concernant le montant des contributions promises ont compliqué la planification tout au long de 1999, l'année s'est terminée sur un niveau record de promesses. Outre la difficulté de gérer des montants fluctuants de contributions promises, un défi majeur a été de préparer tous les systèmes informatiques du programme de manière à les harmoniser avec le nouveau système d'information financière de l'Agence en 2000 et d'assurer le transfert des applications restantes du réseau central au serveur SQL.

### PROGRAMME DE COOPÉRATION TECHNIQUE

Un des grands principes de la "Stratégie de coopération technique" est de faire en sorte que le programme réponde aux besoins des États Membres et contribue directement à la réalisation des principales priorités en ce qui concerne le développement durable des pays bénéficiaires. Il a été démontré également que, dès le départ, une bonne planification et une conception judicieuse sont essentielles pour obtenir de bons résultats lors de l'exécution du projet. L'Agence a donc surtout fait porter ses efforts sur les travaux "en amont" pour le programme 2001–2002.

Une des méthodes qui a permis de connaître les intérêts et les priorités des États Membres a été d'organiser sept réunions régionales distinctes dans le

cadre du programme pour l'Europe. Celles-ci se sont ajoutées aux 120 manifestations régionales organisées pour exécuter ce programme régional. Ces réunions ont permis aux pays de la région: a) de discuter et de définir leurs priorités; b) de participer à la formation sur la conception des projets; c) de planifier ensemble des projets spécifiques avant de soumettre des propositions de projet.

Un bon exemple est la réunion qui a été organisée en novembre pour planifier des projets régionaux dans les domaines de la

***“L’harmonisation des travaux de l’Agence avec ceux d’autres organisations contribue à assurer la cohérence et l’impact de sa propre programmation.”***

sûreté et de l'énergie nucléaires. De hauts responsables des organismes de réglementation et des centrales nucléaires des pays de la région ont rencontré à l'Agence des représentants des pays et des organisations donateurs. Ils se sont mis d'accord sur des plans de travail détaillés pour 2000 et sur la portée d'importants projets pour le cycle 2001-2002 dans les domaines précités.

Un autre moyen d'assurer la cohérence du programme de l'Agence a été d'harmoniser ses objectifs avec ceux d'autres agences des Nations Unies. En Afrique, par exemple, l'OMS s'intéresse particulièrement aux maladies contagieuses, en particulier la malaria et la tuberculose. La réapparition récente de la tuberculose est un problème majeur de santé publique dans des pays comme l'Afrique du Sud. L'Agence a commencé à travailler avec cette dernière pour mettre au point des techniques moléculaires isotopiques qui permettent de détecter rapidement et avec précision les souches de TB résistantes à plusieurs types de médicaments. On espère que cela ne profitera pas seulement à la population locale mais que cela contribuera aussi aux efforts

internationaux et à ceux de l'OMS pour lutter contre la tuberculose.

De même, en Asie de l'Ouest, les efforts de l'Agence pour planifier la gestion des ressources en eau ont été harmonisés avec les travaux d'autres organisations internationales et intergouvernementales comme l'UNESCO, la Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale, l'Organisation de la Ligue arabe pour l'éducation, les sciences et la culture et le Centre arabe d'étude des zones arides et des terres non irriguées. Lors d'une réunion de coordination tenue en février 1999, les représentants de ces organisations ont aidé à définir la portée et les objectifs d'un projet régional visant à utiliser l'hydrologie isotopique pour évaluer l'efficacité de la recharge artificielle d'eaux souterraines grâce à des réservoirs de surface, et à gérer les aquifères d'eaux souterraines détériorés par la salinité. On envisage d'incorporer ces études isotopiques dans les projets des organisations susmentionnées concernant les ressources en eau.

Si l'harmonisation des travaux de l'Agence avec ceux d'autres organisations contribue à assurer la cohérence et l'impact de sa propre programmation, la création de liens avec le secteur public peut contribuer à la durabilité des résultats. En 1999, la région Asie de l'Est et Pacifique a organisé un séminaire pour aider les homologues de projets à commercialiser leurs capacités auprès des utilisateurs finals. En Indonésie et en Malaisie, des études de cas ont montré comment ces pays ont intégré certaines de leurs activités de R-D dans le système de production du pays. En Chine et au Pakistan, ces mêmes activités ont été commercialisées directement ou par le biais de sociétés subsidiaires. Il ressort clairement de ces quatre cas que, pour que les établissements nucléaires aient un rôle à jouer dans le contexte du développement socio-économique général, le mieux qu'elles puissent faire est de créer des revenus et de parvenir ainsi à l'autonomie et la durabilité.

Le thème de l'autonomie intéresse aussi l'Amérique latine: à leur 16<sup>e</sup> réunion de coordination technique, les États parties à l'accord ARCAL ont adopté des procédures

pour la sélection de Centres de ressources régionaux. Trente et un centres candidats ont fait l'objet d'une première sélection à partir d'une liste de 65 centres possibles; beaucoup d'entre eux ont maintenant été examinés par l'Agence. Ceux qui ont les qualifications techniques requises seront présentés aux membres d'ARCAL pour la sélection finale. On a décidé que la liste des centres désignés — qui couvrent toutes les parties de la région et de nombreux sujets — sera réexaminée tous les trois ans. Trois établissements spécialisés dans la réparation et la maintenance de différents types d'instruments nucléaires fonctionnent déjà comme des Centres de ressources régionaux.

Comme 1999 était la première année du cycle de programmation, un gros effort a été fait pour améliorer la qualité des projets par la formation d'homologues nationaux avant que des propositions de projets soient soumises à l'Agence. Un nouveau programme de formation sur la conception et la planification des projets a été mis au point au Laboratoire national d'Argonne grâce au financement du Département de l'énergie des États-Unis. Ce programme comprend une formation à l'utilisation de l'outil de suivi conçu par l'Agence pour renforcer l'exécution des projets pendant le prochain cycle. Plusieurs ateliers de suivi ont été ensuite organisés par les bénéficiaires du cours dans leurs pays respectifs.

## **PLANIFICATION, COORDINATION ET ÉVALUATION**

Les outils qui servent à concevoir les programmes avec les pays et les régions dans le cadre du travail en amont sont notamment les produits qui résultent des exercices de planification thématique. Deux exercices de ce type ont été menés à bien en 1999 dans les domaines de la sûreté et la durabilité des barrages et de la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits. Ce dernier a été particulièrement novateur en ce sens qu'il a permis: a) de fixer des priorités en matière de recherche pour les départements techniques de l'Agence et de déterminer comment les

éléments du programme de coopération technique pourraient se recouper dans une perspective à plus long terme; b) de se donner pour objectif d'améliorer la rentabilité de la technique de l'insecte stérile appliquée à la mouche des fruits en la mettant sur le marché.

Les activités d'évaluation complètent et renseignent la programmation. En 1999, une évaluation des activités de coopération technique menées par l'Agence pendant dix ans dans le domaine des réacteurs de recherche et des accélérateurs de faible

***“Le programme de coopération technique de l'Agence a été fortement appuyé par les États Membres grâce à l'augmentation des contributions au FCT.”***

énergie a été effectuée en même temps qu'un examen des activités exécutées dans ce même secteur au titre du budget ordinaire. On a conclu de cette évaluation que les projets dans ce domaine étaient très pertinents, les pays y ayant consacré eux-mêmes des fonds substantiels, et que les apports de l'Agence contribuaient effectivement à la réalisation des objectifs des projets. De même, les bons résultats obtenus en matière d'efficacité indiquaient que les projets avaient atteint leurs objectifs spécifiques. Les résultats positifs obtenus en ce qui concerne l'efficacité ont permis à l'Agence de conclure que ses apports étaient utilisés de manière appropriée, efficace du point de vue des coûts, et en temps voulu. Toutefois, les résultats les moins satisfaisants en matière d'impact montrent que des problèmes se posent dès lors qu'il s'agit de transformer les apports en avantages socio-économiques tangibles par le biais des utilisateurs effectifs. Plusieurs recommandations ont été formulées sur la base de cette évaluation. Il convient d'augmenter le nombre de projets modèles dans le domaine considéré. Il est nécessaire de planifier au niveau des régions pour éviter de surestimer la demande latente ou d'accorder

trop peu de poids aux risques de saturation du marché. Il faut avoir recours aux études de faisabilité, aux analyses coûts-avantages et aux mécanismes de financement pour imprévus afin de mieux gérer les facteurs de risques associés à ces projets. Enfin, il faut accorder la priorité aux problèmes qui se posent actuellement en matière de sûreté et de gestion des déchets avant d'inciter à investir davantage dans de nouvelles installations.

Le programme de coopération technique de l'Agence a été fortement appuyé par les États Membres grâce à l'augmentation des contributions au Fonds de coopération technique (FCT). Toutefois, les ressources estimées ont beaucoup fluctué et certaines promesses et contributions importantes n'ont été reçues qu'au dernier mois de l'année.

Pour faire face à cette situation incertaine, l'Agence s'est appuyée sur le principe de la "programmation dynamique". La principale "soupape de sûreté" a été qu'un plus grand nombre de projets a/ que d'habitude ont pu être rendus opérationnels grâce, non seulement à des ressources extrabudgétaires, mais aussi au versement de contributions promises tardivement; des projets d'un montant de plus de 5,6 millions de dollars sont devenus opérationnels pendant l'année. Ils ont fait l'objet d'une sélection rigoureuse à l'aide

des critères suivants: a) qualité; b) partage des coûts avec le gouvernement bénéficiaire ou un autre donateur; c) considérations liées au principe de la "due prise en compte" (c'est-à-dire prise en compte de la situation d'un pays eu égard à ses promesses de contributions au FCT et à leur versement effectif et, le cas échéant, aux dépenses de programme recouvrables). Par ailleurs, on a donné la préférence aux projets régionaux afin qu'un maximum d'États Membres puissent bénéficier de la mise en opération de projets a/. Le programme a également bénéficié en 1999 d'une réduction substantielle des coûts standard liés aux experts.

Une des principales tâches entreprises par l'Agence en 1999 a été la mise au point d'interfaces entre les applications informatiques de la coopération technique et le nouveau système d'information financière de l'Agence. Il a fallu également remplacer les systèmes et composants de systèmes qui fonctionnaient encore sur le réseau central par des solutions client-serveur. En outre, les opérations liées aux procédures financières de la coopération technique ont été rationalisées et la budgétisation et le contrôle financier des projets ont été simplifiés. On a considérablement écourté la durée des cycles de financement de la coopération technique et des chiffres plus récents sont désormais disponibles.



# Annexe

Tableau A1: État récapitulatif des allocations de ressources au titre du budget ordinaire et de leur utilisation en 1999 . . . . .	124
Tableau A2: Fonds pour les programmes extrabudgétaires en 1999 . . . . .	125
Tableau A3: Décaissements par programme de l'Agence et par région en 1999 . . . . .	126
Tableau A4: Service international d'examen par des confrères (IPERS) — Examens d'APS, 1999 . . . . .	126
Tableau A5: Services d'examen de la sûreté de l'ingénierie (ESRS) concernant le site et les agressions externes, 1999 . . . . .	127
Tableau A6: Missions de sûreté concernant le problème de l'an 2000 dans les centrales nucléaires . . . . .	127
Tableau A7: Missions d'équipes d'examen de la sûreté d'exploitation (OSART), 1999 . . . . .	128
Tableau A8: Missions pour l'amélioration de la culture de sûreté, 1999 . . . . .	128
Tableau A9: Services d'équipes d'analyse des événements importants pour la sûreté (ASSET) et activité d'examen de l'expérience d'exploitation, 1999 . . . . .	128
Tableau A10: Missions d'équipes internationales d'examen de la réglementation (IRRT), 1999 . . . . .	128
Tableau A11: Missions d'évaluation intégrée de la sûreté des réacteurs de recherche (INSARR), 1999 . . . . .	128
Tableau A12: Échelle internationale des événements nucléaires (INES), classement des événements notifiés, 1999 . . . . .	129
Tableau A13: Nombre d'Etats qui avaient des activités nucléaires significatives à la fin de 1997, 1998 et 1999 . . . . .	129
Tableau A14: Situation au 31 décembre 1999 concernant la conclusion d'accords de garanties entre l'Agence et des États non dotés d'armes nucléaires dans le cadre du TNP . . . . .	130
Tableau A15: Situation au 31 décembre 1999 concernant la conclusion d'accords de garanties entre l'Agence et des États parties au Traité de Tlatelolco . . . . .	136
Tableau A16: Accords prévoyant des garanties, autres que ceux qui ont été conclus dans le cadre du TNP ou du Traité de Tlatelolco, approuvés par le Conseil des gouverneurs au 31 décembre 1999 . . . . .	138
Tableau A17: Situation au 31 décembre 1999 concernant la conclusion de protocoles additionnels aux accords de garanties . . . . .	142
Tableau A18: Quantités approximatives de matières soumises aux garanties de l'Agence à la fin de 1999 . . . . .	143
Tableau A19: Nombre d'installations nucléaires soumises aux garanties ou contenant des matières sous garanties au 31 décembre 1999 . . . . .	143
Tableau A20: Installations sous garanties de l'Agence ou contenant des matières sous garanties au 31 décembre 1999 . . . . .	144
Tableau A21: Principaux équipements utilisés et activités menées aux fins des garanties . . . . .	159
Tableau A22: Appui supplémentaire aux garanties apporté par des États . . . . .	160
Tableau A23: Groupes consultatifs permanents . . . . .	160
Tableau A24: Conventions négociées et adoptées sous les auspices de l'Agence et dont le Directeur général est le dépositaire (situation et faits nouveaux) . . . . .	161
Tableau A25: Projets de recherche coordonnée . . . . .	162
Tableau A26: Cours, séminaires et ateliers en 1999 . . . . .	168
Tableau A27: Publications parues en 1999 . . . . .	175



Tableau A1. **ÉTAT RÉCAPITULATIF DES ALLOCATIONS DE RESSOURCES AU TITRE DU BUDGET ORDINAIRE ET DE LEUR UTILISATION EN 1999**

Programme	1999	1999	1999 Dépenses totales		Budget non utilisé (dépassement) (2)-(3) (5)
	Budget GC(42)/7 (au taux de S 12,70) (1)	Budget ajusté (au taux de S 12,86) (2)	Montant (3)	% du budget ajusté (3) / (2) (4)	
Énergie d'origine nucléaire	4 453 000	4 409 000	4 468 025	101,34	(59 025)
Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets	5 233 000	5 182 000	5 133 808	99,07	48 192
Évaluation comparative des sources d'énergie	2 909 000	2 881 000	2 867 694	99,54	13 306
<b>Total partiel</b>	<b>12 595 000</b>	<b>12 472 000</b>	<b>12 469 527</b>	<b>99,98</b>	<b>2 473</b>
Alimentation et agriculture	10 566 000	10 474 000	10 474 114	100,00	(114)
Santé humaine	6 019 000	5 968 000	5 953 687	99,76	14 313
Environnement marin, ressources en eau et industrie	6 516 000	6 452 000	6 422 342	99,54	29 658
Sciences physiques et chimiques	8 835 000	8 768 000	8 781 845	100,16	(13 845)
<b>Total partiel</b>	<b>31 936 000</b>	<b>31 662 000</b>	<b>31 631 988</b>	<b>99,91</b>	<b>30 012</b>
Sûreté nucléaire	5 593 000	5 533 000	5 603 006	101,27	(70 006)
Sûreté radiologique	3 382 000	3 346 000	3 397 856	101,55	(51 856)
Sûreté des déchets radioactifs	2 130 000	2 107 000	2 183 749	103,64	(76 749)
Coordination des activités relatives à la sûreté	3 062 000	3 029 000	2 824 610	93,25	204 390
<b>Total partiel</b>	<b>14 167 000</b>	<b>14 015 000</b>	<b>14 009 221</b>	<b>99,96</b>	<b>5 779</b>
Garanties	79 752 000	78 876 000	78 984 983	100,14	(108 983)
Sécurité des matières	1 060 000	1 049 000	926 227	88,30	122 773
<b>Total partiel</b>	<b>80 812 000</b>	<b>79 925 000</b>	<b>79 911 210</b>	<b>99,98</b>	<b>13 790</b>
<b>Gestion de la coopération technique pour le développement</b>					
Programme de coopération technique	7 845 000	7 753 000	7 965 819	102,74	(212 819)
Planification, coordination et évaluation	4 824 000	4 770 000	4 541 814	95,22	228 186
<b>Total partiel</b>	<b>12 669 000</b>	<b>12 523 000</b>	<b>12 507 633</b>	<b>99,88</b>	<b>15 367</b>
<b>Gestion, coordination et appui</b>					
Direction générale	5 041 000	4 983 000	4 774 382	95,81	208 618
Organes directeurs	6 374 000	6 306 000	6 457 470	102,40	(151 470)
Activités juridiques, relations extérieures et information du public	7 036 000	6 964 000	6 355 036	91,26	608 964
Administration	12 585 000	12 440 000	12 480 472	100,33	(40 472)
Services généraux	22 322 000	22 044 000	22 339 865	101,34	(295 865)
Gestion de l'information et services d'appui	13 752 000	13 597 000	13 613 958	100,12	(16 958)
<b>Total partiel</b>	<b>67 110 000</b>	<b>66 334 000</b>	<b>66 021 183</b>	<b>99,53</b>	<b>312 817</b>
Total – Programmes de l'Agence	219 289 000	216 931 000	216 550 762	99,82	380 238
Travaux remboursables pour d'autres organismes	4 958 000	4 901 000	5 008 883	102,20	(107 883)
<b>TOTAL</b>	<b>224 247 000</b>	<b>221 832 000</b>	<b>221 559 645</b>	<b>99,88</b>	<b>272 355</b>

Tableau A2. **FONDS POUR LES PROGRAMMES EXTRABUDGÉTAIRES EN 1999 (Ressources et dépenses)**

Programme	Ressources			Dépenses totales (4)	Solde non utilisé au 31 décembre 1999 (3)-(4) (5)
	Solde non utilisé au 1 <sup>er</sup> janvier 1999 (1)	Recettes (2)	Budget ajusté (1) + (2) (3)		
<b>Projets financés par un seul État Membre</b>					
Énergie d'origine nucléaire	233 546	117 200	350 746	104 782	245 964
Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets	289 846	514 130	803 976	409 707	394 269
Évaluation comparative des sources d'énergie	136 104	154 151	290 255	183 266	106 989
Alimentation et agriculture	729 422	66 856	796 278	548 835	247 443
Santé humaine	307 212	118 000	425 212	118 832	306 380
Environnement marin, ressources en eau et industrie	1 151 823	865 536	2 017 359	801 430	1 215 929
Sciences physiques et chimiques	26 998	85 956	112 954	53 457	59 497
Sûreté nucléaire	1 609 601	2 461 128	4 070 729	1 656 247	2 414 482
Sûreté radiologique	85 401	406 000	491 401	204 289	287 112
Sûreté des déchets radioactifs	53 211	44 936	98 147	31 923	66 224
Coordination des activités relatives à la sûreté	181 152	146 332	327 484	137 042	190 442
Sécurité des matières	9 945 387	10 321 412	20 266 799	13 538 686	6 728 113
Gestion de la coopération technique pour le développement	424 782	897 240	1 322 022	287 710	1 034 312
Direction générale	162 136	265 656	427 792	253 025	174 767
Services pour les organes directeurs	557 235	750 577	1 307 812	807 458	500 354
Activités juridiques, relations extérieures et information du public	0	22 835	22 835	14 281	8 554
Administration	623 592	625 718	1 249 310	700 172	549 138
<b>Total partiel</b>	<b>16 555 667</b>	<b>17 885 663</b>	<b>34 441 330</b>	<b>19 907 001</b>	<b>14 534 329</b>
<b>Projets à financements multiples</b>					
Énergie d'origine nucléaire	105 928	0	105 928	41 570	64 358
Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets	25 716	114 288	140 004	85 936	54 068
Alimentation et agriculture	167 877	124 776	292 653	92 491	200 162
Sûreté nucléaire	101 257	0	101 257	68 962	32 295
Coordination des activités relatives à la sûreté	54 299	0	54 299	54 299	0
<b>Total partiel</b>	<b>455 077</b>	<b>239 064</b>	<b>694 141</b>	<b>343 258</b>	<b>350 883</b>
<b>Organisations internationales</b>					
Alimentation et agriculture	99 602	1 731 061	1 830 663	1 697 645	133 018
Environnement marin, ressources en eau et industrie	110 778	491 496	602 274	549 801	52 473
Direction générale	26 383	1 250 000	1 276 383	1 126 095	150 288
<b>Total partiel</b>	<b>236 763</b>	<b>3 472 557</b>	<b>3 709 320</b>	<b>3 373 541</b>	<b>335 779</b>
Programmes de l'Agence FAO: AGRIS	17 247 507	21 597 284	38 844 791	23 623 800	15 220 991
	0	465 259	465 259	410 549	54 710
<b>TOTAL — Fonds pour les programmes extrabudgétaires</b>	<b>17 247 507</b>	<b>22 062 543</b>	<b>39 310 050</b>	<b>24 034 349</b>	<b>15 275 701</b>

**Note:** Outre le Fonds pour les programmes extrabudgétaires susmentionnés, les États Membres et le PNUD ont fourni 4,1 millions de dollars en 1999 pour des projets de coopération technique au titre du Fonds extrabudgétaire de coopération technique.

Tableau A3. DÉCAISSEMENTS PAR PROGRAMME DE L'AGENCE ET PAR RÉGION EN 1999  
(État récapitulatif de tous les secteurs, en milliers de dollars)

Programme	Afrique	Amérique latine	Asie de l'Est et Pacifique	Asie de l'Ouest	Europe	Activités inter-régionales	Total
Énergie d'origine nucléaire	186,1	319,8	328,0	264,7	846,2	687,8	2 632,6
Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets	432,0	120,2	486,7	383,5	983,0	456,0	2 861,4
Évaluation comparative des sources d'énergie	62,9	32,0	139,9	0,0	266,4	102,2	603,4
Alimentation et agriculture	4 966,7	1 684,6	1 679,4	1 113,7	447,8	523,0	10 415,2
Santé humaine	3 836,4	3 071,3	2 461,7	868,8	2 724,7	307,2	13 270,1
Environnement marin, ressources en eau et industrie	1 698,2	1 520,9	2 467,6	1 065,0	3 018,5	0,9	9 771,1
Sciences physiques et chimiques	1 464,0	1 281,7	1 110,2	1 408,4	2 758,8	109,1	8 132,2
Sûreté nucléaire	127,8	199,5	860,8	156,9	1 977,9	129,1	3 452,0
Sûreté radiologique	1 100,6	1 626,3	1 550,6	1 134,4	1 894,1	31,0	7 337,0
Sûreté des déchets radioactifs	290,8	112,5	74,0	34,5	506,9	0,0	1 018,7
Coordination des activités relatives à la sûreté	185,1	184,8	91,8	79,2	90,9	56,6	688,4
Garanties	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sécurité des matières	0,0	0,0	0,0	0,0	309,7	0,0	309,7
Gestion de la coopération technique pour le développement	413,3	633,3	1,080,0	200,1	260,2	502,1	3 089,0
<b>Gestion, coordination et appui</b>							
Activités juridiques, relations extérieures et information du public	0,0	4,9	0,0	0,0	186,0	0,0	190,9
Services généraux	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	5,7
Gestion de l'information et services d'appui	26,2	89,2	31,9	12,5	45,5	39,2	244,5
<b>TOTAL</b>	<b>14 790,1</b>	<b>10 881,0</b>	<b>12 368,3</b>	<b>6 721,7</b>	<b>16 316,6</b>	<b>2 944,2</b>	<b>64 021,9</b>

Tableau A4. SERVICE INTERNATIONAL D'EXAMEN PAR DES CONFRÈRES (IPERS) — EXAMENS D'APS, 1999

Type d'examen	Lieu/Pays	Centrale nucléaire
APS — Pré-IPERS Niveau 1	Karachi, Pakistan	KANUPP CANDU
APS — Basse puissance et arrêt	Budapest/Paks, Hongrie	Paks VVER 440/213
APS — Basse puissance et arrêt 440/213	Piestany, Slovaquie	Bohunice V2 VVER

Tableau A5. **SERVICES D'EXAMEN DE LA SÛRETÉ DE L'INGÉNIERIE (ESRS) CONCERNANT LE SITE ET LES AGRESSIONS EXTERNES, 1999**

Pays	Site/Centrale	Service
Corée, République de		AMAT
Roumanie	Cernavoda	CMRS et EIPSA
Chine	Lianyungang	DSRS et W
Iran, République islamique d'	Bushehr	SSRS et DSRS
Bulgarie	Kozloduy	SSRS
Chine	CEFR	DSRS
Chine	Qinshan	3 SWSRS
Arménie	Medzamor	SSRS et DSRS
Turquie	Akkuyu	SSRS
Turquie	Istanbul	SSRS d'un RR
Kazakhstan	Balkash	SSRS et W
Pakistan	Chashma	DSRS et FSRS
Pakistan	KANUPP	AMAT
Slovénie	Krško	DSRS
Slovaquie	Bohunice	SSRS
Maroc	Mamoor	SSRS d'un RR
République démocratique du Congo	Kinshasa	SSRS d'un RR
Ukraine	Ukraine Sud	DSRS

**CEFR:** Réacteur rapide expérimental chinois; **DSRS:** Service d'examen de la sûreté de la conception; **SSRS:** Service d'examen de la sûreté sismique (ou du site); **FSRS:** Service d'examen de la sûreté incendie; **SWSRS:** Service d'examen de la sûreté des logiciels; **CMRS:** Service d'examen de la gestion de la configuration; **AMAT:** Équipe consultative sur la gestion du vieillissement; **EIPSA:** APS d'agressions internes et externes; **W:** atelier; **RR:** réacteur de recherche.

Tableau A6. **MISSIONS DE SÛRETÉ CONCERNANT LE PROBLÈME DE L'AN 2000 DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES**

Centrale	Pays
Tchernobyl	Ukraine
Tchernobyl	Ukraine
Qinshan	Chine
Bohunice	Slovaquie
Zaporojie	Ukraine
Qinshan	Chine
Guangdong	Chine
Zaporojie	Ukraine
Ukraine Sud	Ukraine
Ukraine Sud	Ukraine
Kozloduy	Bulgarie
Armenia	Arménie
Tchernobyl	Ukraine
Balakovo	Fédération de Russie
Krško	Slovénie
Armenia	Arménie
Zaporojie	Ukraine
Qinshan	Chine
Ignalina	Lituanie
Angra	Brésil

Tableau A7. **MISSIONS D'ÉQUIPES D'EXAMEN DE LA SÛRETÉ D'EXPLOITATION (OSART), 1999**

Type	Lieu/Centrale	Type de centrale	Pays
OSART	Kozloduy	VVER	Bulgarie
Mission de suivi OSART	Qinshan	REP	Chine
Visite préparatoire	North Anna	REP	Etats-Unis
Pré-OSART	Chashma	REP	Pakistan
Visite préparatoire	Temelin	VVER	République tchèque
OSART	Bugey	REP	France
Mission de suivi OSART	Embalse	RELP	Argentine
Mission de suivi OSART	Palual	REP	France
Visite préparatoire	Belleville	REP	France
Mission de suivi OSART	Yonggwang	REP	République de Corée
Visite préparatoire	Mühleberg	REB	Suisse
OSART	Gösgen	REP	Suisse

Tableau A8. **MISSIONS POUR L'AMÉLIORATION DE LA CULTURE DE SÛRETÉ, 1999**

Type	Pays	Lieu/Centrale
Renforcement de la culture de sûreté	Brésil	Angra
Examen par des confrères de l'auto-évaluation	Brésil	Angra
Atelier sur la gestion de la culture de sûreté	Bulgarie	Ledenika

Tableau A9. **SERVICES D'ÉQUIPES D'ANALYSE DES ÉVÉNEMENTS IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ (ASSET) ET ACTIVITÉ D'EXAMEN DE L'EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION, 1999**

Type	Pays	Lieu/Centrale nucléaire
S <sub>A</sub>	Slovaquie	Bratislava
S	Arménie	Medzamor
Z	Ukraine	Ukraine Sud
S <sub>A</sub>	Inde	Kakrapar

**S:** Séminaire ASSET de présentation des orientations pour l'auto-évaluation des centrales; **S<sub>A</sub>:** Atelier ASSET sur l'analyse des causes profondes des événements; **Z:** Examen par des confrères d'auto-évaluations d'événements d'exploitation dans la centrale.

Tableau A10. **MISSIONS D'ÉQUIPES INTERNATIONALES D'EXAMEN DE LA RÉGLEMENTATION (IRRT), 1999**

Type de mission	Pays
Pré-IRRT	Indonésie
Pré-IRRT	Viet Nam
Examen global	Slovénie

Tableau A11. **MISSIONS D'ÉVALUATION INTÉGRÉE DE LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS DE RECHERCHE (INSARR), 1999**

Type	Lieu/Centrale nucléaire	Pays
Examen de la sûreté d'exploitation	BR-II	Belgique
Examen de la sûreté d'exploitation	Otaniemi	Finlande

Tableau A12. **ÉCHELLE INTERNATIONALE DES ÉVÉNEMENTS NUCLÉAIRES (INES),  
CLASSEMENT DES ÉVÉNEMENTS NOTIFIÉS, 1999**

Niveau	Description	Nombre d'événements notifiés
En dessous de l'échelle	Écart	2
1	Anomalie	4
2	Incident	14
3	Incident grave	3
4	Accident	1 (accident de Tokaimura)

Tableau A13. **NOMBRE D'ÉTATS QUI AVAIENT DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES SIGNIFICATIVES  
À LA FIN DE 1997, 1998 ET 1999**

	Nombre d'États		
	1997	1998	1999
États où des garanties ont été appliquées en vertu d'accords TNP ou TNP/Tlatelolco	56 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	60
États où des garanties ont été appliquées en vertu d'accords Tlatelolco	2	1	1
États où des garanties ont été appliquées en vertu d'autres accords de garanties généralisées	1	0	0
États où des garanties ont été appliquées en vertu d'accords INFCIRC/66/Rev.2 <sup>b</sup>	4	4	4
ÉDAN où des garanties ont été appliquées en vertu d'accords de soumission volontaire	5	5	5
États pour lesquels aucun accord de garanties n'était en vigueur	1	1	1
<b>Nombre total d'États ayant des activités nucléaires significatives<sup>c</sup></b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>71</b>

<sup>a</sup> Non compris l'Iraq, où les activités en matière de garanties ont continué à être englobées dans celles qui ont été menées en application de la résolution 687 du Conseil de sécurité.

<sup>b</sup> Quelques États signataires d'accords du type INFCIRC/66/Rev.2 pour lesquels les garanties appliquées en vertu de ces accords n'ont pas encore été suspendues bien que des accords TNP ou d'autres accords de garanties généralisées soient entrés en vigueur n'ont été pris en compte dans ce tableau qu'au titre des accords TNP. Les États dotés d'armes nucléaires signataires d'accords du type INFCIRC/66/Rev.2 en vigueur ne sont pas pris en compte. Des garanties sont aussi appliquées à des établissements nucléaires de Taiwan (Chine).

<sup>c</sup> D'après les informations dont l'Agence dispose pour l'année considérée.

Tableau A14. **SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 CONCERNANT LA CONCLUSION D'ACCORDS DE GARANTIES ENTRE L'AGENCE ET DES ÉTATS NON DOTÉS D'ARMES NUCLÉAIRES DANS LE CADRE DU TNP**

États non dotés d'armes nucléaires ayant signé ou ratifié le TNP ou y ayant adhéré ou succédé a/ (1)	Date de la ratification, de l'adhésion ou de la succession a/ (2)	Accord de garanties avec l'Agence (3)	INFCIRC (4)
Afghanistan	4 février 1970	Entré en vigueur le 20 février 1978	257
Afrique du Sud	10 juillet 1991	Entré en vigueur le 16 septembre 1991	394
Albanie b/	12 septembre 1990		
Algérie	12 janvier 1995	Entré en vigueur le 7 janvier 1997	531
Allemagne m/	2 mai 1975	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Andorre	7 juin 1996		
Angola	14 octobre 1996		
Antigua-et-Barbuda c/	27 novembre 1968	Entré en vigueur le 9 septembre 1996	528
Argentine d/	10 février 1995	Entré en vigueur le 18 mars 1997	435/Mod.1
Arménie	15 juillet 1993	Entré en vigueur le 5 mai 1994	455
Arabie Saoudite	3 octobre 1988		
Australie	23 janvier 1973	Entré en vigueur le 10 juillet 1974	217
Autriche e/	27 juin 1969	Adhésion le 31 juillet 1996	193
Azerbaïdjan	22 septembre 1992	Entré en vigueur le 29 avril 1999	580
Bahamas c/	10 juillet 1973	Entré en vigueur le 12 septembre 1997	544
Bahreïn	3 novembre 1988		
Bangladesh	31 août 1979	Entré en vigueur le 11 juin 1982	301
Barbade c/	21 février 1980	Entré en vigueur le 14 août 1996	527
Bélarus	22 juillet 1993	Entré en vigueur le 2 août 1995	495
Belgique	2 mai 1975	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Belize f/	9 août 1985	Entré en vigueur le 21 janvier 1997	532
Bénin	31 octobre 1972		
Bhoutan	23 mai 1985	Entré en vigueur le 24 octobre 1989	371
Bolivie c/	26 mai 1970	Entré en vigueur le 6 février 1995	465
Bosnie-Herzégovine g/	15 août 1994	Entré en vigueur le 28 décembre 1973	204
Botswana	28 avril 1969		
Brésil d/	18 septembre 1998	Entré en vigueur le 20 septembre 1999	435/Mod.3
Brunéi Darussalam	26 mars 1985	Entré en vigueur le 4 novembre 1987	365
Bulgarie	5 septembre 1969	Entré en vigueur le 29 février 1972	178
Burkina Faso	3 mars 1970		
Burundi	19 mars 1971		
Cambodge	2 juin 1972	Entré en vigueur le 17 décembre 1999	
Cameroun	8 janvier 1969	Signé le 21 mai 1992	
Canada	8 janvier 1969	Entré en vigueur le 21 février 1972	164
Cap-Vert	24 octobre 1979		
Chili h/	25 mai 1995	Entré en vigueur le 9 septembre 1996	476/Mod.1
Chypre	10 février 1970	Entré en vigueur le 26 janvier 1973	189
Colombie i/	8 avril 1986		
Comores	4 octobre 1995		
Congo	23 octobre 1978		
Corée, République de	23 avril 1975	Entré en vigueur le 14 novembre 1975	236
Costa Rica c/	3 mars 1970	Entré en vigueur le 22 novembre 1979	278
Côte d'Ivoire	6 mars 1973	Entré en vigueur le 8 septembre 1983	309
Croatie	29 juin 1992	Entré en vigueur le 19 janvier 1995	463
Danemark k/	3 janvier 1969	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Djibouti	16 octobre 1996		

Tableau A14. **SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 (suite)**

États non dotés d'armes nucléaires ayant signé ou ratifié le TNP, ou y ayant adhéré ou succédé a/	Date de la ratification, de l'adhésion ou de la succession a/	Accord de garanties avec l'Agence	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
Dominique f/	10 août 1984	Entré en vigueur le 3 mai 1996	513
Égypte	26 février 1981	Entré en vigueur le 30 juin 1982	302
El Salvador c/	11 juillet 1972	Entré en vigueur le 22 avril 1975	232
Émirats arabes unis	26 septembre 1995		
Équateur c/	7 mars 1969	Entré en vigueur le 10 mars 1975	231
Érythrée	16 mars 1995		
Espagne	5 novembre 1987	Adhésion le 5 avril 1989	193
Estonie	7 janvier 1992	Entré en vigueur le 24 novembre 1997	547
Éthiopie	5 février 1970	Entré en vigueur le 2 décembre 1977	261
Fidji	14 juillet 1972	Entré en vigueur le 22 mars 1973	192
Finlande l/	5 février 1969	Adhésion le 1 <sup>er</sup> octobre 1995	193
Gabon	19 février 1974	Signé le 3 décembre 1979	
Gambie	12 mai 1975	Entré en vigueur le 8 août 1978	277
Géorgie	7 mars 1994	Signé le 29 septembre 1997	
Ghana	4 mai 1970	Entré en vigueur le 17 février 1975	226
Grèce n/	11 mars 1970	Adhésion le 17 décembre 1981	193
Grenade c/	19 août 1974	Entré en vigueur le 23 juillet 1996	525
Guatemala c/	22 septembre 1970	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> février 1982	299
Guinée	29 avril 1985		
Guinée-Bissau	20 août 1976		
Guinée équatoriale	1 <sup>er</sup> novembre 1984	Approuvé en juin 1986	
Guyana c/	19 octobre 1993	Entré en vigueur le 23 mai 1997	543
Haïti c/	2 juin 1970	Signé le 6 janvier 1975	
Honduras c/	16 mai 1973	Entré en vigueur le 18 avril 1975	235
Hongrie	27 mai 1969	Entré en vigueur le 30 mars 1972	174
Îles Marshall	30 janvier 1995		
Îles Salomon	17 juin 1981	Entré en vigueur le 17 juin 1993	420
Indonésie	12 juillet 1979	Entré en vigueur le 14 juillet 1980	283
Iran, République islamique d'	2 février 1970	Entré en vigueur le 15 mai 1974	214
Iraq	29 octobre 1969	Entré en vigueur le 29 février 1972	172
Irlande	1 <sup>er</sup> juillet 1968	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Islande	18 juillet 1969	Entré en vigueur le 16 octobre 1974	215
Italie	2 mai 1975	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Jamahiriya Arabe Libyenne	26 mai 1975	Entré en vigueur le 8 juillet 1980	282
Jamaïque c/	5 mars 1970	Entré en vigueur le 6 novembre 1978	265
Japon	8 juin 1976	Entré en vigueur le 2 décembre 1977	255
Jordanie	11 février 1970	Entré en vigueur le 21 février 1978	258
Kazakhstan	14 février 1994	Entré en vigueur le 11 août 1995	504
Kenya	11 juin 1970		
Kirghizistan	5 juillet 1994	Signé le 18 mars 1998	
Kiribati	18 avril 1985	Entré en vigueur le 19 décembre 1990	390
Koweït	17 novembre 1989	Signé le 10 mai 1999	
Lesotho	20 mai 1970	Entré en vigueur le 12 juin 1973	199
Lettonie	31 janvier 1992	Entré en vigueur le 21 décembre 1993	434

Tableau A14. SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 (suite)

États non dotés d'armes nucléaires ayant signé ou ratifié le TNP ou y ayant adhéré ou succédé a/	Date de la ratification, de l'adhésion ou de la succession a/	Accord de garanties avec l'Agence	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
L'ex-République yougoslave de Macédoine	30 mars 1995		
Liban	15 juillet 1970	Entré en vigueur le 5 mars 1973	191
Libéria	5 mars 1970		
Liechtenstein	20 avril 1978	Entré en vigueur le 4 octobre 1979	275
Lituanie	23 septembre 1991	Entré en vigueur le 15 octobre 1992	413
Luxembourg	2 mai 1975	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Madagascar	8 octobre 1970	Entré en vigueur le 14 juin 1973	200
Malaisie	5 mars 1970	Entré en vigueur le 29 février 1972	182
Malawi	18 février 1986	Entré en vigueur le 3 août 1992	409
Maldives	7 avril 1970	Entré en vigueur le 2 octobre 1977	253
Mali	10 février 1970		
Malte	6 février 1970	Entré en vigueur le 13 novembre 1990	387
Maroc	27 novembre 1970	Entré en vigueur le 18 février 1975	228
Maurice	8 avril 1969	Entré en vigueur le 31 janvier 1973	190
Mauritanie	26 octobre 1993		
Mexique c/	21 janvier 1969	Entré en vigueur le 14 septembre 1973	197
Micronésie, États fédérés de	14 avril 1995		
Monaco	13 mars 1995	Entré en vigueur le 13 juin 1996	524
Mongolie	14 mai 1969	Entré en vigueur le 5 septembre 1972	188
Mozambique	4 septembre 1990		
Myanmar	2 décembre 1992	Entré en vigueur le 20 avril 1995	477
Namibie	2 octobre 1992	Entré en vigueur le 15 avril 1998	551
Nauru	7 juin 1982	Entré en vigueur le 13 avril 1984	317
Népal	5 janvier 1970	Entré en vigueur le 22 juin 1972	186
Nicaragua c/	6 mars 1973	Entré en vigueur le 29 décembre 1976	246
Niger	9 octobre 1992		
Nigeria	27 septembre 1968	Entré en vigueur le 29 février 1988	358
Norvège	5 février 1969	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> mars 1972	177
Nouvelle-Zélande p/	10 septembre 1969	Entré en vigueur le 29 février 1972	185
Oman	23 janvier 1997	Approuvé le 20 septembre 1999	
Ouganda	20 octobre 1982		
Ouzbékistan	7 mai 1992	Entré en vigueur le 8 octobre 1994	508
Palaos, République de	14 avril 1995		
Panama c/ q/	13 janvier 1977	Signé le 22 décembre 1988	
Papouasie-Nouvelle-Guinée	13 janvier 1982	Entré en vigueur le 13 octobre 1983	312
Paraguay c/	4 février 1970	Entré en vigueur le 20 mars 1979	279
Pays-Bas o/	2 mai 1975	Entré en vigueur le 21 février 1977	193
Pérou c/	3 mars 1970	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> août 1979	273
Philippines	5 octobre 1972	Entré en vigueur le 16 octobre 1974	216
Pologne	12 juin 1969	Entré en vigueur le 11 octobre 1972	179
Portugal r/	15 décembre 1977	Adhésion le 1 <sup>er</sup> juillet 1986	193
Qatar	3 avril 1989		
République Arabe Syrienne	24 septembre 1969	Entré en vigueur le 18 mai 1992	407

Tableau A14. SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 (suite)

États non dotés d'armes nucléaires ayant signé ou ratifié le TNP, ou y ayant adhéré ou succédé a/	Date de la ratification, de l'adhésion ou de la succession a/	Accord de garanties avec l'Agence	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
République centrafricaine	25 octobre 1970		
République démocratique du Congo	4 août 1970	Entré en vigueur le 9 novembre 1972	183
République démocratique populaire lao	20 février 1970	Signé le 22 novembre 1991	
République de Moldova	11 octobre 1994	Signé le 14 juin 1996	
République Dominicaine c/	24 juillet 1971	Entré en vigueur le 11 octobre 1973	201
République populaire démocratique de Corée	12 décembre 1985	Entré en vigueur le 10 avril 1992	403
République tchèque j/	1 <sup>er</sup> janvier 1993	Entré en vigueur le 11 septembre 1997	541
République-Unie de Tanzanie	31 mai 1991	Signé le 26 août 1992	
Roumanie	4 février 1970	Entré en vigueur le 27 octobre 1972	180
Rwanda	20 mai 1975		
Saint-Christophe-et-Nièves f/	22 mars 1993	Entré en vigueur le 7 mai 1996	514
Saint-Marin	10 août 1970	Entré en vigueur le 21 septembre 1998	575
Saint-Siège	25 février 1971	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> août 1972	187
Saint-Vincent-et-Grenadines f/	6 novembre 1984	Entré en vigueur le 8 janvier 1992	400
Sainte-Lucie f/	28 décembre 1979	Entré en vigueur le 2 février 1990	379
Samoa	17 mars 1975	Entré en vigueur le 22 janvier 1979	268
Sao Tomé-et-Principe	20 juillet 1983		
Sénégal	17 décembre 1970	Entré en vigueur le 14 janvier 1980	276
Seychelles	12 mars 1985		
Sierra Leone	26 février 1975	Signé le 10 novembre 1977	
Singapour	10 mars 1976	Entré en vigueur le 18 octobre 1977	259
Slovaquie s/	1 <sup>er</sup> janvier 1993	Entré en vigueur le 3 mars 1972	173
Slovénie	7 avril 1992	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> août 1997	538
Somalie	5 mars 1970		
Soudan	31 octobre 1973	Entré en vigueur le 7 janvier 1977	245
Sri Lanka	5 mars 1979	Entré en vigueur le 6 août 1984	320
Suède t/	9 janvier 1970	Adhésion le 1 <sup>er</sup> juin 1995	193
Suisse	9 mars 1977	Entré en vigueur le 6 septembre 1978	264
Suriname c/	30 juin 1976	Entré en vigueur le 2 février 1979	269
Swaziland	11 décembre 1969	Entré en vigueur le 28 juillet 1975	227
Tadjikistan	17 janvier 1997		
Tchad	10 mars 1971		
Thaïlande	7 décembre 1972	Entré en vigueur le 16 mai 1974	241
Togo	26 février 1970	Signé le 29 novembre 1990	
Tonga	7 juillet 1971	Entré en vigueur le 18 novembre 1993	426
Trinité-et-Tobago c/	30 octobre 1986	Entré en vigueur le 4 novembre 1992	414
Tunisie	26 février 1970	Entré en vigueur le 13 mars 1990	381
Turkménistan	29 septembre 1994		
Turquie	17 avril 1980	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> septembre 1981	295
Tuvalu	19 janvier 1979	Entré en vigueur le 15 mars 1991	391
Ukraine	5 décembre 1994	Entré en vigueur le 22 janvier 1998	550
Uruguay c/	31 août 1970	Entré en vigueur le 17 septembre 1976	157

Tableau A14. SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 (suite)

États non dotés d'armes nucléaires ayant signé ou ratifié le TNP ou y ayant adhéré ou succédé a/ (1)	Date de la ratification, de l'adhésion ou de la succession a/ (2)	Accord de garanties avec l'Agence (3)	INFCIRC (4)
Vanuatu	24 août 1995		
Venezuela c/	25 septembre 1975	Entré en vigueur le 11 mars 1982	300
Viet Nam	14 juin 1982	Entré en vigueur le 23 février 1990	376
Yémen, République du	1 <sup>er</sup> juin 1979		
Yougoslavie, Rép. fédérative de_u/	4 mars 1970	Entré en vigueur le 28 décembre 1973	204
Zambie	15 mai 1991	Entré en vigueur le 22 septembre 1994	456
Zimbabwe	26 septembre 1991	Entré en vigueur le 26 juin 1995	483

a/ Les renseignements donnés dans les colonnes (1) et (2) ont été fournis à l'Agence par les gouvernements dépositaires du TNP; une mention dans la première colonne n'implique nullement l'expression par le Secrétariat d'une opinion quelconque quant au statut juridique d'un pays ou territoire ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières. Le tableau ne contient pas de renseignements concernant la participation de Taiwan (Chine) au TNP

b/ Un accord de garanties généralisées *sui generis* avec l'Albanie est entré en vigueur le 25 mars 1988 (INFCIRC/359).

c/ L'accord de garanties pertinent se réfère à la fois au TNP et au Traité de Tlatelolco.

d/ Cet État et l'Agence ont procédé à un échange de lettres confirmant que l'accord entre l'Argentine, le Brésil, l'ABACC et l'Agence relatif à l'application de garanties qui est entré en vigueur le 4 mars 1994 (INFCIRC/435) satisfait à l'obligation incombant à l'Argentine aux termes de l'article III du TNP de conclure un accord de garanties avec l'Agence. L'échange de lettres est entré en vigueur à la date de son approbation par le Conseil des gouverneurs.

e/ L'application de garanties en Autriche en vertu de l'accord de garanties TNP publié sous la cote INFCIRC/156, en vigueur depuis le 23 juillet 1972, a été suspendue le 31 juillet 1996, date à laquelle l'accord du 5 avril 1973 (INFCIRC/193) conclu entre les États non dotés d'armes nucléaires membres d'EURATOM, EURATOM et l'Agence, auquel l'Autriche a adhéré, est entré en vigueur pour l'Autriche.

f/ Cet État et l'Agence ont procédé à un échange de lettres confirmant que l'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP satisfait à l'obligation qui incombe à l'État en vertu de l'article 13 du Traité de Tlatelolco de conclure un accord de garanties avec l'Agence.

g/ L'accord de garanties TNP conclu avec la République fédérative socialiste de Yougoslavie (INFCIRC/204), qui est entré en vigueur le 28 décembre 1973, continue d'être appliqué à la Bosnie-Herzégovine dans la mesure où il concerne le territoire de la Bosnie-Herzégovine.

h/ Cet État et l'Agence ont procédé à un échange de lettres confirmant que l'accord de garanties conclu dans le cadre du Traité de Tlatelolco satisfait à l'obligation qui incombe à l'État en vertu de l'article III du TNP de conclure un accord de garanties avec l'Agence. L'échange de lettres est entré en vigueur à la date de son approbation par le Conseil des gouverneurs.

i/ Un accord de garanties généralisées conclu avec la Colombie dans le cadre du Traité de Tlatelolco est entré en vigueur le 22 décembre 1982 (INFCIRC/306).

j/ L'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP avec la République socialiste tchécoslovaque (INFCIRC/173), qui est entré en vigueur le 3 mars 1972, a continué d'être appliqué à la République tchèque dans la mesure où il concernait le territoire de la République tchèque jusqu'au 11 septembre 1997, date à laquelle l'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP avec la République tchèque est entré en vigueur.

k/ L'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP avec le Danemark (INFCIRC/176), en vigueur depuis le 1er mars 1972, a été remplacé par l'accord du 5 avril 1973 conclu entre les États non dotés d'armes nucléaires membres d'EURATOM, EURATOM et l'Agence (INFCIRC/193) mais continue de s'appliquer aux

îles Féroé. Le Groenland s'étant séparé d'EURATOM à compter du 31 janvier 1985, l'accord entre l'Agence et le Danemark (INFCIRC/176) est alors entré à nouveau en vigueur en ce qui concerne le Groenland.

- l/ L'application de garanties en Finlande en vertu de l'accord de garanties TNP publié sous la cote INFCIRC/155, en vigueur depuis le 9 février 1972, a été suspendue le 1er octobre 1995, date à laquelle l'accord du 5 avril 1973 (INFCIRC/193) conclu entre les États non dotés d'armes nucléaires membres d'EURATOM, EURATOM et l'Agence, auquel la Finlande a adhéré, est entré en vigueur pour la Finlande.
- m/ L'accord de garanties TNP du 7 mars 1972 conclu avec la République démocratique allemande (INFCIRC/181) n'est plus en vigueur depuis le 3 octobre 1990, date à laquelle la République démocratique allemande a accédé à la République fédérale d'Allemagne.
- n/ L'application de garanties en Grèce en vertu de l'accord de garanties TNP publié sous la cote INFCIRC/166, provisoirement en vigueur depuis le 1er mars 1972, a été suspendue le 17 décembre 1981, date à laquelle la Grèce a adhéré à l'accord du 5 avril 1973 (INFCIRC/193) conclu entre les États non dotés d'armes nucléaires membres d'EURATOM, EURATOM et l'Agence.
- o/ Un accord a également été conclu en ce qui concerne les Antilles néerlandaises (INFCIRC/229). Cet accord est entré en vigueur le 5 juin 1975.
- p/ L'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP avec la Nouvelle-Zélande (INFCIRC/185) s'applique également aux îles Cook, à Nioué et à Tokelau.
- q/ Un accord de garanties généralisées conclu dans le cadre du Traité de Tlatelolco avec le Panama est entré en vigueur le 23 mars 1984 (INFCIRC/316).
- r/ L'application de garanties au Portugal en vertu de l'accord de garanties TNP publié sous la cote INFCIRC/272, en vigueur depuis le 14 juin 1979, a été suspendue le 1er juillet 1986, date à laquelle le Portugal a adhéré à l'accord du 5 avril 1973 (INFCIRC/193) conclu entre les États non dotés d'armes nucléaires membres d'EURATOM, EURATOM et l'Agence.
- s/ L'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP avec la République socialiste tchécoslovaque (INFCIRC/173), qui est entré en vigueur le 3 mars 1972, continue d'être appliqué à la Slovaquie dans la mesure où il concerne le territoire de la Slovaquie. Un nouvel accord de garanties TNP conclu avec la Slovaquie a été approuvé par le Conseil des gouverneurs le 14 septembre 1998.
- t/ L'application de garanties en Suède en vertu de l'accord de garanties TNP publié sous la cote INFCIRC/234, en vigueur depuis le 14 avril 1975, a été suspendue le 1er juin 1995, date à laquelle l'accord du 5 avril 1973 (INFCIRC/193) conclu entre les États non dotés d'armes nucléaires membres d'EURATOM, EURATOM et l'Agence, auquel la Suède a adhéré, est entré en vigueur pour la Suède.
- u/ L'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP avec la République fédérative socialiste de Yougoslavie (INFCIRC/204), qui est entré en vigueur le 28 décembre 1973, continue d'être appliqué à la République fédérative de Yougoslavie dans la mesure où il concerne le territoire de la République fédérative de Yougoslavie.

Tableau A15. SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 CONCERNANT LA CONCLUSION D'ACCORDS DE GARANTIES ENTRE L'AGENCE ET DES ÉTATS PARTIES AU TRAITÉ DE TLATELOLCO<sup>a/</sup>

États parties au Traité de Tlatelolco (1)	Date à laquelle l'État est devenu partie au Traité de Tlatelolco (2)	Accord de garanties avec l'Agence (3)	INFCIRC (4)
Antigua-et-Barbuda <u>b/</u>	11 octobre 1983	Entré en vigueur le 9 septembre 1996	528
Argentine <u>c/</u>	18 janvier 1994	Entré en vigueur le 18 mars 1997	435/Mod.1
Bahamas <u>b/</u>	26 avril 1977	Entré en vigueur le 12 septembre 1997	544
Barbade <u>b/</u>	25 avril 1969	Entré en vigueur le 14 août 1996	527
Belize <u>d/</u>	4 novembre 1994	Entré en vigueur le 18 mars 1997	532/Mod.1
Bolivie <u>b/</u>	18 février 1969	Entré en vigueur le 6 février 1995	465
Brésil <u>c/</u>	30 mai 1994	Entré en vigueur le 10 juin 1997	435/Mod.2
Chili	18 janvier 1994	Entré en vigueur le 5 avril 1995	476
Colombie	6 septembre 1972	Entré en vigueur le 22 décembre 1982	306
Costa Rica <u>b/</u>	25 août 1969	Entré en vigueur le 22 novembre 1979	278
Dominique <u>d/</u>	25 août 1993	Entré en vigueur le 10 juin 1997	513/Mod.1
El Salvador <u>b/</u>	22 avril 1968	Entré en vigueur le 22 avril 1975	232
Équateur <u>b/</u>	11 février 1969	Entré en vigueur le 10 mars 1975	231
Grenade <u>b/</u>	20 juin 1975	Entré en vigueur le 23 juillet 1996	525
Guatemala <u>b/</u>	6 février 1970	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> février 1982	299
Guyana <u>b/</u>	6 mai 1996	Entré en vigueur le 23 mai 1997	543
Haïti <u>b/</u>	23 mai 1969	Signé le 6 janvier 1975	
Honduras <u>b/</u>	23 septembre 1968	Entré en vigueur le 18 avril 1975	235
Jamaïque <u>b/</u>	26 juin 1969	Entré en vigueur le 6 novembre 1978	265
Mexique <u>b/ e/</u>	20 septembre 1967	Entré en vigueur le 14 septembre 1973	197
Nicaragua <u>b/</u>	24 octobre 1968	Entré en vigueur le 29 décembre 1976	246
Panama <u>f/</u>	11 juin 1971	Entré en vigueur le 23 mars 1984	316
Paraguay <u>b/</u>	19 mars 1969	Entré en vigueur le 20 mars 1979	279
Pérou <u>b/</u>	4 mars 1969	Entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> août 1979	273
Rép. Dominicaine <u>b/</u>	14 juin 1968	Entré en vigueur le 11 octobre 1973	201
Saint-Christophe-et-Nièves <u>d/</u>	14 février 1997	Entré en vigueur le 18 mars 1997	514/Mod.1
Sainte-Lucie <u>d/</u>	2 juin 1995	Entré en vigueur le 12 juin 1996	379/Mod1
Saint-Vincent-et-Grenadines <u>d/</u>	11 mai 1992	Entré en vigueur le 18 mars 1997	400/Mod.1
Suriname <u>b/</u>	10 juin 1977	Entré en vigueur le 2 février 1979	269
Trinité-et-Tobago <u>b/</u>	27 juin 1975	Entré en vigueur le 4 novembre 1992	414
Uruguay <u>b/</u>	20 août 1968	Entré en vigueur le 17 septembre 1976	157
Venezuela <u>b/</u>	23 mars 1970	Entré en vigueur le 11 mars 1982	300
En outre, les accords de garanties suivants ont été conclus avec des États parties au Protocole additionnel I au Traité g/:			
États-Unis d'Amérique		Entré en vigueur le 6 avril 1989	366
France		Approuvé par le Conseil en juin 1998	
Pays-Bas <u>b/</u>		Entré en vigueur le 5 juin 1975	229
Royaume-Uni		Approuvé par le Conseil en septembre 1992	

- a/ Les informations reproduites dans les colonnes (1) et (2) ont été communiquées par le Mexique en sa qualité de dépositaire du Traité de Tlatelolco. Outre les États énumérés dans la colonne (1), Cuba a signé le Traité le 25 mars 1995.
- b/ L'accord de garanties pertinent se réfère à la fois au TNP et au Traité de Tlatelolco.
- c/ Cet État et l'Agence ont procédé à un échange de lettres confirmant que l'accord entre l'Argentine, le Brésil, l'ABACC et l'Agence relatif à l'application de garanties qui est entré en vigueur le 4 mars 1994 (INFCIRC/435) satisfait à l'obligation incombant à l'Argentine aux termes de l'article III du TNP de conclure un accord de garanties avec l'Agence. L'échange de lettres est entré en vigueur à la date de son approbation par le Conseil des gouverneurs.
- d/ Cet État et l'Agence ont procédé à un échange de lettres confirmant que l'accord de garanties conclu dans le cadre du TNP satisfait à l'obligation qui incombe à l'État en vertu de l'article 13 du Traité de Tlatelolco de conclure un accord de garanties avec l'Agence. L'échange de lettres est entré en vigueur à la date de son approbation par le Conseil des gouverneurs.
- e/ L'application des garanties en vertu d'un accord conclu avec le Mexique dans le cadre du Traité de Tlatelolco, qui était entré en vigueur le 6 septembre 1968 (INFCIRC/118), a été suspendue après la conclusion d'un accord avec le Mexique dans le cadre du Traité de Tlatelolco et du TNP (INFCIRC/197).
- f/ Un accord de garanties a été conclu avec le Panama dans le cadre à la fois du Traité de Tlatelolco et du TNP; cet accord n'est pas encore entré en vigueur.
- g/ Le Protocole additionnel I concerne les États ne faisant pas partie de l'Amérique latine ni des Caraïbes qui sont responsables *de jure* ou *de facto* de territoires situés dans les limites de la zone géographique établie par le Traité.

Tableau A16. **ACCORDS PRÉVOYANT DES GARANTIES, AUTRES QUE CEUX QUI ONT ÉTÉ CONCLUS DANS LE CADRE DU TNP OU DU TRAITÉ DE TLATELOLCO, APPROUVÉS PAR LE CONSEIL DES GOUVERNEURS AU 31 DÉCEMBRE 1999** <sup>a/</sup>

Partie(s) <sup>b/</sup>	Objet	Entrée en vigueur	INFCIRC
(L'Agence étant partie à chacun des accords ci-après, on a mentionné seulement l'(les) État(s) partie(s) auxdits accords.)			
<b>i) Accords de projet</b>			
Argentine <u>c/</u>	Siemens SUR-100	13 mars 1970	143
	Réacteur RAEP	2 décembre 1964	62
Chili <u>d/</u>	Réacteur Herald	19 décembre 1969	137
Colombie <u>d/</u>	Combustible pour réacteur de recherche	17 juin 1994	460
Espagne <u>e/</u>	Réacteur Coral-I	23 juin 1967	99
Finlande <u>e/</u>	Réacteur FIR-1	30 décembre 1960	24
	Assemblage sous-critique FINN	30 juillet 1963	53
Ghana <u>e/</u>	Réacteur de recherche et combustible correspondant	14 octobre 1994	468
Grèce <u>e/</u>	Réacteur GRR-1	1 <sup>er</sup> mars 1972	163
Indonésie <u>e/</u>	Charge supplémentaire pour réacteur TRIGA	19 décembre 1969	136
	Fourniture d'uranium enrichi	15 janvier 1993	453
	Fourniture d'uranium enrichi	15 janvier 1993	454
Iran, Rép. islamique d' <u>e/</u>	Réacteur UTRR	10 mai 1967	97
Jamaïque <u>e/</u>	Combustible pour réacteur de recherche	25 janvier 1984	315
Japon <u>e/</u>	JRR-3	24 mars 1959	3
Malaisie <u>e/</u>	Réacteur TRIGA-II	22 septembre 1980	287
Maroc <u>e/</u>	Combustible pour réacteur de recherche	2 décembre 1983	313
Mexique <u>e/</u>	Réacteur TRIGA-III	18 décembre 1963	52
	Siemens SUR-100	21 décembre 1971	162
	Centrale nucléaire Laguna Verde	12 février 1974	203
Nigeria <u>e/</u>	Réacteur de recherche et combustible correspondant	29 août 1996	526
Pakistan	Réacteur PRR	5 mars 1962	34
	Barres de surréactivité pour KANUPP	17 juin 1968	116
Pérou <u>e/</u>	Réacteur de recherche et combustible correspondant	9 mai 1978	266
Philippines <u>e/</u>	Réacteur PRR-1	28 septembre 1966	88
R.A. Syrienne <u>e/</u>	Réacteur source de neutrons miniature et uranium enrichi	18 mai 1992	408
République démocratique du Congo <u>e/</u>	Réacteur TRICO	27 juin 1962	37
	Combustible pour réacteur de recherche	20 septembre 1990	389
Roumanie <u>e/</u>	Réacteur TRIGA	30 mars 1973	206
	Éléments combustibles expérimentaux	1 <sup>er</sup> juillet 1983	307
Slovénie <u>e/</u>	Réacteur TRIGA-II	4 octobre 1961	32
	Centrale nucléaire de Krško	14 juin 1974	213
Thaïlande <u>e/</u>	Combustible pour réacteur de recherche	30 septembre 1986	342
Turquie <u>e/</u>	Assemblage sous-critique	17 mai 1974	212
Uruguay <u>e/</u>	Réacteur URR	24 septembre 1965	67
Venezuela <u>e/</u>	Réacteur RV-1	7 novembre 1975	238
Viet Nam <u>e/</u>	Combustible pour réacteur de recherche	1 <sup>er</sup> juillet 1983	308

Tableau A16. **ACCORDS PRÉVOYANT DES GARANTIES (suite)**

Partie(s) <sup>b/</sup>	Objet	Entrée en vigueur	INFCIRC
<b>ii) Soumissions unilatérales</b>			
Algérie	Réacteur de recherche NUR <u>h/</u>	9 avril 1990	361
	Réacteur de recherche Es Salam <u>h/</u>	2 juin 1992	401
Argentine	Réacteur de puissance Atucha <u>f/</u>	3 octobre 1972	168
	Matières nucléaires <u>f/</u>	23 octobre 1973	202
	Réacteur de puissance Embalse <u>f/</u>	6 décembre 1974	224
	Matériel et matières nucléaires <u>f/</u>	22 juillet 1977	250
	Matières nucléaires, matières, matériel et installations <u>f/</u>	22 juillet 1977	251
	Centrale nucléaire Atucha II <u>f/</u>	15 juillet 1981	294
	Usine d'eau lourde <u>f/</u>	14 octobre 1981	296
	Eau lourde <u>f/</u>	14 octobre 1981	297
	Matières nucléaires <u>f/</u>	8 juillet 1982	303
Chili	Matières nucléaires <u>g/</u>	31 décembre 1974	256
	Matières nucléaires <u>g/</u>	22 septembre 1982	304
	Matières nucléaires <u>g/</u>	18 septembre 1987	350
Cuba	Centrale nucléaire et matières nucléaires	5 mai 1980	281
	Réacteur nucléaire de puissance nulle et combustible correspondant	7 octobre 1983	311
Espagne	Matières nucléaires <u>h/</u>	18 juin 1975	221
	Centrale nucléaire de Vandellos <u>h/</u>	11 mai 1981	292
	Installations nucléaires spécifiées <u>h/</u>	11 mai 1981	291*
Inde	Matières nucléaires, matières et installations	17 novembre 1977	260
	Centrale nucléaire	27 septembre 1988	360
	Matières nucléaires	11 octobre 1989	374
	Toutes les matières nucléaires soumises aux garanties en vertu de l'INFCIRC/154	1 <sup>er</sup> mars 1994	433**
Pakistan	Matières nucléaires	2 mars 1977	248
	Réacteur source de neutrons miniature	10 septembre 1991	393
	Réacteur nucléaire de puissance	24 février 1993	418
République populaire démocratique de Corée	Réacteur de recherche et matières nucléaires correspondantes <u>h/</u>	20 juillet 1977	252
Royaume-Uni	Matières nucléaires	14 décembre 1972	175
Viet Nam	Réacteur de recherche et combustible correspondant <u>h/</u>	12 juin 1981	293

\* Amendée en 1994 pour tenir compte de la fourniture de matières nucléaires destinées à être utilisées dans la centrale atomique de Tarapur (TAPS) qui doivent être soumises aux garanties à la demande des fournisseurs. L'amendement est entré en vigueur le 12 septembre 1994 (INFCIRC/433/Mod.1).

\*\* Amendée en 1985 de manière à couvrir des installations nucléaires spécifiées. L'amendement est entré en vigueur le 8 novembre 1985 (INFCIRC/291/Mod.1/Corr.1).

Tableau A16. **ACCORDS PRÉVOYANT DES GARANTIES (suite)**

Partie(s) <sup>b/</sup>	Objet	Entrée en vigueur	INFCIRC
<b>iii) Accords conclus avec des États dotés d'armes nucléaires sur la base d'offres de soumission volontaire</b>			
Chine	Matières nucléaires dans les installations choisies sur la liste d'installations communiquée par la Chine	18 septembre 1989	369
États-Unis	Matières nucléaires dans les installations choisies par l'Agence	9 décembre 1980	288
Fédération de Russie	Matières nucléaires dans les installations choisies sur la liste d'installations communiquée par la Fédération de Russie	10 juin 1985	327
France	Matières nucléaires dans les installations soumises aux garanties	12 septembre 1981	290
Royaume-Uni	Matières nucléaires dans les installations choisies par l'Agence	14 août 1978	263
<b>iv) Autres accords de garanties généralisées</b>			
Albanie	Toutes les matières et installations nucléaires	25 mars 1988	359
Argentine/Brésil	Toutes les matières nucléaires dans toutes les activités nucléaires	4 mars 1994	435
<b>v) Autres accords de garanties</b>			
Afrique du Sud/États-Unis		26 juillet 1967	98
Afrique du Sud/France		5 janvier 1977	244
Argentine f//États-Unis i/		25 juillet 1969	130
Autriche h//États-Unis		24 janvier 1970	152
Brésil/Allemagne h/		26 février 1976	237
Brésil f//États-Unis i/		31 octobre 1968	110
Colombie/États-Unis		9 décembre 1970	144
Corée, République de/États-Unis		5 janvier 1968	111
Corée, République de h//France		22 septembre 1975	233
Espagne/Allemagne h/		29 septembre 1982	305
Espagne/Canada h/		10 février 1977	247
Espagne h//États-Unis i/		9 décembre 1966	92
Inde/Canada h/		30 septembre 1971	211
Iran, République islamique d' h//États-Unis		20 août 1969	127
Israël/États-Unis		4 avril 1975	249
Japon h//Canada h/		20 juin 1966	85
Japon h//France		22 septembre 1972	171
Pakistan/Canada		17 octobre 1969	135
Pakistan/France		18 mars 1976	239
Philippines h//États-Unis		19 juillet 1968	120
Portugal h//États-Unis i/		19 juillet 1969	131
Suède h//États-Unis		1 <sup>er</sup> mars 1972	165
Suisse h//États-Unis i/		28 février 1972	161
Turquie h//États-Unis i/		5 juin 1969	123
Venezuela h//États-Unis i/		27 mars 1968	122

Tableau A16. **ACCORDS PRÉVOYANT DES GARANTIES (suite)**

- vi)** L'Agence applique aussi des garanties au titre de deux accords (INFCIRC/133 et INFCIRC/158) à des installations nucléaires situées à Taiwan (Chine). Conformément à la décision adoptée par le Conseil des gouverneurs le 9 décembre 1971 selon laquelle le Gouvernement de la République populaire de Chine est le seul habilité à représenter la Chine à l'Agence, les relations entre l'Agence et les autorités de Taiwan (Chine) sont non gouvernementales. L'Agence applique les accords sur cette base.
- 
- a/** Les accords de garanties conclus en application du Traité sur la zone dénucléarisée du Pacifique Sud (Traité de Rarotonga) ne sont pas indiqués séparément car le Traité dispose que les garanties de l'Agence sont appliquées en vertu d'accords équivalents quant à leur portée et à leurs effets à un accord exigé à propos du TNP en vertu des dispositions reproduites dans le document INFCIRC/153 (corrigé). Au 31 décembre 1997, les 11 États parties au Traité (Australie, Fidji, îles Cook, Îles Salomon, Kiribati, Nauru, Nioué, Nouvelle-Zélande, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa et Tuvalu) étaient couverts par des accords conclus dans le cadre du TNP
- b/** Une mention dans cette colonne n'implique nullement l'expression par le Secrétariat d'une opinion quelconque quant au statut juridique d'un pays ou d'un territoire ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.
- c/** Les garanties de l'Agence exigées par cet accord de projet sont appliquées conformément à l'accord de garanties généralisées entre l'Argentine, le Brésil, l'ABACC et l'Agence (INFCIRC/435).
- d/** Les garanties de l'Agence exigées par cet accord de projet sont appliquées conformément à un accord de garanties conclu dans le cadre du Traité de Tlatelolco et concernant l'État en question.
- e/** Les garanties de l'Agence exigées par cet (ces) accord(s) de projet sont appliquées conformément à un accord conclu dans le cadre du TNP et concernant l'État en question.
- f/** L'application des garanties de l'Agence en vertu de cet accord a été suspendue dans l'État en question. Des garanties sont appliquées conformément à l'accord de garanties généralisées conclu entre l'Argentine, le Brésil, l'ABACC et l'Agence (INFCIRC/435).
- g/** L'application des garanties de l'Agence au titre de cet accord a été suspendue dans l'État en question, cet État ayant conclu un accord dans le cadre du Traité de Tlatelolco.
- h/** L'application des garanties de l'Agence au titre de cet accord a été suspendue dans l'État en question, cet État ayant conclu un accord dans le cadre du TNP.
- i/** L'application des garanties de l'Agence au titre de cet accord a été suspendue aux États-Unis afin d'observer une disposition du document INFCIRC/288.

Tableau A17. SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1999 CONCERNANT LA CONCLUSION DE PROTOCOLES ADDITIONNELS AUX ACCORDS DE GARANTIES

État	Protocole	INFCIRC
Allemagne	signé le 22 septembre 1998	
Arménie	signé le 29 septembre 1997	
Australie	entré en vigueur le 12 décembre 1997	217/Add.1
Autriche	signé le 22 septembre 1998	
Belgique	signé le 22 septembre 1998	
Bulgarie	signé le 24 septembre 1998	
Canada	signé le 24 septembre 1998	
Chine	signé le 31 décembre 1998	
Chypre	signé le 29 juillet 1999	
Corée, République de	signé le 21 juin 1999	
Croatie	signé le 22 septembre 1998	
Cuba	signé le 15 octobre 1999	
Danemark	signé le 22 septembre 1998	
Équateur	signé le 1 <sup>er</sup> octobre 1999	
Espagne	signé le 22 septembre 1998	
États-Unis d'Amérique	signé le 12 juin 1998	
Finlande	signé le 22 septembre 1998	
France	signé le 22 septembre 1998	
Géorgie	signé le 29 septembre 1997	
Ghana*	signé le 12 juin 1998	226/Add.1
Grèce	signé le 22 septembre 1998	
Hongrie	signé le 26 novembre 1998	
Indonésie	entré en vigueur le 29 septembre 1999	283/Add.1
Irlande	signé le 22 septembre 1998	
Italie	signé le 22 septembre 1998	
Japon	entré en vigueur le 16 décembre 1999	255/Add. 1
Jordanie	entré en vigueur le 28 juillet 1998	258/Add.1
Lituanie	signé le 11 mars 1998	
Luxembourg	signé le 22 septembre 1998	
Monaco	entré en vigueur le 30 septembre 1999	524/Add.1
Norvège	signé le 29 septembre 1999	
Nouvelle-Zélande	entré en vigueur le 24 septembre 1998	185/Add.1
Ouzbékistan	entré en vigueur le 21 décembre 1998	508/Add.2
Pays-Bas	signé le 22 septembre 1998	
Pérou	approuvé le 10 décembre 1999	
Philippines	signé le 30 septembre 1997	
Pologne	signé le 30 septembre 1997	
Portugal	signé le 22 septembre 1998	
République tchèque	signé le 28 septembre 1999	
Roumanie	signé le 11 juin 1999	
Royaume-Uni	signé le 22 septembre 1998	
Saint-Siège	entré en vigueur le 24 septembre 1998	187/Add.1
Slovaquie	signé le 27 septembre 1999	
Slovénie	signé le 26 novembre 1998	
Suède	signé le 22 septembre 1998	
Uruguay	signé le 29 septembre 1997	

\* En attendant son entrée en vigueur, le Protocole est appliqué provisoirement dans cet Etat avec effet à compter de la date de la signature.

Tableau A18. **QUANTITÉS APPROXIMATIVES DE MATIÈRES SOUMISES AUX GARANTIES DE L'AGENCE À LA FIN DE 1999**

Type de matières	Quantités de matières (t)			
	Accords de garanties généralisées <sup>a/</sup>	INFCIRC/66 <sup>b/</sup>	États dotés d'armes nucléaires	Quantités en QS
<b>Matières nucléaires</b>				
Plutonium <sup>d/</sup> contenu dans du combustible irradié	503,7	26,4	78,9	76 117
Plutonium séparé hors des coeurs de réacteurs	13,6	0,1	53,3	8 375
Plutonium recyclé dans des éléments combustibles se trouvant dans des coeurs de réacteurs	7,6	0,4	0	994
Uranium fortement enrichi (20 % ou plus d'uranium 235)	11,1	0,1	10,0	596
Uranium faiblement enrichi (moins de 20 % d'uranium 235)	42 220	2 707	4 481	13 576
Matières brutes <sup>d/</sup> (uranium naturel ou appauvri et thorium)	78 418	1 568	11 661	6 940
<b>Matières non nucléaires<sup>e/</sup></b>				
Eau lourde	0	509	0	25
<b>Total (quantités significatives)</b>				<b>106 598</b>

a/ Accords de garanties conclus dans le cadre du TNP et/ou du Traité de Tlatelolco et autres accords de garanties généralisées.

b/ Non compris les établissements situés dans des États dotés d'armes nucléaires; y compris les établissements de Taiwan (Chine).

c/ Cette rubrique inclut une quantité estimée à 92 tonnes (11 540 QS) de plutonium contenu dans du combustible irradié, qui n'est pas encore déclarée à l'Agence en vertu des procédures de notification convenues (le plutonium non déclaré est contenu dans des assemblages combustibles irradiés auxquels s'appliquent un contrôle comptable par article et des mesures C/S).

d/ Les chiffres de ce tableau n'incluent pas les matières visées aux alinéas a) et b) du paragraphe 34 du document INFCIRC/153 (corrigé).

e/ Matière non nucléaires soumises aux garanties de l'Agence aux termes d'accords du type INFCIRC/66/Rev.2.

Tableau A19. **NOMBRE D'INSTALLATIONS NUCLÉAIRES SOUMISES AUX GARANTIES OU CONTENANT DES MATIÈRES SOUS GARANTIES AU 31 DÉCEMBRE 1999**

Catégorie de l'installation	Nombre d'installations (d'établissements)			
	Accords de garanties généralisées <sup>a/</sup>	INFCIRC/66 <sup>b/</sup>	États dotés d'armes nucléaires	Total
Réacteurs de puissance	184 (221)	11 (14)	1 (1)	196 (236)
Réacteurs de recherche et assemblages critiques	148 (160)	8 (8)	0 (0)	156 (168)
Usines de transformation	12 (12)	1 (1)	0 (0)	13 (13)
Usines de fabrication de combustible	39 (41)	4 (4)	0 (0)	43 (45)
Usines de retraitement	5 (5)	1 (1)	0 (0)	6 (6)
Usines d'enrichissement	11 (11)	0 (0)	3 (3)	14 (14)
Installations de stockage indépendantes	58 (59)	4 (4)	7 (8)	69 (71)
Autres installations	83 (94)	1 (1)	2 (2)	86 (97)
<b>Total partiel</b>	<b>540 (603)</b>	<b>30 (33)</b>	<b>13 (14)</b>	<b>583 (650)</b>
Autres emplacements	313 (411)	3 (31)	0 (0)	316 (442)
Établissements non nucléaires	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)
<b>Totaux</b>	<b>853 (1014)</b>	<b>34 (65)</b>	<b>13 (14)</b>	<b>900 (1 093)</b>

a/ Accords de garanties conclus dans le cadre du TNP et/ou du Traité de Tlatelolco et autres accords de garanties généralisées.

b/ Non compris les établissements situés dans des États dotés d'armes nucléaires; y compris des établissements de Taiwan (Chine).

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE OU CONTENANT DES MATIÈRES SOUS GARANTIES AU 31 DÉCEMBRE 1999**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
<b>Réacteurs de puissance</b>				
Afrique du Sud	Koeberg-1	1	Le Cap	x
	Koeberg-2	1	Le Cap	x
Allemagne	AVR	1	Juliers	-
	KWG Grohnde	1	Grohnde	x
	GKN-2	1	Neckarwestheim	x
	RWE-BIBLIS-A	1	Biblis	x
	RWE-BIBLIS-B	1	Biblis	x
	KBR Brokdorf	1	Brokdorf	x
	KKB Brunsbüttel	1	Brunsbüttel	x
	KKE Emsland	1	Lingen	x
	KKG Grafenrheinfeld	1	Grafenrheinfeld	x
	KKI Isar-Ohu	1	Ohu bei Landshut	x
	KKI Isar-2	1	Essenbach	x
	KKK Krümmel	1	Geesthacht	x
	RWE Mülheim-Kärlich	1	Mülheim-Kärlich	x
	GKN Neckarwestheim	1	Neckarwestheim	x
	KWO Obrigheim	1	Obrigheim	x
	KKP Philippsburg-1	1	Philippsburg	x
	KKP Philippsburg-2	1	Philippsburg	x
	KRB II, Gundremmingen B	1	Gundremmingen	x
	KRB II, Gundremmingen C	1	Gundremmingen	x
	KKS Stade	1	Stade	x
	KKU Unterweser	1	Unterweser	x
	HKG-THTR 300	1	Hamm	-
KKW Greifswald 1	2	Lubmin	-	
KKW Greifswald 2	2	Lubmin	-	
KKW Greifswald 3	1	Lubmin	-	
KKW Rheinsberg	1	Rheinsberg	x	
Argentine	Centrale nucléaire Atucha	1	Lima	-
	Centrale nucléaire d'Embalse	1	Embalse	-
Arménie	Centrale nucléaire Armenia	2	Medzamor	-
Belgique	BR3-Mol	1	Mol	x
	DOEL-1	2	Doel	x
	DOEL-3	1	Doel	x
	DOEL-4	1	Doel	x
	Tihange-1	1	Tihange	x
	Tihange-2	1	Tihange	x
	Tihange-3	1	Tihange	x
Brésil	Admiral Alvaro Alberto (Angra-1)	1	Angra dos Reis	x
	Admiral Alvaro Alberto (Angra-2)	1	Angra dos Reis	-
Bulgarie	Kozloduy-I	2	Kozloduy	x
	Kozloduy-II	2	Kozloduy	x
	Kozloduy-III	2	Kozloduy	x
Canada	Bruce A	4	Tiverton	x
	Bruce B	4	Tiverton	x
	Darlington N.G.S.	4	Bowmanville	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Canada (suite)	Gentilly-2	1	Gentilly	x
	Pickering G.S.	8	Pickering	x
	Point Lepreau G.S.	1	Point Lepreau	x
Chine	Centrale nucléaire de Qinshan	1	Hai Yan	x
Corée, République de	Kori-1	1	Pusan	x
	Kori-2	1	Pusan	x
	Kori-3	1	Pusan	x
	Kori-4	1	Pusan	x
	Ulchin-1	1	Ulchin	x
	Ulchin-2	1	Ulchin	x
	Ulchin-3	1	Ulchin	x
	Ulchin-4	1	Ulchin	x
	Wolsong-1	1	Kyongju	x
	Wolsong-2	1	Kyongju	x
	Wolsong-3	1	Kyongju	x
	Wolsong-4	1	Kyongju	x
	Younggwang-1	1	Younggwang	x
	Younggwang-2	1	Younggwang	x
	Younggwang-3	1	Younggwang	x
	Younggwang-4	1	Younggwang	x
Cuba	Juragua	2	Juragua	x
Espagne	Almaraz-1	1	Almaraz	x
	Almaraz-2	1	Almaraz	x
	Asco-1	1	Asco	x
	Asco-2	1	Asco	x
	Cofrentes	1	Cofrentes	x
	José Cabrera	1	Almonazid de Zorita	x
	Santa María de Garona	1	Santa María de Garona	x
	Trillo-I	1	Trillo	x
	Vandellos-1	1	Vandellos	-
	Vandellos-2	1	Vandellos	x
	Finlande	Loviisa	2	Loviisa
TVO I		1	Olkiluoto	-
TVO II		1	Olkiluoto	-
Hongrie	PAKS-I	2	Paks	x
	PAKS-II	2	Paks	x
Inde	RAPS	2	Rajasthan	x
	TAPS	2	Tarapur	x
Italie	ENEL-Latina	1	Borgo-Sabatino	x
	ENEL-Caorso	1	Caorso	x
	ENEL-Trino	1	Trino-Vercellese	x
Japon	Fugen	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x
	Fukushima Dai-Ichi-1	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ichi-2	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ichi-3	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ichi-4	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ichi-5	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ichi-6	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Japon (suite)	Fukushima Dai-Ni-1	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ni-2	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ni-3	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Fukushima Dai-Ni-4	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	Genkai-1	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x
	Genkai-2	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x
	Genkai-3	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x
	Genkai-4	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x
	Hamaoka-1	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x
	Hamaoka-2	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x
	Hamaoka-3	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x
	Hamaoka-4	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x
	Ikata-1	1	Nishiuwa-gun, Ehime-ken	x
	Ikata-2	1	Nishiuwa-gun, Ehime-ken	x
	Ikata-3	1	Nishiuwa-gun, Ehime-ken	x
	Joyo	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	Kashiwazaki-1	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-2	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-3	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-4	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-5	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-6	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-7	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Mihama-1	1	Mikata-gun, Fukui-ken	x
	Mihama-2	1	Mikata-gun, Fukui-ken	x
	Mihama-3	1	Mikata-gun, Fukui-ken	x
	Monju	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x
	Ohi-1&2	2	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Ohi-3	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Ohi-4	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Onagawa-1	1	Oshika-gun, Miyaki-ken	x
	Onagawa-2	1	Oshika-gun, Miyaki-ken	x
	Sendai-1	1	Sendai-shi, Kagoshima-ken	x
	Sendai-2	1	Sendai-shi, Kagoshima-ken	x
	Shika	1	Hakui-gun, Ishikawa-ken	x
	Shimane-1	1	Yatsuka-gun, Shimane-ken	x
	Shimane-2	1	Yatsuka-gun, Shimane-ken	x
	Takahama-1	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Takahama-2	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Takahama-3	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Takahama-4	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Tokai-1	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Tokai-2	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
Tomari-1	1	Fururu-gun, Hokkaido	x	
Tomari-2	1	Fururu-gun, Hokkaido	x	
Tsuruga-1	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x	
Tsuruga-2	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x	
Kazakhstan	BN-350	1	Aktau	-
Lituanie	Ignalina	2	Visaginas	x
Mexique	Laguna Verde 1	1	Alto Lucero	x
	Laguna Verde 2	1	Alto Lucero	x
Pakistan	KANUPP	1	Karachi	x
	Chasnupp-1	1	Kundian	-

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Pays-Bas	Borssele	1	Borssele	x
	Centrale de Dodewaard	1	Dodewaard	x
Philippines	Centrale de Bataan	1	Morong, Bataan	x
Roumanie	Cernavoda-1	1	Cernavoda	-
R.P. D. de Corée	Nyongbyon-1	1	Nyongbyon	-
République tchèque	EDU-1	2	Dukovany	x
	EDU-2	2	Dukovany	x
	Temelin	2	Temelin	-
Slovaquie	A1	1	Bohunice	x
	EMO-1	2	Mochovce	-
	V-1	2	Bohunice	x
	V-2	2	Bohunice	x
Slovénie	Krško	1	Krško	x
Suède	Barsebäck 1	1	Malmö	-
	Barsebäck 2	1	Malmö	-
	Forsmark 1	1	Uppsala	-
	Forsmark 2	1	Uppsala	-
	Forsmark 3	1	Uppsala	-
	Oskarshamn 1	1	Oskarshamn	-
	Oskarshamn 2	1	Oskarshamn	-
	Oskarshamn 3	1	Oskarshamn	-
	Ringhals 1	1	Göteborg	-
	Ringhals 2	1	Göteborg	-
	Ringhals 3	1	Göteborg	-
	Ringhals 4	1	Göteborg	-
	Suisse	KKB Beznau I	1	Beznau
KKB Beznau II		1	Beznau	x
KKG Gösgen		1	Gösgen-Däniken	x
KKL Leibstadt		1	Leibstadt	x
KKM Mühleberg		1	Mühleberg	x
Ukraine	Centrale nucléaire de Tchernobyl	3	Tchernobyl	-
	Khmelnitski 1	1	Neteshin	-
	Rovno 1 & 2	2	Kouznetsovsk	-
	Rovno 3	1	Kouznetsovsk	-
	Ukraine Sud 1	1	Youjnoukrainsk	-
	Ukraine Sud 2	1	Youjnoukrainsk	-
	Ukraine Sud 3	1	Youjnoukrainsk	-
	Zaporojie 1	1	Energodar	-
	Zaporojie 2	1	Energodar	-
	Zaporojie 3	1	Energodar	-
	Zaporojie 4	1	Energodar	-
	Zaporojie 5	1	Energodar	-
	Zaporojie 6	1	Energodar	-

**Réacteurs de recherche et assemblages critiques**

Afrique du Sud	SAFARI-1	1	Pelindaba	x
----------------	----------	---	-----------	---

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Algérie	Réacteur NUR	1	Alger	-
	Réacteur de recherche Es Salam	1	Ain Oussera	-
Allemagne	BER-2	1	Berlin	x
	FH-Furtwangen	1	Furtwangen	x
	FRF-2	1	Francfort	x
	FRM	1	Garching	x
	GKSS-FRG1&FRG2	2	Geesthacht	x
	KFA-FRJ2	1	Juliers	x
	SUR 100	1	Hanovre	x
	SUR 100	1	Kiel	x
	SUR 100	1	Hambourg	x
	SUR 100	1	Ulm	x
	SUR 100	1	Stuttgart	x
	SUR 100	1	Berlin	x
	SUR 100	1	Aix-la-Chapelle	x
	Techn. Univ. AKR	1	Dresde	x
	Techn. Hochschule ZLR	1	Zittau	x
	Triga	1	Mayence	x
	MHH-Triga	1	Hanovre	x
DKFZ-Triga	1	Heidelberg	x	
Réacteur de recherche VKT	1	Rosendorf	x	
Argentine	Réacteur argentin-1	1	Constituyentes	x
	Réacteur argentin-3	1	Ezeiza	x
	Réacteur argentin-4	1	Rosario	x
	Réacteur argentin-6	1	Bariloche	x
	Réacteur argentin-0	1	Córdoba	x
	Réacteur argentin-8	1	Pilcaniyeu	x
Australie	HIFAR	1	Lucas Heights	x
	MOATA	1	Lucas Heights	x
Autriche	ASTRA	1	Seibersdorf	-
	Siemens Argonaut Reactor	1	Graz	-
	Triga II	1	Vienne	-
Bangladesh	Atomic Energy Research Est.	1	Dhaka	x
Bélarus	Sosny	1	Minsk	-
Belgique	BR1-CEN	1	Mol	x
	BR2-CEN-BRO2	2	Mol	x
	CEN-Venus	1	Mol	x
	Thetis	1	Gand	x
Brésil	IEA-R1	1	São Paulo	-
	RIEN-1 Argonaut RR	1	Rio de Janeiro	x
	IPR-RI-CDTN	1	Belo Horizonte	x
	Assemblage critique de l'IPEN	1	São Paulo	x
Bulgarie	IRT-2000	1	Sofia	x
Canada	Biologie, Chimie, Physique	2	Chalk River	x
	McMaster	1	Hamilton	x
	NRU	1	Chalk River	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Canada (suite)	NRX	1	Chalk River	x
	Slowpoke-EACL	1	Ottawa	x
	Slowpoke-Ecole Polytechnique	1	Montréal	x
	Slowpoke-Kingston	1	Kingston	x
	Slowpoke-Saskatchewan	1	Saskatoon	x
	Slowpoke-Univ. de l'Alberta	1	Edmonton	x
	Slowpoke-Univ. de Dalhousie	1	Halifax	x
	Slowpoke-Univ. de Toronto	1	Toronto	x
Chili	La Reina	1	Santiago	x
	Lo Aguirre	1	Santiago	x
Colombie	IAN-R1	1	Bogotá	x
Corée, République de	Triga II&III	2	Séoul	x
	Université Kyunghee	1	Suwoon	x
	Hanaro	1	Taejon	x
Danemark	DR-1	1	Roskilde	x
	DR-3	1	Roskilde	x
Égypte	RR-I	1	Inshas	x
	MPR	1	Inshas	-
Estonie	Réacteur de Paldiski	1	Paldiski	-
Finlande	FIR 1	1	Otaniemi	-
Ghana	GHARR-1	1	Legon-Accra	x
Grèce	GRR-1	1	Attiki	x
Hongrie	Réacteur d'enseignement	1	Budapest	x
	VVR-S M 10	1	Budapest	x
Indonésie	PPNY	1	Jogjakarta	x
	RSG-GAS	1	Serpong	x
	PPTN	1	Bandung	x
Iran, Rép. islamique d'	TRR	1	Téhéran	x
	HWZPR	1	Ispahan	x
	MNSR	1	Ispahan	x
Israël	IRR-1	1	Soreq	x
Italie	AGN-201	1	Palerme	x
	Poltec.	1	Milan	x
	RTS-1	1	San Piero a Grado	x
	TAPIRO	1	Santa Maria di Galeria	x
	Triga-RC1	1	Santa Maria di Galeria	x
	Triga-2	1	Pavie	x
Jamahiriya Arabe Libyenne	Réacteur IRT	1	Tajura	x
Jamaïque	Centre de sciences nucléaires	1	Kingston	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Japon	DCA	1	Oarai-Machi, Ibaraki-ken	x
	FCA	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	HTR	1	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x
	HTRR	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	JMTR	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	JMTRCA	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	JRR-2	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	JRR-3	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	JRR-4	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	KUCA	3	Osaka	x
	KUR	1	Sennan-gun, Osaka	x
	NCA	1	Kawasaki-shi	x
	NSRR	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	RR de l'Université Rikkyo	1	Nagasaka, Kanagawa-ken	x
	Réacteur de l'Université Kinki	1	Higashiosaka-shi, Osaka-fu	x
	Réacteur Musashi	1	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x
	TCA	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	TODAI	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	TTR	1	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x
	VHTRC	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
Kazakhstan	Réacteur d'essai Kourchatov	3	Semipalatinsk	-
	VVR-K	1	Almaty	-
Lettonie	IRT	1	Riga	x
Malaisie	Puspati	1	Bangi, Selangor	x
Mexique	Triga Mark III	1	Ocoyoacac	x
Norvège	HBWR-Halden	1	Halden	x
	JEEP-II	1	Kjeller	x
Ouzbékistan	Photon	1	Tachkent	-
	VVR-SM	1	Tachkent	-
Pakistan	PARR-1	1	Rawalpindi	x
	PARR-2	1	Rawalpindi	x
Pays-Bas	HOR	1	Delft	x
	HFR	1	Petten	x
	LFR	1	Petten	x
Pérou	RP-0	1	Lima	x
	RP-10	1	Lima	x
Philippines	PRR-1	1	Quezon City, Diliman	x
Pologne	Agata&Anna	2	Swierk	x
	Ewa	1	Swierk	x
	Maria	1	Swierk	x
Portugal	RPI	1	Sacavem	x
R.A. Arabe Syrienne	MNSR	1	Damas	x
Rép. dém. du Congo	Triga II	1	Kinshasa	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Nombre de tranches	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
République populaire démocratique de Corée	Assemblage critique IRT	1	Bungang-Ri, Nyongbyon	x
		1	Bungang-Ri, Nyongbyon	x
République tchèque	LR-O Réacteur d'enseignement de l'Université VR-1P VVR-S	1	Rež	x
		1	Prague	x
		1	Rež	x
Roumanie	Triga II VVR-S	1	Pitesti-Colibasi	x
		2	Magurele	x
Slovénie	Triga II	1	Ljubljana	x
Suède	RR de Studsvik	2	Studsvik	-
Suisse	AGN 211P Crocus Proteus Saphir	1	Bâle	x
		1	Lausanne	x
		1	Würenlingen	x
		1	Würenlingen	x
Thaïlande	TRR-1	1	Bangkok	x
Turquie	Centre de recherche et de formation nucléaires Çekmece ITU-TRR Triga Mark II	1	Istanbul	x
		1	Istanbul	x
Ukraine	RR de Kiev IR-100 RR	1	Kiev	-
		1	Sébastopol	-
Uruguay	Centro Investigaciones Nucleares	1	Montevideo	x
Venezuela	RV-I	1	Altos de Pipe	x
Viet Nam	Réacteur de recherche de Dalat	1	Dalat, Lam Dong	x
Yougoslavie, Rép. féd. de	RA-RB	2	Vinča	x
<b>Usines de transformation, y compris les usines pilotes</b>				
Afrique du Sud	Usine de transformation Usine de production d'uranium fortement enrichi - UF <sub>6</sub>		Pelindaba	x
			Pelindaba	x
Argentine	Installation de production d'UF <sub>6</sub> Usine de transformation d'UO <sub>2</sub>		Pilcaniyeu	-
			Córdoba	-
Canada	CAMECO		Port Hope	x
Chili	Lab. exp. de transformation		Santiago	x
Japon	Usine de transf. JCO Ningyo R&D PCDF		Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
			Tomata-gun, Okayama-ken	x
			Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Mexique	Usine pilote de fabrication de combustible	Salazar	x
Roumanie	Usine de fabrication de poudre d'UO <sub>2</sub>	Feldioara	-
Suède	Ranstad Mineral	Ranstad	-
<b>Usines de fabrication de combustible, y compris les usines pilotes</b>			
Afrique du Sud	Fabrication de combustible MTR	Pelindaba	x
	Fabrication de combustible à uranium faiblement enrichi	Pelindaba	x
Allemagne	Adv. Nuclear Fuels	Lingen	x
	NUKEM	Wolfgang	x
	Siemens Uran (deux unités)	Hanau	x
	Siemens MOX	Hanau	x
Argentine	Usine expérimentale	Constituyentes	-
	Usine de fabrication de combustible	Ezeiza	-
	Usine de fabrication de combustible	Constituyentes	-
Belgique	BN-MOX	Dessel	x
	FBFC	Dessel	x
	FBFC MOX	Dessel	-
Brésil	Usine de fabrication de combustible	Resende	x
Canada	CRNL Fuel Fabrication	Chalk River	x
	Installation de fabrication de combustible	Chalk River	x
	GEC Inc.	Toronto	x
	GEC Inc.	Peterborough	x
	Zircatec	Port Hope	x
Chili	UMF	Santiago	-
Corée, République de	Usine de fabrication de combustible CANDU	Taejon	x
	KNFFP	Taejon	x
Danemark	Métallurgie	Roskilde	x
Égypte	FMPP	Inshas	-
Espagne	Usine de fabrication de combustible ENUSA	Juzbado	-
Inde	Zone d'assemblage du combustible céramique	Hyderabad	x
	EFFP-NFC	Hyderabad	x
Indonésie	Installation expérimentale d'éléments combustibles (IEBE)	Serpong	x
	Installation de production d'éléments combustibles pour réacteurs de recherche (IPEBRR)	Serpong	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Iran, Rép. islamique d'	Laboratoire de fabrication de combustible	Ispahan	-
Italie	Fabnuc	Bosco Marengo	x
Japon	JNF	Yokosuka-shi, Kanagawa-ken	x
	MNF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NFI (Kumatori-1)	Sennan-gun, Osaka	x
	NFI (Kumatori-2)	Sennan-gun, Osaka	x
	NFI Tokai	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	PPFF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
Kazakhstan	Usines métallurgiques Ulbinski	Kamenogorsk	-
R.P. D. de Corée	Usine de fabrication de combustible nucléaire	Nyongbyon	-
Roumanie	Romfuel	Pitesti Colibasi	x
Suède	ABB	Västeras	-
<b>Usines de retraitement chimique, y compris les usines pilotes</b>			
Allemagne	WAK	Eggenstein-Leopoldshafen	x
Inde	PREFRE	Tarapur	x
Italie	EUREX	Saluggia	x
	ITREC-Trisaia	Rotondella	x
Japon	Usine de retraitement de Tokai	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
République populaire démocratique de Corée	Laboratoire de radiochimie	Bungang-Ri, Nyongbyon	-
<b>En outre, les installations de R-D et les emplacements ci-après sont associés au retraitement</b>			
Argentine	Lapep	Buenos Aires	-
	Division des produits de fission	Ezeira	-
Brésil	Projet de retraitement	São Paulo	-
Indonésie	RMI	Serpong	-
Japon	SCF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	JAERI Tokai R&D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	PNC Tokai R&D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Sumitomo Met. Mining	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
<b>Usines d'enrichissement, y compris les usines pilotes</b>			
Afrique du Sud	Usine d'enrichissement semi-commerciale	Pelindaba	x
	Usine d'enrichissement MLIS	Valindaba	-
Allemagne	UTA-1	Gronau	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Argentine	Usine d'enrichissement de Pilcaniyeu	Pilcaniyeu	-
Brésil	Usine d'enrichissement (première cascade)	Resende	-
	Laboratoire d'enrichissement	Ipero	-
	Usine pilote d'enrichissement de l'uranium	São Paulo	-
	Lab. de spectroscopie laser	San Jose dos Campos	-
Chine	Shaanxi	Han Zhang	-
Japon	Usine d'enrichissement de l'uranium	Tomata-gun, Okayama-ken	x
	Usine d'enrichissement de Rokkasho	Kamikita-gun, Aomori-ken	x
Pays-Bas	Urenco	Almelo	x
Royaume-Uni	URENCO E22	Capenhurst	x
	Usine URENCO A3	Capenhurst	-
<b><i>En outre, les installations de R-D et les emplacements ci-après sont associés à l'enrichissement</i></b>			
<i>Allemagne</i>	<i>URENCO</i>	<i>Juliers</i>	<i>-</i>
<i>Brésil</i>	<i>Laboratoire d'UF<sub>6</sub></i>	<i>Belo Horizonte</i>	<i>-</i>
<i>Japon</i>	<i>Asahi Chemical Industry</i>	<i>Hyuga-shi, Miyazaki-ken</i>	<i>x</i>
	<i>Laboratoire Hitachi</i>	<i>Hitachi-shi, Ibaraki-ken</i>	<i>x</i>
	<i>JAERI Tokai R&amp;D</i>	<i>Tokai-Mura, Ibaraki-ken</i>	<i>x</i>
	<i>NDCU-Lab.</i>	<i>Tokai-Mura, Ibaraki-ken</i>	<i>x</i>
	<i>PNC Tokai R&amp;D</i>	<i>Tokai-Mura, Ibaraki-ken</i>	<i>x</i>
	<i>Centre de R-D Toshiba</i>	<i>Kawasaki-shi, Kanagawa-ken</i>	<i>x</i>
<i>Pays-Bas</i>	<i>Urenco</i>	<i>Almelo</i>	<i>x</i>
<b>Installations de stockage indépendantes</b>			
Afrique du Sud	Stockage des déchets	Pelindaba	-
	Installation de stockage en vrac	Pelindaba	x
	Stockage d'uranium fortement enrichi sous voûte d'isolement	Pelindaba	x
	Stockage de tuyauteries Thabana	Pelindaba	x
Allemagne	Bundeslager	Wolfgang	-
	ANF UF <sub>6</sub> Lager	Lingen	x
	KFA AVR BL	Juliers	-
	KFA AVR	Juliers	x
	BZA-Ahaus	Ahaus	-
	NCS-Lagerhalle	Hanau	-
	Energiewerke Nord GmbH	Lubmin	x
	Energiewerke Nord-ZLN	Lubmin	-
	Transportbehälterlager	Gorleben	-
	TR Halle 87	Rosendorf	-
Kernmateriallager	Rosendorf	-	
Argentine	Magasin central	Ezeiza	x
	Magasin central	Constituyentes	-
	Stockage de matières nucléaires	Constituyentes	-

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Australie	Stockage sous voûte d'isolement	Lucas Heights	x
Belgique	Belgoprocess	Dessel	x
	Elbel	Beveren	-
	Stockage sous eau	Tihange	-
Brésil	Stockages d'Aramar (2)	Ipero	-
	Installation de production d'UF <sub>6</sub>	São Paulo	-
Bulgarie	Stockage à long terme	Kozloduy	x
Canada	Matières nucléaires	Chalk River	x
	Stockage de conteneurs de combustible irradié	Chalk River	x
	Stockage à sec Douglas Point	Tiverton	x
	Gentilly-1	Gentilly	x
	Stockage de combustible irradié	Chalk River	x
	EACL Recherche PUFDSF	Pinawa Pickering	x x
Danemark	Magasin Risr	Roskilde	x
	Risr - Déchets	Roskilde	-
États-Unis d'Amérique	Stockage de Pu sous voûte d'isolement	Hanford, Wash.	-
	Usine Y-12	Oak Ridge, Tenn.	x
	Casemate	Golden, Col.	-
Fédération de Russie	Mashinostroitel'nyi Zavod	Ehlektrostal	-
Finlande	Magasin TVO-KPA	Olkiluoto	-
France	COGEMA UP2 & UP3	La Hague	x
Hongrie	Stockage central de radionucléides MVDS	Budapest	x
		Paks	-
Inde	AFR	Tarapur	x
Indonésie	TC et ISFSF	Serpong	-
Iraq	Tuwaitha - Emplacement C	Tuwaitha	-
Italie	Compes. Deposito	Saluggia	x
	Installation nucléaire Essor	Ispra	-
	Stockage Essor	Ispra	x
	Centre de recherches	Ispra	-
Japon	KUFFS	Kyoto	x
	Fukushima Dai-Ichi SFS	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	N. S. Mutsu	Mutsu-shi, Aomori-ken	x
	RSFS	Kamikita-gun, Aomori-ken	x
	RSFS	Kamikita-gun, Aomori-ken	x
Kazakhstan	Stockage de thorium Ulbinski	Kamenogorsk	-
Lituanie	Stockage à sec de combustible irradié	Visaginas	-

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Pakistan	Dépôt de Hawks Bay	Karachi	x
Pays-Bas	Stockage Covra	Vlissingen	-
Portugal	Instalação de Armazenagem	Sacavem	x
R.P. D. de Corée	Stockage de combustible nucléaire	Bungang-Ri, Nyongbyon	-
République tchèque	Stockage Škoda	Bolevec	x
	Stockage HLW	Rež	-
	ISFS Dukovany	Dukovany	-
Royaume-Uni	Entrepôt n° 9 de matières nucléaires spéciales	Sellafield	x
	Entrepôt de plutonium Thorp	Sellafield	-
Slovaquie	AFRS	Bohunice	x
Suède	Stockage central à long terme	Oskarshamn	-
Ukraine	Stockage de Tchernobyl	Tchernobyl	-
<b>Autres installations</b>			
Afrique du Sud	Installation pilote d'enrichissement déclassée	Pelindaba	x
	Décontamination et récupération de déchets	Pelindaba	x
	Ensemble de cellules chaudes	Pelindaba	x
	Installation de métallurgie de l'uranium naturel et appauvri	Pelindaba	x
Algérie	UDEC	Draria	-
	Réacteur Es Salam	Ain Oussera	-
Allemagne	KFA-heisse Zellen	Juliers	x
	KFK-heisse Zellen	Eggenstein-Leopoldshafen	x
	KFK-IHCH	Eggenstein-Leopoldshafen	x
	Siemens-heisse Zellen	Karlstein	x
	KFA Lab.	Juliers	x
	Transuran	Eggenstein-Leopoldshafen	x
	VKT. Tec. ZTR	Rosendorf	x
Argentine	Installation alpha	Constituyentes	-
	Usine expérimentale d'UO <sub>2</sub>	Cordoba	-
	Laboratoire d'uranium enrichi	Ezeiza	-
	Division des produits de fission	Ezeiza	-
	Usine de fabrication de combustible	Ezeiza	-
	LFR	Buenos Aires	-
	Usine de fabrication de poudre d'uranium	Constituyentes	-
Laboratoire Triple Altura	Ezeiza	-	
Australie	Lab. de recherche	Lucas Heights	x
Belgique	IRMM-Geel	Geel	x
	CEN-Labo	Mol	x
	CEN-Déchets	Dessel	-

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Belgique (suite)	I.R.E.	Fleurus	x
	CEN-Laboratoire de Pu	Mol	x
Brésil	Unité coord. tech. comb.	São Paulo	-
	Laboratoire d'isotopes	São Paulo	-
	Projet uranium métal	São Paulo	-
	Lab. de matières nucléaires	Ipero	-
	Lab. dév. comb. et instr. nucl.	São Paulo	-
	Projet de reconversion	São Paulo	-
	Projet de retraitement	São Paulo	-
	Stockage pour les garanties	São Paulo	x
Corée, République de	PIEF	Taejeon	x
	Usine d'acrylonitrile	Ulsan	x
	DFDF	Taejeon	x
	DUF 4	Taejeon	-
	HFFL	Taejeon	x
	IMEF	Taejeon	x
	KAERI R&D	Taejeon	-
Estonie	Balti ES	Narva	-
États-Unis d'Amérique	B&W NNFD	Lynchburg, Virg.	-
	BWXT Installation 179	Lynchburg, Virg.	-
Hongrie	Institut des isotopes	Budapest	x
Indonésie	RMI	Serpong	-
Iran, R.I. d'	LWSCR	Ispahan	x
	GSCR	Ispahan	-
Italie	CNEN-LAB. PU.	Santa Maria di Galeria	x
Japon	JAERI-Oarai R-D	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	JAERI-Tokai R-D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Kumatori R&D	Sennan-gun, Osaka	x
	Laboratoire des matières uranifères	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	Mitsui Iwakuni-Ohtake	Kuga-gun, Yamaguchi	x
	Mitsui Toatsu	Takai-shi, Osaka-fu	x
	NDC Lab. chaud pour combustible	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NDC Lab. pour combustibles	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NERL, Université de Tokyo	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NFD	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	NFI Tokai-2	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NRF Installation d'irradiation au moyen de neutrons	Tsukuba-shi, Ibaraki-ken	x
	PNC FMF	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	PNC IRAF	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	PNC-Oarai R-D	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	PNC Tokai R-D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	SCF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Showa-Kawasaki	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x
	Sumitomo-Chiba	Sodegaura-shi, Chiba-ken	x
Norvège	Laboratoires de recherche	Kjeller	x
Pays-Bas	ECN et JRC	Petten	x

Tableau A20. **INSTALLATIONS SOUS GARANTIES DE L'AGENCE (suite)**

État <sup>a/</sup>	Nom abrégé de l'installation	Emplacement	Arrangements subsidiaires en vigueur
Pologne	Institut de chimie et de génie nucléaires	Varsovie	-
	Institut de recherche nucléaire	Swierk	x
R.P. D. de Corée	Assemblage sous-critique	Pyongyang	x
République tchèque	Institut du combustible nucléaire (UJP)	Zbraslav	x
	Laboratoires de recherche	Rež	x
Suisse	E.I.R. CERN	Würenlingen	x
		Genève	x
Turquie	Usine pilote de combustible nucléaire	Istanbul	x
Ukraine	Tchernobyl (tranche 4)	Tchernobyl	-
	Stockage Khmel'nitski FF	Neteshin	-
	KHFTI	Kharkov	-
	Stockage FF Rovno	Kouznetsovsk	-
	Stockage Ukraine Sud	Youjnoukrainsk	-
	Stockages FF Zaporojie	Energodar	-
	Assemblage sous-critique de Sébastopol	Sébastopol	-
<b>Etablissements non nucléaires</b>			
Cuba	Stockage d'équipements	Prov. de La Havane	-

<sup>a/</sup> Une mention dans cette colonne n'implique nullement l'expression par le Secrétariat d'une opinion quelconque quant au statut juridique d'un pays ou territoire ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

**Note:** L'Agence appliquait aussi des garanties à six réacteurs de puissance, cinq réacteurs de recherche ou assemblages critiques, une usine pilote de transformation de l'uranium, deux usines de fabrication de combustible, deux installations de stockage et une installation de recherche-développement situés à Taiwan (Chine).

Tableau A21. **PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS UTILISÉS ET ACTIVITÉS MENÉES  
AUX FINS DES GARANTIES**

	1998	1999
<b>Nombre total</b>		
<b>Systèmes de mesure gamma</b>		
Systèmes à bas pouvoir de résolution (sondes)	78	75
Systèmes à haut pouvoir de résolution (analyseurs)	42	39
Analyseurs multicanaux portatifs	304	280
Détecteurs	759	908
<b>Systèmes de mesure neutronique</b>		
Têtes de détection pour les mesures neutroniques actives	30	32
Têtes de détection pour les mesures neutroniques passives	34	35
Électronique de comptage par coïncidences neutroniques	102	92
<b>Systèmes de mesure pour le combustible irradié</b>		
Dispositifs d'observation de l'effet Tcherenkov	97	96
Systèmes de mesure des rayonnements pour le combustible irradié	165	175
Électronique de mesure pour le combustible irradié	77	75
<b>Autres systèmes de mesure</b>		
Dispositifs pour les caractéristiques physiques	147	150
<b>Systèmes de surveillance optique</b>		
Appareils photos	891	715
Systèmes vidéo à caméra unique	456	505
Systèmes vidéo à caméras multiples	65	134
Postes de visionnage	86	142
<b>Scellés</b>		
Scellés vérifiables <i>in situ</i>	1 327	1 328
<b>Systèmes de surveillance radiologique</b>		
	74	81
<b>Activités</b>		
Scellés à embout métallique distribués	18 600	21 300
Scellés à embout métallique vérifiés	19 301	19 718
Envois d'équipements et de fournitures	554	534
Transports à la main d'équipements et de fournitures	656	514
Envois de matières et de produits chimiques de référence dans les installations	170	289
Envois d'échantillons prélevés lors des inspections, d'étalons de matières radioactives et d'articles contaminés au Laboratoire d'analyse pour les garanties	202	232
Opérations d'achat	1 707	1 423

Tableau A22. **APPUI SUPPLÉMENTAIRE AUX GARANTIES APPORTÉ PAR DES ÉTATS**

États et organismes représentant des groupes d'États qui ont des programmes d'appui officiels	États ayant des contrats de recherche-développement et des programmes d'essai
Allemagne	Autriche
Argentine	Fédération de Russie
Australie	Israël
Belgique	Lettonie
Canada	Pakistan
Corée, République de	République tchèque
États-Unis d'Amérique	
EURATOM	
Fédération de Russie	
Finlande	
France	
Hongrie	
Japon	
Pays-Bas	
Royaume-Uni	
Suède	

Tableau A23. **GROUPES CONSULTATIFS PERMANENTS**

- Comité consultatif international sur la technologie des déchets radioactifs
- Comité consultatif pour les normes de sûreté nucléaire
- Comité consultatif pour les normes de sûreté radiologique
- Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives au transport
- Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives aux déchets
- Comité international des constantes nucléaires
- Comité scientifique du réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie
- Commission consultative pour les normes de sûreté
- Conseil international de la recherche sur la fusion
- Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire
- Groupe consultatif international sur le dessalement nucléaire
- Groupe consultatif international sur l'irradiation des denrées alimentaires
- Groupe consultatif permanent sur l'application des garanties
- Groupe consultatif permanent sur l'assistance et la coopération techniques

**Tableau A24. CONVENTIONS NÉGOCIÉES ET ADOPTÉES SOUS LES AUSPICES DE L'AGENCE ET DONT LE DIRECTEUR GÉNÉRAL EST LE DÉPOSITAIRE (SITUATION ET FAITS NOUVEAUX)**

*Accord sur les privilèges et immunités de l'AIEA* (reproduit dans le document INFCIRC/9/Rev.1). La situation de l'Accord est restée inchangée en 1999, avec 67 Parties.

*Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires* (reproduite dans le document INFCIRC/500). Entrée en vigueur le 12 novembre 1977. En 1999, un État a adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait 32 Parties.

*Protocole de signature facultative concernant le règlement obligatoire des différends* (reproduit dans le document INFCIRC/500/Add.3). Entré en vigueur le 13 mai 1999. À la fin de l'année, il y avait deux Parties.

*Convention sur la protection physique des matières nucléaires* (reproduite dans le document INFCIRC/274/Rev.1). Entrée en vigueur le 8 février 1987. En 1999, un État a adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait 64 Parties.

*Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire* (reproduite dans le document INFCIRC/335). Entrée en vigueur le 27 octobre 1986. En 1999, deux États ont adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait 84 Parties.

*Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique* (reproduite dans le document INFCIRC/336). Entrée en vigueur le 26 février 1987. En 1999, deux États ont adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait 79 Parties.

*Protocole commun relatif à l'application de la Convention de Vienne et de la Convention de Paris* (reproduit dans le document INFCIRC/402). Entré en vigueur le 27 avril 1992. La situation du Protocole est restée inchangée en 1999, avec 20 Parties.

*Convention sur la sûreté nucléaire* (reproduite dans le document INFCIRC/449). Entrée en vigueur le 24 octobre 1996. En 1999, trois États ont adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait 52 Parties.

*Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs* (reproduite dans le document INFCIRC/546). Ouverte à la signature le 29 septembre 1997. En 1999, huit États ont adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait 13 États contractants et 40 signataires.

*Protocole d'amendement de la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires* (reproduit dans le document INFCIRC/566). Ouvert à la signature le 29 septembre 1997. En 1999, un État a adhéré au Protocole. À la fin de l'année, il y avait deux États contractants et 14 signataires.

*Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires* (reproduite dans le document INFCIRC/567). Ouverte à la signature le 29 septembre 1997. En 1999, deux États ont adhéré à la Convention. À la fin de l'année, il y avait deux États contractants et 13 signataires.

*Prorogation de l'Accord régional de coopération pour l'Afrique sur la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires (AFRA)* (reproduit dans le document INFCIRC/377). Entré en vigueur le 4 avril 1995. En 1999, deux États ont adhéré à la Prorogation de l'Accord. À la fin de l'année, il y avait 26 Parties.

*Deuxième Accord portant prorogation de l'Accord régional de coopération sur la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires, 1987 (RCA)* (reproduit dans le document INFCIRC/167/Add.18). Entré en vigueur le 12 juin 1997. La situation de l'Accord est restée inchangée en 1999, avec 17 Parties.

*Accord complémentaire révisé concernant la fourniture d'une assistance technique par l'AIEA (RSA)*. En 1999, un État a conclu l'Accord. À la fin de l'année, il y avait 89 États qui avaient conclu l'Accord RSA.

*Accord régional de coopération pour la promotion de la science et de la technologie nucléaires en Amérique latine et dans les Caraïbes (ARCAL)* (reproduit dans le document INFCIRC/582). Ouvert à la signature le 25 septembre 1998. En 1999, deux États ont signé l'Accord. À la fin de l'année, il y avait 14 signataires.

Tableau A25. PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE

*(avec indication de l'année de lancement et d'achèvement)*

<b>Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets</b>	
Évaluation du partage et de la transmutation des actinides et des produits de fission du point de vue de la sûreté, de l'environnement et de la non-prolifération	1994–2000
Techniques de caractérisation des sites utilisées pour la restauration de l'environnement	1995–1999
Corrosion du gainage en aluminium du combustible utilisé de réacteurs de recherche dans l'eau	1995–2000
Surveillance en ligne à haute température de la chimie de l'eau et de la corrosion (WACOL)	1995–2000
Extrapolation des observations à court terme aux durées d'isolement requises pour les déchets radioactifs de longue période	1995–1999
Modélisation du transport de substances radioactives dans les circuits primaires des réacteurs refroidis par eau	1996–2001
Traitement des effluents liquides des mines et des installations de traitement de minerai pendant et après l'exploitation (après fermeture/assainissement)	1996–2001
Techniques de déclasserment pour les réacteurs de recherche	1997–2001
Méthodes combinées de traitement des déchets radioactifs liquides	1997–2001
Comportement à long terme des colis de déchets de faible et de moyenne activité dans des conditions de dépôt	1997–2002
Recherche sur le comportement du combustible utilisé	1997–2002
Durabilité chimique et évaluation de la performance du combustible utilisé et des formes de déchets de haute activité dans des conditions simulées de dépôt	1998–2002
Dégradation par l'hydrogène et les hydrures des propriétés mécaniques et physiques des alliages à base de zirconium	1998–2003
Viellissement des matières dans les installations de stockage de combustible utilisé	1999–2003
Analogues anthropiques pour le stockage en formations géologiques de déchets de haute activité et de longue période	1999–2003
<b>Évaluation comparative des sources d'énergie</b>	
Rôle du nucléaire et d'autres options dans la réalisation des objectifs internationaux concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre	1999–2001
Estimation des coûts externes liés à la production d'électricité dans les pays en développement - méthode simplifiée	1999–2001
Études de cas visant à évaluer et à comparer le rôle de différentes sources d'énergie dans des stratégies d'approvisionnement durable en énergie et en électricité	1997–2000
Impact des exigences en matière d'infrastructure sur la compétitivité du nucléaire	1999–2002
<b>Alimentation et agriculture</b>	
Emploi de techniques nucléaires pour l'élaboration de pratiques intégrées de gestion des éléments nutritifs et de l'eau pour des systèmes	1998–2005
Emploi de techniques isotopiques dans le cadre d'études sur la gestion des matières organiques et sur le renouvellement des éléments nutritifs en vue d'une production agricole accrue et durable et de la préservation de l'environnement	1995–2000
Emploi de techniques nucléaires et apparentées pour évaluer l'efficacité agronomique des engrais phosphatés, et notamment des phosphates naturels	1993–1999
Évaluation de l'érosion des sols par des techniques faisant appel au césium 137 et des techniques apparentées en tant que base de la conservation des sols, d'une production durable et de la protection de l'environnement	1995–2001
Emploi de techniques nucléaires et apparentées pour la gestion des éléments nutritifs et de l'eau dans les zones arides et semi-arides en vue d'accroître la production des cultures	1997–2002

**Tableau A25. PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE (suite)**

Utilisation de boues d'épuration irradiées pour augmenter la fertilité des sols et le rendement des cultures et préserver l'environnement	1995–1999
Emploi de techniques nucléaires et apparentées en vue de développer des pratiques de gestion pour des systèmes de production agricole durables sur sols tropicaux acides	1999–2004
Utilisation de sondes ADN radiomarquées pour l'amélioration des cultures	1994–1999
Amélioration de plantes industrielles nouvelles et traditionnelles au moyen de mutations induites et de biotechniques apparentées	1994–1999
Recours à la biologie cellulaire et à la biotechnologie, et notamment aux techniques de mutation, pour créer de nouveaux génotypes de banane intéressants	1994–1999
Amélioration génétique de cultures sous-utilisées et négligées dans les pays à faibles revenus connaissant un déficit alimentaire grâce aux techniques d'irradiation et apparentées	1998–2003
Caractérisation moléculaire de gènes mutants contrôlant des traits importants pour l'amélioration des plantes de semence	1999–2004
Mutation de caractères de la racine et performance des plantes alimentaires annuelles	1999–2004
Accroissement de l'efficacité du suivi des programmes de lutte contre la trypanosomiase et la mouche tsé-tsé en Afrique par les techniques radio-immunologiques et parasitologiques	1993–1999
Recours au radio-immunodosage et à des techniques apparentées pour étudier comment améliorer les programmes d'insémination artificielle pour le bétail des régions tropicales et subtropicales	1994–1999
Recours à des techniques enzymo-immunologiques pour le diagnostic et le traitement de la fièvre aphteuse en Asie du Sud-Est	1994–1999
Emploi de techniques nucléaires et colorimétriques pour mesurer l'apport en protéines microbiennes par les aliments locaux des ruminants	1996–2001
Suivi et surveillance sérologique de la peste bovine en Afrique à l'aide de techniques d'immunodosage	1997–1999
Élaboration et validation de méthodes normalisées d'utilisation de la réaction en chaîne de la polymérase et de techniques moléculaires apparentées pour un diagnostic amélioré et rapide des maladies animales	1997–2001
Suivi de la pleuropneumonie contagieuse bovine en Afrique à l'aide de méthodes enzymo-immunologiques	1997–2002
Emploi de techniques nucléaires et apparentées pour élaborer des dosages simples du tanin afin de prévoir et d'améliorer la sûreté et l'efficacité de l'alimentation de ruminants avec du feuillage d'arbres à tanin	1998–2003
Évaluation de l'efficacité des stratégies de vaccination contre la peste aviaire et la maladie de Gumboro à l'aide de techniques d'immunodosage pour accroître la production aviaire en Afrique	1998–2002
Protéine non structurale de virus de maladies du pied et de la bouche pour différencier animaux vaccinés et infectés	1999–2004
Études sur le comportement d'accouplement de la mouche méditerranéenne en cage sur le terrain	1993–1999
Attractifs améliorés pour accroître l'efficacité des opérations de réduction des populations de mouches tsé-tsé et des systèmes de protection utilisés dans le cadre des campagnes d'élimination partielle ou totale des mouches tsé-tsé	1994–2002
Amélioration de la technique de l'insecte stérile (TIS) par transformation génétique des arthropodes au moyen de techniques nucléaires	1994–2002
Approche moléculaire et génétique pour l'obtention de souches permettant le sexage pour des applications sur le terrain dans le cadre de programmes de lutte contre les mouches des fruits faisant appel à la technique de l'insecte stérile	1994–2001
Automatisation de l'élevage en masse des mouches tsé-tsé pour les besoins des programmes faisant appel à la TIS	1994–2001

Tableau A25. PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE (suite)

Application de la génétique pour améliorer la TIS en vue de l'élimination partielle ou totale de la mouche tsé-tsé	1997-2002
Assurance de la qualité des mouches des fruits élevées en masse et relâchées	1999-2004
Évaluation des techniques nucléaires pour la colonisation et la production d'ennemis naturels des ravageurs des cultures	1999-2004
Étude à l'aide de radiotraceurs de l'impact à long terme de l'application de pesticides	1994-1999
Validation de méthodes d'examen préalable par chromatographie en couche mince en vue de l'analyse des résidus de pesticides	1996-2002
Méthodes pouvant remplacer la chromatographie gazeuse et liquide haute performance pour l'analyse des résidus de pesticides dans les graines	1997-2002
Préparation par radiotraitement d'aliments sûrs, conservables et prêts à la consommation	1996-2000
Établissement des profils de pathogènes bactériels humains dans les aliments destinés à l'exportation par dosages microbiologiques de qualité assurée	1998-2002
L'irradiation comme traitement phytosanitaire d'aliments et de produits agricoles	1998-2002
Évaluation de méthodes d'analyse pour déterminer la contamination par mycotoxines d'aliments pour l'homme et les animaux	1999-2003
Classification des systèmes de sol à partir des facteurs de transfert de radionucléides du sol à des plantes de référence	1999-2003
<b>Santé humaine</b>	
Production locale et évaluation de réactifs primaires pour le radio-immunodosage de l'alpha foeto-protéine	1997-2000
Établissement de types moléculaires pour la gestion des tuberculoses multi-résistantes	1997-2000
Corrélation génotype/phénotype dans la thalassémie et la dystrophie musculaire	1998-2000
Imagerie des os par SPECT pour les cas de douleurs dorsales inexplicables	1997-2000
Relation entre le reflux vésico-urétéral, la pyélonéphrite et les cicatrices rénales chez les enfants atteints d'infections récurrentes des voies urinaires	1997-1999
Évaluation de radiopharmaceutiques au technétium 99m pour le diagnostic et la prise en charge thérapeutique du cancer du sein	1997-2000
Imagerie nucléaire <i>in vivo</i> pour l'étude des infections et des inflammations	1996-1999
Diagnostic de sous-types des hépatites B et C par des techniques nucléaires <i>in vitro</i>	1999-2002
Diagnostic de la maladie de Chagas par une combinaison d'antigènes et de sondes radiomarquées	1999-2001
Normalisation du traitement de l'hyperthyroïdie par l'iode 131 en vue d'optimiser les doses de rayonnements et les réactions au traitement	1994-1999
Efficacité et toxicité de radiopharmaceutiques au samarium 153 pour le traitement de métastases douloureuses du squelette	1996-1999
Relation entre infection récurrente du système respiratoire inférieur, reflux gastro-oesophagien et asthme bronchique chez l'enfant	1999-2003
Comparaison de logiciels pour applications cliniques dans les laboratoires de médecine nucléaire au moyen de logiciels fantômes développés par COST-B	1999-2003
Élaboration et validation d'un système de communication par Internet pour les études techniques et cliniques en médecine nucléaire	1998-2001
Applications cliniques de radiosensibilisateurs en radiothérapie du cancer	1994-2001
Essai clinique randomisé de radiothérapie associée à la mitomycine C pour le traitement de tumeurs avancées de la tête et du cou	1994-2003
Recours à la radiothérapie dans le traitement des cancers avancés	1995-2000
Combinaison de l'hyperthermie régionale et de la radiothérapie pour le traitement de cancers localement avancés	1997-2002
Méthodes de radiologie applicables en radiothérapie clinique: augmentation du nombre de fractions par semaine	1998-2005

**Tableau A25. PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE (suite)**

Marqueurs du virus HIV chez les patientes traitées par radiothérapie pour un cancer du col de l'utérus	1999–2000
Caractérisation et évaluation de techniques de mesure des doses élevées aux fins de l'assurance de la qualité du radiotraitement	1995–1999
Mise au point d'un programme d'assurance de la qualité de la dosimétrie en radiothérapie dans les pays en développement	1995–2000
Mise au point d'un programme d'assurance de la qualité pour les laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LSED)	1996–1999
Détermination de la dose à l'aide de chambres d'ionisation parallèles planes dans l'utilisation thérapeutique de faisceaux d'électrons et de photons	1996–1999
Élaboration d'un code de bonne pratique pour la détermination de la dose d'irradiation par des faisceaux de photons, d'électrons et de protons à partir d'étalons de mesure de la dose absorbée dans l'eau	1997–2000
Biodosimétrie par résonance paramagnétique électronique	1998–2000
Études internationales comparatives de l'ostéoporose à l'aide de techniques isotopiques	1994–2000
Mise au point et utilisation de techniques isotopiques pour l'étude du métabolisme de la vitamine A	1995–1999
Projet concernant l'homme asiatique de référence (phase 2) : ingestion et teneur dans les organes d'éléments traces importants en protection radiologique (RCA)	1995–2000
Évaluations isotopiques de la nutrition maternelle et infantile en vue d'empêcher les retards de croissance	1996–1999
Évaluations isotopiques pour surveiller la croissance des nouveau-nés — en collaboration avec l'OMS (en partie RCA)	1999–2002
Application de techniques nucléaires pour la prévention de maladies dégénératives (obésité et diabète non insulino-dépendant) chez les personnes âgées	1998–2002
Techniques isotopiques pour examiner l'incidence des infections et autres pathologies de la prime enfance sur les états diarrhéiques, la mal-assimilation et les troubles de croissance	1999–2003
Recherche appliquée sur la pollution de l'air à l'aide de techniques d'analyse nucléaires et apparentées dans la région Asie et Pacifique (RCA)	1995–1999
Évaluation, à l'aide de techniques d'analyse nucléaires et apparentées, des niveaux et des effets sur la santé de particules en suspension dans l'air dans les industries d'extraction, d'affinage et de travail des métaux	1996–2000
Recours aux techniques d'analyse nucléaires et apparentées pour la validation et l'utilisation de plantes comme bio-indicateurs des micropolluants de l'atmosphère	1997–2002
Le cycle du mercure dans les environnements contaminés - ses effets sur la santé, étudiés au moyen des techniques nucléaires	1999–2004
<b>Environnement marin, ressources en eau et industrie</b>	
Études sur la radioactivité marine dans le monde	1998–2001
Utilisation du radiotraitement pour la préparation de biomatériaux pour des applications médicales	1995–1999
Amélioration des propriétés physiques du latex de caoutchouc naturel radiovulcanisé (RVNRL) (RCA)	1997–2000
Radiotraitement de polymères naturels locaux (RCA)	1997–2002
Études de la sédimentation au moyen de radionucléides de l'environnement - leur application aux mesures de conservation des sols	1995–2000
Traceurs et isotopes stables dans les études de la pollution des eaux de surface	1997–2000
Étude isotopique du renouvellement des eaux souterraines et d'autres effets anthropiques dans les zones privées d'eau	1995–1999
Les techniques isotopiques dans l'étude des fluides acides en géothermie	1997–2000

Tableau A25. **PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE (suite)**

Les techniques isotopiques dans l'évaluation des systèmes aquifères dans les grandes zones urbaines	1997-2000
Réponse isotopique aux modifications dynamiques dues à l'exploitation sur longue durée des systèmes d'eaux souterraines	1999-2003
Les techniques isotopiques dans l'évaluation des eaux souterraines profondes en déplacement lent et leur application potentielle à l'évaluation des sites de stockage de déchets	1997-2000
Dynamique du transport des radionucléides dans les nappes	1997-2001
Technologie des radiotraceurs pour des études sur les opérations techniques et l'optimisation des processus	1997-2000
Utilisation du radiotraitement pour la stérilisation ou la décontamination de produits et de matières premières pharmaceutiques	1998-2001
Validation de protocoles pour l'évaluation par radiographie de la corrosion et des dépôts dans les conduites	1997-2000
<b>Sciences physiques et chimiques</b>	
Mise au point d'outils et d'instruments de dépannage informatisés	1996-2000
Logiciels spécialisés pour la spectrométrie gamma	1997-2000
Application des techniques nucléaires à l'identification des mines anti-personnel	1999-2002
Analyse de masse de l'hydrogène à l'aide de neutrons	1997-2000
Actualisation de la bibliothèque WIMS	1998-2002
Analyse des transitoires dans les réacteurs de recherche	1995-2000
Application des faisceaux d'ions dans le domaine d'énergie MeV pour la mise au point et la caractérisation de matériaux semi-conducteurs	1997-2000
Mise au point d'agents au technétium 99m pour l'imagerie de récepteurs du système nerveux central	1995-2000
Peptides marqués au technétium 99m pour l'imagerie de sites récepteurs périphériques	1995-2000
Optimisation des procédures de synthèse et de contrôle de la qualité pour la préparation de peptides marqués au fluorure 18 et à l'iode 123	1997-2000
Mise au point de trousse de radio-immunos dosage de marqueurs tumoraux	1997-2000
Validation de techniques nucléaires pour l'analyse de métaux précieux et rares dans les concentrés de minerais	1997-2000
Biomolécules marquées recherchant les cellules cancéreuses pour radiothérapie ciblée	1997-2000
Applications de la physique des plasmas et des technologies de la fusion en ingénierie, dans l'industrie et dans le domaine de l'environnement	1996-1999
Conception d'une centrale à fusion par confinement inertiel	2000-2004
Plasma dense obtenu par confinement magnétique	2001-2004
Comparaison de configurations toroïdales compactes	1998-2002
<b>Sûreté nucléaire</b>	
Gestion du vieillissement des câbles du système de contrôle-commande à l'intérieur de l'enceinte de confinement	1992-1999
Élaboration de méthodes pour l'optimisation des essais de contrôle et de la maintenance des équipements liés à la sûreté dans les centrales nucléaires	1996-1999
Expérimentation interlaboratoires sur la fragilisation par irradiation et le recuit des soudures métalliques des cuves sous pression des réacteurs VVER	1996-2000
Recherches sur les méthodologies d'analyse des incidents	1997-2000
Sûreté des centrales RBMK par rapport aux événements externes	1997-2000
Indicateurs pour surveiller la performance de sûreté en exploitation	1999-2003

Tableau A25. **PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE (suite)**

<b>Sûreté radiologique</b>	
Élaboration de données concernant les accidents pour la quantification des risques associés au transport de matières radioactives	1994–1999
Limites des évaluations radioépidémiologiques des effets stochastiques des rayonnements dans le cadre de la radioprotection	1994–2000
Intercomparaison de systèmes de comptage in vivo à l'aide d'un fantôme de l'homme asiatique de référence	1996–1999
Comparaison interlaboratoires régionale concernant la dosimétrie individuelle	1996–1999
Comparaison interlaboratoires de la surveillance individuelle de l'exposition au rayonnement photonique	1996–2000
Comparaison interlaboratoires et validation du modèle biocinétique d'évaluation de l'incorporation de radionucléides	1997–2000
Fondements radiologiques des prescriptions concernant la sûreté du transport des matières de faible activité spécifique et des objets contaminés superficiellement	1997–2001
Gravité des accidents pendant le transport aérien de matières radioactives	1998–2001
Biodosimétrie cytogénétique	1998–2002
Qualité de l'image et optimisation de la dose en mammographie dans les pays d'Europe orientale	1999–2003
<b>Sûreté des déchets radioactifs</b>	
Élaboration de méthodes permettant de comparer les impacts potentiels des déchets résultant de la production d'électricité	1997–2000
Perfectionnement des méthodes d'évaluation de la sûreté pour les installations de stockage définitif de déchets radioactifs à faible profondeur (ISAM)	1997–2000
Méthodes de modélisation et d'évaluation de la biosphère (BIOMASS)	1998–2002

Tableau A26. **COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999**

### **Énergie d'origine nucléaire**

- Atelier national sur la planification des projets électronucléaires — Bangladesh
- Ateliers régionaux sur le problème de l'an 2000: interface entre la performance des réseaux de distribution d'électricité et le fonctionnement des centrales nucléaires — Bulgarie
- Atelier régional sur l'expérience en matière de projets électronucléaires retardés — Brésil
- Atelier régional sur la gestion des ressources humaines — Slovénie
- Atelier régional sur les essais de mise en service et la gestion des projets — Chine
- Atelier régional sur la dégradation et l'inspection des générateurs de vapeur — France
- Atelier régional sur la performance de qualité dans les centrales nucléaires : le rôle de la direction — Hongrie
- Cours interrégional sur le contrôle-commande des centrales nucléaires — Allemagne
- Atelier pour l'Amérique latine sur la gestion des coûts et des processus — Argentine
- Atelier régional sur la gestion des ressources humaines, notamment la formation et l'habilitation — République de Corée
- Atelier régional sur l'homologation des systèmes d'essai non destructif — Croatie
- Atelier régional sur l'homologation des systèmes d'inspection en service — Cuba
- Atelier régional sur l'optimisation des programmes d'inspection en service des composants du circuit primaire — Slovaquie

### **Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets**

- Atelier sur la réglementation du déclassé — Italie
- Séminaire sur le stockage définitif du graphite nucléaire — Royaume-Uni
- Cours régional sur la conception, la fabrication, la performance et la partie terminale du cycle du combustible des VVER — Slovaquie
- Atelier pour les utilisateurs du code TRANSURANUS — Bulgarie
- Cours interrégional sur les préparatifs techniques et administratifs pour l'envoi de combustible usé de réacteurs de recherche vers le pays d'origine — États-Unis

### **Évaluation comparative des sources d'énergie**

- Cours interrégional sur la planification électrique et électronucléaire à l'aide du Programme d'évaluation de l'énergie et de l'électricité (ENPEP) — États-Unis
- Cours régional (Europe) sur l'évaluation comparative du nucléaire et des autres options et stratégies de production d'électricité en vue d'un développement énergétique durable — Italie
- Cours régional (RCA) sur l'utilisation des outils DECADES et du modèle FINPLAN de l'Agence pour l'analyse du rôle du nucléaire dans le contexte de la privatisation du secteur de l'électricité — Pakistan
- Séminaire régional (RCA) pour l'échange d'informations et de données d'expérience sur les efforts nationaux d'élaboration de bases de données spécifiques aux pays pour l'évaluation comparative — Thaïlande
- Cours national sur l'utilisation du modèle MAED de l'Agence pour la projection de la demande d'électricité — Soudan
- Atelier sur l'estimation, à l'aide d'une méthode simplifiée, des coûts externes liés à la production d'électricité dans les pays en développement — Italie
- Atelier sur l'échange de données d'expérience concernant l'amélioration de la planification électrique par incorporation de l'évaluation comparative dans les études d'aide à la prise de décisions — Brésil

### **Alimentation et agriculture**

- Formation collective régionale sur l'irrigation fertilisante et le recours aux techniques nucléaires dans la gestion de l'eau et des éléments nutritifs — Jordanie
- Séminaire régional FAO/AIEA sur la vulgarisation des pratiques d'agroforesterie — Sri Lanka
- Atelier régional sur l'évaluation de la dynamique des éléments nutritifs et de l'eau dans les systèmes de culture — Chili
- Séminaire FAO/AIEA sur les techniques de mutagenèse et la génétique moléculaire pour l'amélioration des plantes tropicales et subtropicales dans la région Asie et Pacifique — Philippines

## Tableau A26. COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999 (suite)

Atelier régional FAO/AIEA sur l'expérience pratique des techniques moléculaires et de mutagenèse — Autriche

Atelier d'examen et de planification pour l'Asie et le Pacifique sur les stratégies de complémentation alimentaire et la gestion de la reproduction du bétail — Myanmar

Première réunion de coordination du projet AIEA/AFRA sur l'augmentation et l'amélioration de la production de lait et de viande — Maroc

Réunion de coordination et examen à mi-parcours du projet AFRA II-17 : élaboration et évaluation sur le terrain de compléments alimentaires pour animaux — Madagascar

Atelier régional sur la peste porcine africaine — Sénégal

Atelier régional AIEA/RCA sur le radio-immunos dosage en phase solide par auto-sensibilisation pour la mesure de la progestérone dans le lait des ruminants — Indonésie

Atelier AIEA/AFRA sur la production de traceurs iodés pour le radio-immunos dosage de la progestérone par auto-sensibilisation — Égypte

Cinquième réunion de coordination à l'appui de la surveillance de la peste bovine — République Arabe Syrienne

Atelier régional FAO/AIEA sur le contrôle interne de la qualité du dosage immuno-enzymologique (ELISA) pour le diagnostic de la peste bovine et la détermination des problèmes liés à cette technique — Sénégal

Cours régional FAO/AIEA sur le diagnostic et le suivi de la fièvre aphteuse — Thaïlande

Réunion de groupe de travail sur la formation des inséminateurs artificiels, l'évaluation de la fertilité sur le terrain et la gestion de bases de données — Afrique du Sud

Deuxième atelier sur les procédures de quarantaine requises pour la création d'une zone exempte de mouches des fruits à Tacna et Moquegua — Pérou

Cours interrégional FAO/AIEA sur l'utilisation de la technique de l'insecte stérile et de techniques apparentées pour la lutte contre les insectes ravageurs sur de vastes zones — États-Unis

Cours régional FAO/AIEA sur les techniques utilisées pour l'élimination partielle ou totale de la lucilie bouchère de l'ancien monde sur de vastes zones — Malaisie

Troisième réunion du groupe de travail sur les mouches des fruits dans l'hémisphère occidental — Guatemala

Deuxième cours national sur la lutte intégrée contre les mouches des fruits — Pérou

Cours FAO/AIEA pour l'Asie et le Pacifique sur le développement de l'assurance de la qualité pour l'analyse de mycotoxines dans l'alimentation humaine et animale — Philippines

Atelier FAO/AIEA sur l'introduction de mesures d'assurance/contrôle de la qualité dans les laboratoires d'analyse de résidus de pesticides — Autriche

### Santé humaine

Cours régional sur le diagnostic de la néphropathie diabétique par radio-immunos dosage — Inde

Cours régional pour techniciens de médecine nucléaire sur la SPECT cardiaque — Thaïlande

Cours régional pour spécialistes de médecine nucléaire sur la scintigraphie par perfusion du myocarde — Philippines

Cours régional sur la cardiologie nucléaire — Inde

Cours régional sur les techniques faisant appel aux radionucléides pour le suivi de la néphropathie diabétique — République de Corée

Cours régional sur les études par perfusion du myocarde à l'aide de la SPECT — Chine

Atelier régional sur les marqueurs tissulaires et sérologiques récents pour le suivi du cancer du sein — Chine

Cours régional sur l'application des techniques faisant appel aux radionucléides en oncologie — Slovénie

Cours régional sur la cardiologie nucléaire — République islamique d'Iran; Hongrie

Cours régional sur le contrôle de la qualité et les systèmes SPECT — Égypte

Atelier régional sur l'utilisation efficace de logiciels de traitement d'images portables — Kenya; Maroc

Cours régional sur l'utilisation et la production de réactifs pour diagnostic de génotypage — République de Corée

Atelier régional sur le dépistage de l'hypothyroïdie néonatale — Thaïlande

Atelier régional sur les programmes nationaux de dépistage de l'hypothyroïdie néonatale — République de Corée

Atelier régional sur les aspects méthodologiques de l'utilisation de marqueurs tumoraux pour la ferritine et l'antigène carcino-embryonnaire — Ghana

## Tableau A26. COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999 (suite)

Atelier régional sur le radio-immunosage des marqueurs tumoraux pour le diagnostic et le suivi du cancer — République islamique d'Iran

Atelier régional sur l'enseignement et l'évaluation des méthodes de dépistage et de confirmation de l'hépatite C à l'aide du radio-immunosage — Costa Rica

Cours régional sur les techniques isotopiques et moléculaires pour le diagnostic des maladies transmissibles et la lutte contre ces maladies — Afrique du Sud

Atelier régional sur le contrôle de la qualité des systèmes SPECT à têtes simples et multiples — Arabie Saoudite

Cours régional sur la maintenance des gamma-caméras — République Arabe Syrienne

Cours régional sur le contrôle de la qualité des accélérateurs linéaires employés à des fins médicales — République islamique d'Iran

Cours régional sur l'assurance de la qualité des systèmes SPECT — Costa Rica

Séminaire international sur l'application thérapeutique des radiopharmaceutiques — Inde

Atelier national sur la curiethérapie intraluminale et interstitielle — République islamique d'Iran

Bases scientifiques de la radio-oncologie — Afrique du Sud

Atelier régional sur la planification de la santé et l'harmonisation de l'enseignement — Afrique du Sud

Cours sur les techniques modernes de curiethérapie — Norvège

Cours théorique sur la méthodologie de la recherche clinique — Italie

Cours sur le recours à l'imagerie pour la détermination du volume des cibles en radiothérapie — Royaume-Uni

Réunion des coordonnateurs de projets sur l'assurance de la qualité en radiothérapie — Australie

Cours régional sur la sensibilisation du public et des professionnels — Sri Lanka

Cours interrégional sur la planification des traitements cliniques en téléthérapie et curiethérapie — Lituanie

Cours régional sur les fondements de l'assurance de la qualité clinique en radio-oncologie — Philippines

Cours régional sur les techniques de préservation du sein en cas de cancer — Maroc

Cours sur les bases scientifiques de la radio-oncologie : principes et méthodes (en russe) — Slovaquie

Cours régional sur les fondements de l'assurance de la qualité clinique en radio-oncologie — Philippines

Cours régional sur les techniques modernes et la dosimétrie en curiethérapie — Égypte

Atelier régional sur les réseaux AIEA et ESTRO de vérification externe de la qualité en radiothérapie — Grèce

Cours interrégional sur la planification des traitements en radiothérapie à l'aide de systèmes ROCS™ — Lituanie

Cours interrégional sur les procédures d'étalonnage et l'assurance de la qualité dans les laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie — Cuba

Atelier régional sur les méthodes harmonisées d'étalonnage des faisceaux en radiothérapie externe (AFRA) — Maroc

Cours régional sur l'application de la chimométrie et des statistiques à l'évaluation des données sur les particules en suspension dans l'air et des analyses d'échantillons d'aérosols au noir de carbone — Indonésie

Cours régional pour l'Asie et le Pacifique sur les applications des techniques isotopiques en nutrition humaine portant plus particulièrement sur les programmes relatifs aux micro-éléments nutritifs — Thaïlande

Cours sur l'assurance de la qualité — Autriche

Atelier régional sur le prélèvement et la préparation d'échantillons — Brésil

Cours national sur l'utilisation d'isotopes en nutrition humaine — Égypte

Atelier sur les méthodes efficaces d'évaluation des incertitudes en chimie analytique — Finlande

Détermination de radionucléides dans des échantillons d'aliments et de l'environnement — Japon

Atelier sur les étalons, les comparaisons interlaboratoires et les évaluations de performance pour la spectrométrie de masse des faibles activités et de l'environnement — États-Unis

Atelier sur les laboratoires mobiles de radiologie — Ukraine

### Environnement marin, ressources en eau et industrie

Atelier d'évaluation sur la mise au point de modèles hydrologiques — Viet Nam

Atelier régional sur l'interprétation des données isotopiques et leur intégration aux modèles de sites — Afrique du Sud

-----

## Tableau A26. COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999 (suite)

- Cours régional sur les techniques de gestion des bassins de retenue — Philippines
- Atelier sur l'évaluation du transfert de technologie pour la mise en valeur des ressources géothermiques — Indonésie
- Cours régional sur les techniques de corrélation croisée des mesures du débit dans les systèmes multiphasés — Malaisie
- Cours régional sur les applications des radiotraceurs et des sources scellées dans l'industrie pétrolière — Inde
- Atelier régional sur les applications industrielles de la technologie des traceurs et des systèmes de contrôle nucléaire — Venezuela
- Cours régional sur les examens de niveau 3 dans les méthodes d'examen des surfaces (essais par pénétration et essais par particules magnétiques) — Pakistan
- Cours régional et examen sur les essais radiographiques : niveau 2 — République islamique d'Iran
- Cours régional sur les essais non destructifs de structures en béton — Malaisie
- Cours régional sur l'inspection en service par essais non destructifs dans l'industrie — Arabie Saoudite
- Cours régional et examen sur les essais par ultrasons: niveau 2 — République Arabe Syrienne
- Cours régional sur la radiosynthèse de matériaux biologiques — Australie
- Cours régional sur la mise en valeur de déchets agricoles par radiotraitement — Malaisie
- Cours régional sur la production et la stérilisation de tissus biologiques — Algérie
- Cours régional sur le radiotraitement d'eaux usées industrielles et municipales — Autriche
- Cours régional sur la production et le contrôle de radiopharmaceutiques — Arabie Saoudite
- Atelier régional sur l'assurance de la qualité dans la production et le contrôle de capsules thérapeutiques à l'iode 131 — Viet Nam
- Atelier régional sur l'assurance de la qualité dans la production et le contrôle de radiopharmaceutiques thérapeutiques — République de Corée
- Atelier régional sur les bonnes pratiques de fabrication pour la production de générateurs de technétium 99m — Chine
- Cours sur la production et l'évaluation de tubes recouverts d'anticorps utilisés en radio-immunodosage et en radio-immunométrie — Grèce
- Atelier régional sur l'assurance de la qualité dans la production de sources de curiethérapie au cobalt 60 — Inde
- Cours régional sur la formation de vérificateurs des laboratoires nucléaires d'analyse — Bolivie
- Cours régional sur l'étalonnage et la métrologie en analyse nucléaire — Chili
- Réunions de groupes de travail pour la préparation d'un programme d'harmonisation des procédures d'assurance de la qualité en radiopharmacie — Cuba; Argentine
- Cours régional sur la préparation et le contrôle de la qualité de l'iode 131 – MIBG en diagnostic et thérapie — Brésil
- Atelier régional sur la formation à l'assurance/contrôle de la qualité des techniques nucléaires d'analyse — Autriche

### Sciences physiques et chimiques

- Cours régional sur la maintenance, la réparation et l'étalonnage des électromètres et des chambres d'ionisation en Amérique latine — Brésil
- Cours régional sur l'alimentation électrique — Malaisie
- Cours régional sur la détermination des pannes d'instruments nucléaires — Indonésie
- Formation collective de boursiers à la maintenance d'instruments de spectroscopie nucléaire — Laboratoires de l'Agence, Seibersdorf
- Atelier national pour spécialistes de l'environnement — Ghana
- Cours national sur le conditionnement du courant et la mise à la terre — Zambie
- Atelier régional sur la gestion des installations de réacteurs de recherche — Égypte

### Sûreté nucléaire

- Cours interrégional sur l'homologation environnementale des équipements importants pour la sûreté des centrales nucléaires — Espagne

## Tableau A26. COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999 (suite)

- Cours régional sur le contrôle réglementaire des centrales nucléaires — Royaume-Uni
- Cours régional : cours professionnel de base sur la sûreté nucléaire — France
- Cours régional de formation d'instructeurs à la sûreté nucléaire, y compris l'utilisation de simulateurs pour la formation du personnel technique des centrales nucléaires — Slovénie
- Cours avancé sur les techniques de modélisation pour les études probabilistes de sûreté (EPS), y compris l'analyse de la fiabilité humaine, les défaillances de cause commune, les EPS de niveau 2 concernant les arrêts et un aperçu des applications des EPS — Espagne
- Avantages que retirent le producteur et l'organisme de réglementation d'examen périodiques de la sûreté — Hongrie
- Évaluation de la sûreté des modifications de centrales, l'accent étant mis sur la modernisation du contrôle-commande et les problèmes d'interface homme-machine — Slovénie
- Élaboration et validation de procédures d'exploitation d'urgence pour une prévention et une atténuation efficaces de l'endommagement grave du cœur — Slovaquie
- Extension du cycle de vie des centrales nucléaires (maintenance directe, optimisation de la maintenance, inspection en service, applicabilité des spécifications techniques) — Slovénie
- Problèmes de sûreté des réacteurs RBMK — Lituanie
- Application de méthodes sélectionnées d'analyse des événements à des événements survenus dans des centrales nucléaires — Slovaquie
- Interface producteur-organisme de réglementation pour la sûreté des centrales nucléaires — Allemagne
- Gestion de la sûreté et de la culture de sûreté — Bulgarie
- Amélioration de la sûreté d'exploitation — Slovénie
- Expérience des organismes de réglementation en matière d'introduction de techniques informatiques avancées dans les systèmes de sûreté des centrales nucléaires — Slovénie
- Forum sur l'analyse de sûreté des réacteurs VVER et RBMK — Fédération de Russie
- Atelier sur l'examen par l'organisme de réglementation de la performance des titulaires d'autorisations en matière de sûreté — Espagne
- Cours sur la formation sur simulateur — République de Corée
- Cours sur les équipements mécaniques — République de Corée
- Cours sur les générateurs de vapeur — République de Corée
- Atelier sur l'autorisation des modifications — Slovénie
- Atelier sur la coopération entre l'organisme de réglementation et les autres organismes participant au processus d'autorisation — République tchèque
- Cours sur la gestion des ressources humaines portant plus particulièrement sur la formation et l'habilitation — République de Corée
- Cours sur les essais de mise en service et la gestion de projets — Chine
- Cours sur l'application du manuel de référence pour la coopération technique en Asie à la formation en cascade, notamment dans le domaine de la maintenance — République de Corée
- Cours sur des indicateurs de sûreté propres aux centrales pour le suivi de la performance en matière de sûreté d'exploitation — Chine, Inde, Pakistan
- Cours sur l'auto-évaluation et les examens par des confrères — Chine
- Cours sur les méthodes de détection, de correction et de prévention des erreurs humaines — Inde
- Cours sur la formation théorique et pratique à la sûreté — République de Corée
- Cours sur le vieillissement et la prolongation de la durée de vie des centrales — République de Corée

### Sûreté radiologique

- Cours professionnel régional de base sur la radioprotection — République Arabe Syrienne
- Atelier régional sur la notification, l'autorisation, l'inspection et les mesures d'exécution — France
- Atelier régional sur la mise en place de services nationaux de surveillance individuelle externe portant plus particulièrement sur la dosimétrie par thermoluminescence, l'exploitation et la gestion — Côte d'Ivoire
- Atelier régional sur la radioprotection et l'assurance de la qualité en radiologie diagnostique — Ghana
-

## Tableau A26. COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999 (suite)

Cours universitaire supérieur régional sur la radioprotection — Afrique du Sud

Exercice d'intervention en cas d'urgence pour un réacteur de recherche — Australie

Atelier régional (RCA) sur la radioprotection et l'assurance de la qualité, y compris l'optimisation de la dose collective résultant de la radiologie diagnostique — Malaisie

Atelier régional (RCA) sur la radioprotection professionnelle — Australie

Cours régional (RCA) sur la sûreté radiologique en radiographie industrielle — Indonésie

Atelier régional (RCA) sur les recommandations actuelles de la CIPR et les normes de l'AIEA — Inde

Formation collective à la conception, l'application et la gestion de programmes de protection et de sûreté radiologiques en radiographie industrielle — Malaisie

Atelier national sur la radioprotection en radiologie diagnostique, radiothérapie et médecine nucléaire — Myanmar

Atelier national sur la radioprotection et l'assurance de la qualité en radiologie diagnostique — Autriche

Formation collective à l'utilisation et à la maintenance du lecteur de dosimètres thermoluminescents Harshaw — Allemagne

Formation collective à la radioprotection et à l'assurance de la qualité en radiologie diagnostique — Royaume-Uni

Formation collective à la radioprotection et à l'assurance de la qualité en radiothérapie — Belgique

Cours sur la sûreté du transport de déchets radioactifs — République Arabe Syrienne

Cours professionnel régional de base sur la radioprotection — République Arabe Syrienne

Cours régional sur l'optimisation de la radioprotection dans la conception et l'exploitation des centrales nucléaires — Fédération de Russie

Cours régional de formation d'instructeurs sur l'état de préparation et l'assistance médicales en cas d'accident radiologique — République tchèque

Cours régional sur l'état de préparation médicale et l'assistance médicale d'urgence en cas d'accident nucléaire et radiologique : Écho 1 — Hongrie

Cours régional sur la biodosimétrie et le diagnostic des effets sanitaires d'une exposition aux rayonnements ionisants — Turquie

Cours régional de formation d'instructeurs sur les stratégies et les procédures de surveillance, l'établissement de rapports et la transmission des données (en anglais) — Ukraine

Cours régional de formation d'instructeurs sur les stratégies et les procédures de surveillance, l'établissement de rapports et la transmission des données (en russe) — Ukraine

Cours régional de formation d'instructeurs sur l'état de préparation aux situations d'urgence radiologique (en anglais) — Slovénie

Cours régional de formation d'instructeurs sur l'état de préparation aux situations d'urgence radiologique (en russe) — Fédération de Russie

Cours régional sur l'évaluation et l'inspection de la sûreté dans les installations médicales, industrielles et de recherche — Lituanie

Cours régional sur la protection et la sûreté radiologiques en médecine — Bélarus

Cours régional sur la conception, l'application et la gestion de programmes de surveillance radiologique individuelle — République tchèque

Cours régional de base sur la radioprotection — Fédération de Russie

Cours national sur la radioprotection pour responsables de la radioprotection — L'ex-République yougoslave de Macédoine

Cours national sur la radioprotection dans la pratique médicale — République de Moldova

Cours national sur la radioprotection et l'assurance de la qualité en médecine — Lettonie

Cours régional pour le personnel des organismes de réglementation sur le contrôle des pratiques médicales en radiothérapie — Mexique

Atelier régional sur la radioprotection et le contrôle réglementaire dans les applications industrielles des sources de rayonnements — Chili

Deuxième comparaison interlaboratoires sur la surveillance radiologique individuelle et atelier sur la dosimétrie individuelle externe — Guatemala

---

## Tableau A26. COURS, SÉMINAIRES ET ATELIERS EN 1999 (suite)

Cours national sur l'état de préparation et l'intervention en cas d'urgence pour des organismes nationaux panaméens — Panama

Cours national sur les aspects médicaux des accidents radiologiques — Argentine

Cours régional sur la radioprotection en diagnostic aux rayons X — Brésil

Cours régional sur la radioprotection et la sûreté nucléaire — Argentine

Cours régional sur la sûreté du transport des matières radioactives — Argentine

### Sûreté des déchets radioactifs

Atelier régional (RCA) sur la surveillance radiologique de l'environnement et la base de données régionale — République de Corée

Cours régional de base sur la sûreté des déchets radioactifs — République de Moldova

Atelier de formation d'instructeurs sur la décontamination de villages contaminés — Bélarus

Cours régional sur la protection physique des installations et matières nucléaires — République tchèque

### Garanties

Cours international sur les systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires — États-Unis

Séminaire sur les garanties de l'AIEA au XXI<sup>e</sup> siècle — République de Corée

Atelier de familiarisation avec les activités de l'AIEA et les techniques de mesure par analyse non destructive — Bélarus; Ouzbékistan

Atelier pour les inspecteurs de l'ABACC sur le matériel et les procédures de confinement et de surveillance — Brésil; Argentine

### Sécurité des matières

Atelier international commun LANL/AIEA sur la surveillance radiologique — États-Unis

Groupe de travail sur la formation du Comité de coordination interorganisations — Autriche

Atelier sur l'application des garanties de l'AIEA — Autriche

Cours commun AIEA/OMD/INTERPOL pour enquêteurs des douanes et de la police sur la lutte contre la contrebande de matières nucléaires et autres matières radioactives — Autriche; Malte

Exercice d'évaluation du Groupe d'experts de la non-prolifération nucléaire — Autriche

Atelier régional sur la base de données sur le trafic illicite — Kazakhstan

Atelier sur la menace de référence — République tchèque

Atelier sur la comptabilité et le contrôle des matières nucléaires — Autriche

Atelier régional sur la protection physique des matières et des installations nucléaires — Chypre

Cours international sur la protection physique — États-Unis

## Tableau A27. PUBLICATIONS PARUES EN 1999

### Énergie d'origine nucléaire

- Nuclear power reactors in the world — Collection Données de référence n° 2
- Operating experience with nuclear power stations in Member States in 1998 (13<sup>e</sup> édition) — Publication annuelle
- Verification and validation of software related to nuclear power plant instrumentation and control — Collection Rapports techniques n° 384
- Modern instrumentation and control for nuclear power plants: A Guidebook — Collection Rapports techniques n° 387
- World survey on nuclear power plant personnel training — IAEA-TECDOC-1063
- Specification of requirements for upgrades using digital instrument and control systems — IAEA-TECDOC-1066
- Technical support for nuclear power operations — IAEA-TECDOC-1078
- Quality assurance within regulatory bodies — IAEA-TECDOC-1090
- The impact of the year 2000 issue on electricity grid performance and nuclear power plant operation in Bulgaria, the Russian Federation and Slovakia — IAEA-TECDOC-1095
- Evaluating and improving nuclear power plant performance — IAEA-TECDOC-1098
- Management of delayed nuclear power projects — IAEA-TECDOC-1110
- Strategies for competitive nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1123

### Cycle du combustible nucléaire et technologie des déchets

- Hydrogeological investigation of sites for the geological disposal of radioactive waste — Collection Rapports techniques n° 391
- State of the art technology for decontamination and dismantling of nuclear facilities — Collection Rapports techniques n° 395
- Hydrogeological investigations of sites for geological disposal of radioactive waste — IAEA-TECDOC-931
- Remote technology in spent fuel management — IAEA-TECDOC-1061
- Procedures and techniques for the management of experimental fuels from research and test reactors — IAEA-TECDOC-1080
- Spent fuel storage and transport cask decontamination and modification — IAEA-TECDOC-1081
- Potential vulnerabilities of nuclear fuel cycle facilities to the year 2000 (Y2K) issue and measures to address them — IAEA-TECDOC-1087
- Technologies for the remediation of radioactively contaminated sites — IAEA-TECDOC-1086
- Technical options for the remediation of contaminated groundwaters — IAEA-TECDOC-1088
- Storage of spent fuel from power reactors: Proceedings of a symposium — IAEA-TECDOC-1089
- Maintenance of records for radioactive waste disposal — IAEA-TECDOC-1097
- Review of the factors affecting the selection and implementation of waste management technologies — IAEA-TECDOC-1096
- Survey of wet and dry spent fuel storage — IAEA-TECDOC-1100
- Status and trends in spent fuel reprocessing — IAEA-TECDOC-1103
- Minimization of waste from uranium purification, enrichment and fuel fabrication — IAEA-TECDOC-1115
- Use of natural analogues to support radionuclide transport models for deep geological repositories for long lived radioactive wastes — IAEA-TECDOC-1109
- Compliance monitoring for remediated sites — IAEA-TECDOC-1118
- On-site disposal as a decommissioning strategy — IAEA-TECDOC-1124
- Water chemistry and corrosion control of cladding and primary circuit components — IAEA-TECDOC-1128
- Nuclear decommissioning: A proposed standardized list of items for costing purposes

### Évaluation comparative des sources d'énergie

- Strategies for competitive nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1123
- Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2020, édition de juillet 1999 — Collection Données de référence no 1

## Tableau A27. PUBLICATIONS PARUES EN 1999 (suite)

### Alimentation et agriculture

- Soils newsletter, Vol. 22, Nos 1 et 2
- Mutation breeding newsletter No. 44
- Mutation breeding review No. 11
- Animal production and health newsletter Nos 30 and 31.
- Insect and pest control newsletter Nos 53 and 54
- Plant breeding and genetics newsletter Nos 3 and 4
- Nuclear based technologies for estimating microbial protein supply in ruminant livestock — IAEA-TECDOC-1093
- Development of feed supplementation strategies for improving the productivity of dairy cattle on smallholder farms in Africa — IAEA-TECDOC-1102
- The South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wied.): Advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies — IAEA-TECDOC-1064
- Development of a female medfly attractant system for trapping and sterility assessment — IAEA-TECDOC-1099
- Product quality control, irradiation and shipping procedures for mass-reared tephritid fruit flies for sterile insect release programmes
- Irradiation as a quarantine treatment of arthropod pests — IAEA-TECDOC-1082
- Use of nuclear and related techniques in studies of agroecological effects resulting from the use of persistent pesticides in Central America — IAEA-TECDOC-1116
- Facts about food irradiation (2<sup>e</sup> édition), ICGFI
- Safeguarding our harvest, ICGFI
- Irradiation and trade in food and agricultural commodities, ICGFI
- Enhancing food safety through irradiation, ICGFI
- Consumer attitudes and marketing response to irradiated food, ICGFI
- The safety of poultry meat: from farm to table, ICGFI

### Santé humaine

- Handbook for mould room for teletherapy — IAEA-PRTM-4
- Techniques for high dose dosimetry in industry, agriculture and medicine. Proceedings of an international symposium — IAEA-TECDOC-1070
- Calibration of brachytherapy sources: guidelines on standardized procedures for the calibration of brachytherapy sources at Secondary Standard Dosimetry Laboratories (SSDLs) and hospitals — IAEA-TECDOC-1079
- SSDL network charter: IAEA/WHO network of Secondary Standard Dosimetry Laboratories — IAEA/WHO/SSDL/99
- SSDL newsletter Nos 40, 41

### Environnement marin, ressources en eau et industrie

- Nuclear geophysics and its applications — Collection Rapports techniques n° 393
- Stability and stabilization of polymers under irradiation — IAEA-TECDOC-1062
- Production technologies for molybdenum-99 and technetium-99m — IAEA-TECDOC-1065
- Characterization of ceramics and semiconductors using nuclear techniques — IAEA-TECDOC-1069
- Optimization of production and quality control of therapeutic radionuclides and radiopharmaceuticals — IAEA-TECDOC-1114
- NDT: A guidebook for industrial management and quality control personnel — Collection Cours de formation n° 9
- Ultrasonic testing of materials at Level 2 — Collection Cours de formation n° 10

### Sciences physiques et chimiques

- 17th IAEA Fusion Energy Conference — Collection Comptes rendus
- Nuclear Fusion, Vol.39, Yokohama Special Issues 1 and 2 (selected papers from the 17th IAEA Fusion Energy Conference)
- Nuclear Fusion Vol. 39, No. 12, "ITER Physics Basis
- Environmental and industrial applications of nuclear analytical techniques — IAEA-TECDOC-1121
-

## Tableau A27. PUBLICATIONS PARUES EN 1999 (suite)

Intercomparison of alpha particle spectrometry software packages (with the companion diskette containing the set of test spectra and programs used for analysis) — IAEA-TECDOC-1104

ITER Newsletter

ITER Final Design Report, Cost Review and Safety Analysis (FDR) and Relevant Documents — ITER EDA Documentation Series No. 14

ITER Council Proceedings 1998 — ITER EDA Documentation Series No. 15

### Sûreté nucléaire

Topical issues in nuclear, radiation and radioactive waste safety — Collection Comptes rendus

Implementation and review of a nuclear power plant ageing management programme — Collection Rapports de sûreté n° 15

Health and environmental impacts of electricity generation systems: Procedures for comparative assessment — Collection Rapports techniques n° 394

Light water reactor generic safety issues database (LWRGSIDB). User's manual — IAEA-CMS-13

RBMK fuel channel integrity — IAEA-EBP-RBMK-05

Anticipated transients without scram for WWER reactors — IAEA-EBP-WWER-12

Final report of the programme on the safety of WWER and RBMK nuclear power plants — IAEA-EBP-WWER-15

AMAT guidelines. Reference document for the IAEA Ageing Management Assessment Teams (AMATs) — IAEA-SVS-04

DSRS guidelines. Reference document for the IAEA Design Safety Review Services — IAEA-SVS-05

Achieving year 2000 readiness: Basic processes — IAEA-TECDOC-1072

A framework for a quality assurance programme for PSA — IAEA-TECDOC-1101

Living probabilistic safety assessment (LPSA) — IAEA-TECDOC-1106

Root cause analysis for fire events at nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1112

Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety: PWR vessel internals — IAEA-TECDOC-1119

Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety: PWR pressure vessels — IAEA-TECDOC-1120

Self-assessment of operational safety for nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1125

A simplified approach to estimating reference source terms for LWR designs — IAEA-TECDOC-1127

### Sûreté radiologique

Safety of radiation sources and security of radioactive materials — Collection Comptes rendus

Radiation protection and safety in industrial radiography — Collection Rapports de sûreté n° 13

Assessment of doses to the public from ingested radionuclides — Collection Rapports de sûreté n° 14

Occupational radiation protection — Collection Normes de sûreté RS-G-1.1

Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides — Collection Normes de sûreté RS-G-1.2

Assessment of occupational exposure due to external sources of radiation — Collection Normes de sûreté RS-G-1.3

National competent authorities responsible for approvals and authorizations in respect of the transport of radioactive material - List No. 30 (1999 edition) — IAEA-NCAL-30

Organization and implementation of a national regulatory infrastructure governing protection against ionizing radiation and the safety of radiation sources — IAEA-TECDOC-1067

Intercomparison and biokinetic model validation of radionuclide intake assessment — IAEA-TECDOC-1071

Safety measures to address the year 2000 issue at medical facilities which use radiation generators and radioactive materials — IAEA-TECDOC-1074

Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency — IAEA-TECDOC-1092

Directory of national competent authorities' approval certificates for package design, special form material and shipment of radioactive material. 1999 Edition — IAEA-TECDOC-1107

## Tableau A27. PUBLICATIONS PARUES EN 1999 (suite)

Report of the international workshop on safety measures to address the year 2000 issue at medical facilities which use radiation generators and radioactive materials — IAEA-TECDOC-1108

Safety assessment plans for authorization and inspection of radiation sources — IAEA-TECDOC-1113

Intercomparison for individual monitoring of external exposure from photon radiation — IAEA-TECDOC-1126

Report on the preliminary fact finding mission following the accident at the nuclear fuel processing facility in Tokaimura, Japan — IAEA-TOAC

### Sûreté des déchets radioactifs

Safety assessment for near surface disposal of radioactive waste — Collection Normes de sûreté WS-G-1.1

Decommissioning of nuclear power plants and research reactors — Collection Normes de sûreté WS-G-2.1

Decommissioning of medical, industrial and research facilities — Collection Normes de sûreté WS-G-2.2

Near surface disposal of radioactive waste — Collection Normes de sûreté WS-R-1

Application of radiological exclusion and exemption principles to sea disposal — IAEA-TECDOC-1068

Safety measures to address the year 2000 issue at radioactive waste management facilities — IAEA-TECDOC-1073

Critical groups and biospheres in the context of radioactive waste disposal — IAEA-TECDOC-1077

Protection of the environment from the effects of ionizing radiation — IAEA-TECDOC-1091

Inventory of radioactive waste disposals at sea — IAEA-TECDOC-1105

Report of the international workshop on safety measures to address the year 2000 issue at radioactive waste management and nuclear fuel cycle facilities — IAEA-TECDOC-1111

### Coordination des activités relatives à la sûreté

The safe management of sources of radiation: Principles and strategies — Collection INSAG n° 11

Basic safety principles for nuclear power plants 75-INSAG-3 Rev. 1 — Collection INSAG n° 12

Management of operational safety in nuclear power plants — Collection INSAG n° 13

Safe management of the operating lifetimes of nuclear power plants — Collection INSAG n° 14

Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour l'année 1998 — IAEA/NSR/1998

Regulation of the life cycle of nuclear installations — IAEA-PDRP-3

Assessment of regulatory effectiveness — IAEA-PDRP-4

Communications on nuclear, radiation, transport and waste safety: A practical handbook — IAEA-TECDOC-1076