

# DÉMONSTRATION DE SOLUTIONS PRATIQUES

## FORMATION À LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

SOPHIA MIAW, VILMOS FRIEDRICH,  
RUDOLF BURCL ET T. TREVOR EDWARDS

Il importe de plus en plus, dans le monde, de gérer les déchets radioactifs de manière sûre et rationnelle. Indépendamment de l'attitude de certains pays vis-à-vis du nucléaire, la nécessité de gérer en toute sûreté les déchets radioactifs accumulés et récemment produits est largement acceptée. La gestion des déchets radioactifs est l'un des facteurs qui déterminent la perception du nucléaire par le public.

Dans ce domaine, l'AIEA aide ses États Membres notamment en publiant des normes de sûreté et des documents technologiques qui se fondent sur des normes largement acceptées et des pratiques d'exploitation appropriées.

De nombreux pays créent actuellement des centres de traitement des déchets. Dans les pays qui utilisent l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité, ces centres serviront à une centrale ou à un groupe d'installations nucléaires. Si le pays n'exploite que quelques réacteurs sur un même site ou si l'exploitation de réacteurs de recherche et les applications des isotopes sont les seules sources de déchets radioactifs, une installation centralisée pour l'ensemble du pays peut être la solution idéale. Les pays moins avancés disposant de moyens et de programmes nucléaires

relativement limités demandent souvent à l'AIEA de les aider à mettre sur pied un centre unique de traitement des déchets.

Généralement, l'AIEA offre différents types d'assistance technique. Le plus souvent, l'aide consiste à fournir des informations vérifiées et techniquement fondées sous forme de documents, de missions d'experts et de formations. Parfois, les équipements et technologies nécessaires sont aussi livrés au pays. Souvent, néanmoins, ces efforts n'aboutissent pas au résultat escompté. Dans de nombreux pays en développement, l'absence d'expérience et des compétences requises pour exploiter correctement les installations disponibles pose un grave problème.

Consciente de ce fait, l'AIEA a décidé d'organiser pour les personnels participant directement à l'exploitation d'installations et/ou d'équipements de traitement des déchets radioactifs une formation de terrain systématique couvrant généralement l'exploitation des installations de traitement, les méthodes chimiques et radioanalytiques de caractérisation des déchets bruts et conditionnés, et le contrôle des opérations de traitement. La formation en groupe, qui facilite le partage

de données d'expérience et de pratiques appropriées, non seulement entre instructeurs et stagiaires, mais aussi entre stagiaires, est la méthode la plus efficace pour communiquer une expérience aux professionnels de la gestion des déchets.

### DÉMONSTRATIONS DE TERRAIN

En 1995, la Section de gestion des déchets de l'AIEA a institué des démonstrations des méthodes et procédures de gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif qui, depuis 1996, sont financées et mises en œuvre dans le cadre d'un projet modèle interrégional intitulé "Techniques viables de gestion des déchets radioactifs".

L'objectif est de démontrer au personnel chargé, dans les États Membres, de la gestion des déchets radioactifs certaines méthodes et procédures publiées dans des documents techniques de l'AIEA et largement acceptées au plan international. La démonstration complète la théorie par des travaux pratiques en situation réelle de

---

*Mme Miauw, M. Friedrich et M. Burcl travaillent à la Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA, et M. Edwards au Département de la coopération technique.*

## GESTION DES DÉCHETS : DÉMONSTRATIONS DE L'AIEA

Des étudiants de 50 pays ont participé à des démonstrations de méthodes et procédures de gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif organisées par l'AIEA. À ce jour, 13 démonstrations ont eu lieu en quatre endroits : Turquie, Chili, Philippines et Russie.

■ *En Turquie*, les participants provenaient des pays suivants : Albanie, Arabie Saoudite, Chypre, Géorgie, Ghana, Grèce, Iran, Jamaïque, Jordanie, L'ex-République yougoslave de Macédoine, Liban, Maroc, Moldova, Roumanie, Slovaquie, Soudan, Syrie, Tunisie et Turquie.

■ *Au Chili*, ils provenaient des pays suivants : Bolivie, Chili, Colombie, Costa Rica, Cuba, Équateur, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panama, Paraguay, Pérou, Uruguay et Venezuela.

■ *Aux Philippines*, ils provenaient des pays suivants : Bangladesh, Indonésie, Malaisie, Myanmar, Philippines, Singapour, Sri Lanka, Thaïlande et Viet Nam.

■ *En Russie*, ils provenaient des pays suivants : Arménie, Bélarus, Bulgarie, Estonie, Géorgie, Kazakhstan, Lettonie et Ouzbékistan.

gestion de déchets radioactifs. Le programme s'adresse de préférence aux États Membres qui doivent gérer de petites quantités de sources radioactives scellées retirées du service et des volumes limités de déchets solides et liquides de faible ou moyenne activité provenant de l'exploitation de réacteurs de recherche et d'applications médicales, industrielles et scientifiques des techniques nucléaires. La démonstration vise à améliorer un ou plusieurs aspects de l'exploitation des systèmes de gestion des déchets radioactifs pour satisfaire aux normes et critères internationalement acceptés.

Le projet a été mis en œuvre sur une base régionale, dans des installations de traitement et de stockage de déchets de pays ayant les mêmes problèmes que les pays visés, dans le but de montrer que les

déchets radioactifs peuvent être gérés en fonction des besoins réels, dans le cadre d'infrastructures données, sans poser de problème financier inutile ni nécessiter de techniques de pointe, mais dans le respect des normes et critères internationalement acceptés.

À ce jour, des démonstrations ont été organisées dans quatre installations : le Centre nucléaire de recherche et de formation Çekmece d'Istanbul (Turquie); le CEN Lo Aguirre de Santiago (Chili); l'Institut philippin de recherche nucléaire de Manille (Philippines); et l'Institut russe A. A. Bochvar de recherche sur les matières inorganiques en coopération avec l'Association scientifique et industrielle moscovite "RADON" de Sergiev Posad (Fédération de Russie).

En Turquie et aux Philippines, les démonstrations ont eu lieu en anglais; y ont participé des stagiaires d'Europe, d'Asie occidentale, d'Afrique et d'Asie orientale. Au Chili, la démonstration a eu lieu en espagnol, pour des participants d'Amérique latine. En Russie, les démonstrations ont eu lieu en russe, les participants provenant principalement de pays d'Europe orientale et de l'ex-URSS.

### Contenu technique et méthodologie de formation.

Le programme a pour principal objectif de fournir une expérience pratique de la gestion des déchets solides et liquides de faible activité et des sources scellées à courte période retirées du service. Les méthodes et techniques démontrées ont été choisies en fonction des besoins précis des participants et de leur pays. Relativement simples, elles sont internationalement reconnues comme étant sûres et économiques.

Le programme est structuré en modules, ce qui lui permet de répondre aux besoins des pays, d'ajouter d'autres méthodes et procédures et d'introduire les améliorations techniques les plus récentes. Le cycle de gestion est intégralement couvert : collecte des déchets au niveau des générateurs, séparation, traitement, stockage, enregistrement, assurance et contrôle de la qualité. Les questions connexes de radioprotection et de sûreté sont également abordées. En fonction des modules, les démonstrations durent deux à trois semaines.



Le nombre de participants à chaque démonstration est limité de façon que chaque personne puisse aborder le plus d'aspects possibles des exercices. L'expérience des démonstrations organisées à ce jour donne à penser que le nombre maximum de participants ne doit pas dépasser dix. Deux participants de trois à quatre pays sont généralement invités à une démonstration.

Chaque participant est supposé avoir une formation en radioprotection et une connaissance élémentaire des sciences et techniques nucléaires avant d'assister à une démonstration. Cette connaissance ne doit pas nécessairement provenir d'un enseignement universitaire. De nombreux techniciens possèdent une connaissance suffisante pour pouvoir tirer profit d'une démonstration.

Avant chaque démonstration, les participants se voient remettre un jeu de documents leur permettant d'acquérir une connaissance élémentaire des exercices à réaliser. Un jeu de formulaires d'enregistrement de mesures et de consignation est également remis. Parfois, l'expérience et les pratiques décrites dans les documents remis forment une base raisonnable d'application de procédures appropriées de gestion des déchets dans l'organisme d'origine des stagiaires.

La formation prend la forme de brèves conférences, d'exercices de classe et de travaux pratiques. L'accent est placé sur l'offre d'activités pratiques à tous les participants. Pour intensifier la participation et l'apprentissage, les démonstrations incluent des scénarios d'apprentissage par la résolution de problèmes faisant intervenir des équipements, des

techniques et des déchets radioactifs réels.

**Scénarios d'apprentissage par la résolution de problèmes et travaux pratiques.** Ces scénarios sont utiles pour guider les participants au fil des démonstrations. Les instructeurs évaluent simultanément les connaissances et le degré de compréhension des participants et modifient le scénario en conséquence pour optimiser la formation.

Le scénario standard commence par une brève présentation d'un problème ou d'une situation et par quelques observations concernant le site pour aiguïser l'intérêt des

*Photo : La formation de terrain au traitement des déchets radioactifs provenant d'applications nucléaires est soutenue par des projets de démonstration de l'AIEA*

*(Crédit : V. Friedrich/AIEA)*

participants. Il est ensuite demandé à ces derniers de répondre, individuellement ou en petits groupes, à une série de questions ayant pour but de les guider dans la réflexion souhaitée. À la fin de chaque leçon, l'instructeur anime une discussion sur diverses questions techniques en veillant à combler les lacunes des participants. Cette méthode d'apprentissage actif permet de communiquer efficacement des informations conceptuelles élémentaires et complexes.

Dans le scénario sur la gestion des sources scellées retirées du service, par exemple, on commence par demander aux participants d'analyser les risques radiologiques et modes d'exposition potentiels pour s'assurer que ces questions fondamentales soient abordées. D'autres questions permettent d'identifier les points à prendre en compte pour manipuler et traiter sûrement et efficacement les déchets en question. Ces questions ont généralement trait à la teneur isotopique, à l'activité et à la forme physique d'une source scellée retirée du service; pour réaliser l'exercice, les participants doivent procéder à des estimations/calculs et à des mesures.

Pour améliorer l'aptitude à la prise de décisions et l'indépendance des stagiaires, chaque participant doit consigner son scénario individuellement sur une fiche spéciale. L'instructeur s'efforce ensuite d'associer chaque participant à la discussion de groupe et de susciter des solutions/réponses correctes. Les informations requises sont

ensuite obtenues par les participants sous la supervision directe de l'instructeur et l'apprentissage se poursuit jusqu'à la fin de l'exercice.

Beaucoup de temps est consacré aux exercices de terrain, qui permettent à chaque participant de recevoir, d'identifier, de caractériser, de traiter ou de placer en stockage des déchets radioactifs réels dans un contexte supervisé mais opérationnel. On recense alors les erreurs, les problèmes et les lacunes rencontrés. Sont également abordées des questions connexes telles que l'utilisation d'équipements de protection personnelle, la dosimétrie et la surveillance radiologique. L'établissement de la documentation nécessaire à chaque procédure est considéré comme faisant partie de l'exercice. À la fin du cours, chaque participant possède, pour référence ultérieure, un jeu complet de descriptifs et de fiches documentant toutes les activités menées pendant le cours.

**Principaux résultats.** À ce jour, 13 démonstrations ont eu lieu : 5 en Turquie, 4 au Chili, 2 aux Philippines et 2 en Russie. Fin 2000, plus de 100 participants de 50 pays avaient assisté à des démonstrations. D'après les informations disponibles, la majorité d'entre eux travaillent toujours à la gestion de déchets ou dans des organismes nationaux de réglementation. Plusieurs des participants sont restés en rapport avec l'AIEA, offrant des conseils techniques sur la gestion des déchets ou contribuant à certaines activités de l'Agence.

Plusieurs participants ont utilisé les connaissances et compétences acquises dans des projets nationaux, en particulier la création de centres de traitement de déchets. Ils sont souvent un moyen efficace de communication entre l'AIEA et les États Membres. Plusieurs projets nationaux de coopération technique bénéfiques pour les pays ont été entrepris par d'anciens participants à des démonstrations.

On s'emploie actuellement à développer le champ et la méthodologie des démonstrations. On prévoit notamment d'introduire une version améliorée d'un cours plaçant l'accent sur la maîtrise et le contrôle de la qualité de la gestion des déchets radioactifs.

## ANALYSE ET CONTRÔLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Parallèlement à la démonstration de méthodes et procédures de traitement avant stockage définitif, l'AIEA offre également une formation au contrôle et à la caractérisation des déchets radioactifs.

Une solide connaissance des caractéristiques des déchets bruts est essentielle pour choisir le traitement approprié. Les caractéristiques des déchets conditionnés sont également importantes, surtout pour pouvoir déclarer des colis conformes aux critères de stockage/stockage définitif.

La teneur en radionucléides d'autres effluents des installations nucléaires doit aussi être soigneusement contrôlée. Il s'agit généralement de rejets qui

peuvent avoir un effet néfaste sur l'environnement et la population.

Aucune technique ne peut à elle seule satisfaire toutes ces exigences. La spectrométrie gamma couramment utilisée n'a pas les moyens de répondre aux attentes et aux exigences croissantes des organismes de réglementation. Des méthodes plus complexes – spectrométrie alpha, comptage alpha-bêta de faible activité, scintillation liquide – sont nécessaires pour obtenir les informations requises. Ces méthodes dépendent à la fois des instruments utilisés et des connaissances et compétences du personnel chargé de la préparation radiochimique des échantillons à mesurer.

L'AIEA a adopté une démarche systématique pour améliorer la capacité de certains laboratoires d'analyse – en organisant par exemple des tests d'intercomparaison – afin de fournir des données de radioanalyse correctes et vérifiées. Pour diverses raisons, cependant, seul un nombre limité de laboratoires de pays en développement a pu participer à ces exercices. De récentes missions d'experts ont montré qu'avec les instruments existants la plupart des laboratoires ne peuvent pas effectuer de "mesures préalables" correctes et vérifiées permettant d'obtenir des résultats fiables. Les laboratoires n'ayant ni l'expérience ni les compétences requises pour préparer les échantillons, les analyses ne sont souvent effectuées que de façon formelle, sans garantie d'exactitude.

Dans certains pays, du fait de l'absence de moyens

appropriés de radioanalyse, on a même abaissé certains critères essentiels applicables aux exploitants de centrales nucléaires et/ou producteurs de déchets, ce qui risque d'avoir des conséquences néfastes et irréversibles.

Pour aider les pays à améliorer leurs moyens d'analyse pour la gestion des déchets, l'AIEA propose une formation pratique à divers personnels – employés de laboratoires d'analyse radiochimique des déchets et de laboratoires de contrôle d'installations nucléaires.

**Teneur et portée de la formation.** La teneur technique et la portée de cette formation reposent sur l'analyse approfondie de la situation des pays visés, afin de répondre à leurs besoins. Le programme est adapté aux équipements disponibles sur place et fournis par l'Agence.

Les cours s'étalent sur deux mois, en fonction des connaissances et compétences à acquérir. Les stagiaires sont soigneusement sélectionnés sur dossier soumis à l'AIEA par des pays participant à des projets de coopération technique. Dans tous les cas, l'AIEA tient compte de l'avis émis par ses experts quant au candidat ou à son lieu de travail.

La formation comprend deux volets. Le premier, largement axé sur les aspects théoriques et l'apprentissage des compétences élémentaires d'analyse radiochimique, comprend des conférences et des exercices de laboratoire supervisés par des instructeurs expérimentés. Le second volet est principalement axé sur l'apprentissage pratique de

diverses techniques radiochimiques dans des laboratoires opérationnels à l'aide d'échantillons de déchets réels et d'autres matériels que les participants risquent de rencontrer dans la pratique. Sont également décrits certains types d'installations nucléaires ainsi que l'organisation, l'exploitation, la sûreté et la gestion des laboratoires.

Sont également enseignés la tenue de registres et l'assurance de la qualité. Les participants apprennent en outre à rédiger des manuels d'exploitation pour leurs laboratoires et à établir des procédures d'analyse pour chaque détermination. Il leur est également remis un jeu de documents de base qui les aidera à concevoir et à entreprendre des travaux dans leur laboratoire.

L'AIEA a lancé cette formation début 2001, organisant en République tchèque un cours pour sept participants originaires de trois pays. Les résultats seront évalués dans l'optique de la poursuite du programme.

À ce jour, l'expérience de l'AIEA a montré que les démonstrations et autres formations pratiques sont efficaces pour transmettre des connaissances techniques concernant la gestion sûre et rationnelle des déchets radioactifs. Cette formation de groupe permet en particulier aux participants de partager des données d'expérience et de nouer des contacts de travail entre eux, avec les instructeurs et les chargés de cours – atouts considérables pour les États désireux d'améliorer la gestion des déchets radioactifs. □