

Les transferts de technologie pour la gestion des déchets radioactifs: Adapter l'approche

Pour répondre à de multiples besoins spécifiques, l'AIEA a mis au point des emballages et des outils normalisés

par Donald Saire,
Curt Bergman,
Candace Chan,
et Vladimir
Tsyplenkov

La plupart des pays du monde n'ont pas de centrale nucléaire. C'est le cas d'environ 75% des 121 Etats Membres de l'AIEA. Ils exploitent la technologie nucléaire essentiellement pour la recherche, et à des fins médicales, industrielles et autres. Au niveau de la gestion des déchets radioactifs, cette grande variété d'applications ainsi que la situation de l'infrastructure et le degré de développement de chaque pays créent un certain nombre de problèmes.

Grâce à son programme de gestion des déchets radioactifs, l'AIEA peut fournir à ces pays une assistance comportant un transfert direct et indirect de divers types de technologie et de service. L'intention est d'aider effectivement les pays à protéger la santé humaine et l'environnement, dans le présent et dans l'avenir, contre le danger radiologique que présentent les déchets radioactifs. La diversité des besoins et des intérêts nationaux se retrouve dans le programme de l'AIEA qui comprend des projets de transferts de technologie spécialement adaptés pour répondre à des nécessités spécifiques. Le présent article passe en revue les principaux éléments et les stratégies de ce programme.

Définir les besoins et les stratégies

Pour se faire une meilleure idée du profil général des divers pays, l'AIEA a mis au point une classification intérieure qui groupe les pays selon le type et la quantité des déchets radioactifs qu'ils produisent

M. Saire est chef de la Section de la gestion des déchets, Division du cycle du combustible nucléaire et de la gestion des déchets, AIEA; M. Bergman, Mme Chan et M. Tsyplenkov sont membres de cette section.

(voir le tableau et les encadrés, page 48). Pour résoudre leurs problèmes particuliers, les pays ont besoin d'un ensemble de moyens qui ont été clairement définis par le Programme consultatif de l'Agence pour la gestion des déchets (WAMAP) et diverses missions d'experts.

A l'heure actuelle, seuls quelques pays en développement sont en mesure de satisfaire à toutes les exigences d'une bonne gestion des déchets. La plupart des autres, ou bien ne s'y conforment pas, ou ne le font qu'à moitié. Ce que doivent faire ces pays, c'est créer une infrastructure complète à cette fin, comprenant un cadre juridique, un organisme de réglementation, des services opérationnels, des ressources et un personnel qualifié. Le programme de Normes de sûreté de l'AIEA pour les déchets radioactifs est l'expression concrète d'un consensus international dans le domaine qui nous occupe.

A l'aide de tous ses programmes sur la gestion des déchets radioactifs, l'AIEA s'efforce d'amener tous les pays à un degré minimal de conformité et à mettre en place les éléments nécessaires au maintien d'un système. Cette opération demandera beaucoup de temps mais permettra d'atteindre un niveau de sûreté satisfaisant pour les travailleurs et le grand public.

Dans le passé, il allait de soi que l'assistance consistât à transférer des techniques de gestion des déchets déjà éprouvées dans les pays industriels. S'il est vrai qu'une bonne compétence technique est très importante, l'expérience a montré qu'elle ne suffit pas, car la technologie n'est qu'une des composantes indispensables de l'infrastructure requise. Elle ne peut se maintenir et s'appliquer sans l'appui des autres éléments de cette infrastructure. Même si l'AIEA n'a pas l'autorité ou la responsabilité juridique de s'assurer qu'un pays dispose d'une infrastructure suffisante, elle en a l'obligation morale —

en particulier lorsque c'est elle qui fournit la technologie, le matériel ou les matières nucléaires.

Stratégie de l'AIEA pour les transferts de technologie

Maintes demandes adressées par des pays en développement pour obtenir une assistance technique en gestion des déchets radioactifs ont la même teneur et les mêmes objectifs. Les volumes caractéristiques et niveaux d'activité des déchets produits ou prévus sont aussi très souvent analogues.

De ce fait, la stratégie de l'AIEA consiste à fournir une assistance technique sous forme d'offres globales normalisées comportant des plans d'installations centrales de gestion des déchets, ainsi que des accessoires, des techniques et des pratiques facilement adaptables aux besoins de chaque pays, par exemple:

- le répertoire des sources radioactives scellées (SRS);
- un plan d'installation pour sources scellées épuisées (ISSE);
- un plan d'installation centrale de traitement et de stockage des déchets (ITSD);
- une collection de manuels techniques sur le traitement et le stockage des déchets radioactifs des applications des techniques nucléaires.

Répertoire des SRS. Cette base de données informatisée est en cours de réalisation dans le cadre d'un programme de l'AIEA sur les sources scellées épuisées. L'intention est de créer une base de gestion dont les pays pourraient utilement se servir pour vérifier et conserver l'information sur les sources radioactives scellées au niveau national, régional ou local.

Sur le plan pratique, plusieurs fonctions sont prévues. Ce système devrait recueillir l'information pendant la durée utile de la source — du berceau à la tombe (ou à son retour au fournisseur); être à la portée d'un large éventail d'organisations, par exemple, organismes de réglementation, exploitants, laboratoires, etc.; être d'un emploi et d'une mise à jour faciles; ne pas exiger de logiciel spécial ni de matériel compliqué.

Ce répertoire a deux objectifs fondamentaux: premièrement, conserver l'information sur les caractéristiques essentielles de la source — désignation du radionucléide, activité, numéro de série ou autre code d'identification, emplacement, utilisateur, propriétaire, fournisseur, usage prévu ou effectif, types de conteneur ou d'accessoires; deuxièmement, toute information pertinente sur la source à la fin de sa durée utile (après épuisement) afin de pouvoir décider comment l'éliminer. Le système doit aussi assurer un archivage complet.

Un prototype du système a été envoyé à divers pays membres de l'AIEA pour des essais opérationnels qui se sont achevés en juin 1994. Les observations reçues à ce jour sur les résultats des essais sont

tout à fait positives. Plusieurs Etats Membres ont déjà demandé la base de données pour usage immédiat, bien qu'elle ne soit pas encore entièrement au point. Ils estiment qu'un répertoire presque complet est mieux que rien. La version définitive devrait être livrable en janvier 1995.

Les plans d'ISSE. En 1993, consciente de la nécessité croissante de garantir la sûreté du traitement, du conditionnement et du stockage des sources radioactives épuisées avant leur élimination, l'AIEA a décidé d'étudier un plan type d'installation permettant de centraliser toutes les opérations. Des installations de ce genre sont nécessaires, mais elles font défaut dans de nombreux pays en développement, en particulier lorsque seuls quelques hôpitaux ou établissements de recherche utilisent des radionucléides. Le plan prévoit des caractéristiques spéciales: technologie simple, commodité de maintenance, flexibilité, économie et sûreté. L'installation type comporte un seul étage divisé en salles et zones pour le réceptionnement des sources épuisées, le contrôle radiologique, le stockage pour désactivation ou jusqu'au conditionnement, l'immobilisation éventuelle, et la préparation en vue du transfert en stockage provisoire.

Le plan recommande divers matériels et fournitures nécessaires à la manutention et à l'immobilisation des sources. Le magasin de stockage provisoire peut être contigu à l'installation principale ou à l'écart sur le même site ou sur un site éloigné impliquant un transport par véhicule. Trois formules sont proposées, pour climat chaud et sec, chaud et humide, ou froid, respectivement.

Les plans d'ITSD. Ils sont spécialement étudiés pour faciliter le traitement de divers courants de déchets radioactifs d'activités, de propriétés physiques et de composition chimique différentes, résul-

Participants à un cours de l'AIEA sur la gestion des déchets radioactifs.
(Photo: C. Chan, AIEA)



Origine des déchets radioactifs

Outre les installations du cycle du combustible nucléaire, diverses activités produisent des déchets radioactifs:

Centres d'études nucléaires. Des radio-isotopes sont produits à diverses fins par irradiation de cibles spéciales dans des réacteurs nucléaires ou dans un accélérateur de particules; les isotopes recherchés sont ensuite extraits ou traités dans des cellules chaudes ou des laboratoires annexes. Ces installations sont parfois situées dans des centres d'études nucléaires qui manipulent et utilisent aussi des radio-isotopes. Le volume de déchets radioactifs liquides et solides que produit chaque utilisateur de matières radioactives dans le centre n'est généralement pas très important. La plupart de ces déchets sont contaminés par des radio-isotopes de courte période et se prêtent à un stockage de désactivation avant d'être rejetés, ou sont éliminés comme déchets non radioactifs. Quelques laboratoires seulement, dans les pays en développement, produisent des déchets contenant des produits de fission de longue période, dont les éléments transuraniens. Ces déchets ne représentent qu'une fraction minime de l'ensemble.

Hôpitaux. L'emploi de matières radioactives pour le diagnostic médical et la thérapie est essentiel et se développe. Les principales applications concernent la radio-immuno-analyse, les méthodes de diagnostic *in vivo* et *in vitro*, la radiothérapie, et la recherche médicale. Elles utilisent non seulement des sources nues, mais aussi des sources scellées de forte concentration logées dans des dispositifs blindés.

Industrie. Certaines industries emploient des matières radioactives, surtout sous forme de sources scellées, pour les analyses ou essais non destructifs, le contrôle de la qualité, l'évaluation de la performance de l'installation et l'étude de produits. Les quantités utilisées dépendent en grande partie du niveau de développement de la technologie nationale.

Universités et autres établissements de recherche. Les établissements de recherche et les universités s'occupent très souvent des voies métaboliques ou environnementales que suivent des matières aussi diverses que médicaments, pesticides, engrais et minéraux. La gamme de radionucléides utilisés est généralement restreinte et le contenu radioactif des composés marqués est également faible. Toutefois, il arrive que certains établissements de recherche se servent de radionucléides peu courants. Ceux qui sont le plus communément appliqués pour l'étude toxicologique de nombreux composés chimiques et de leurs voies métaboliques sont le carbone 14 et le tritium, car ils peuvent s'incorporer à des molécules complexes de façon très uniforme. L'iode 125 s'est avéré très efficace pour le marquage des protéines. Une grande variété de radionucléides est au service de la recherche et de l'investigation.

Conseils et assistance techniques de l'AIEA

Dans une nouvelle série de documents techniques de l'AIEA sur divers aspects de la gestion des déchets radioactifs, neuf documents ont été publiés:

- *Minimization and Segregation of Radioactive Wastes*
- *Storage of Radioactive Wastes*
- *Handling, Conditioning and Disposal of Spent Sealed Sources*
- *Handling and Treatment of Radioactive Aqueous Wastes*
- *Handling, Treatment, Conditioning and Storage of Biological Radioactive Waste*
- *Treatment and Conditioning of Radioactive Solid Wastes*
- *Treatment and Conditioning of Radioactive Organic Liquids*
- *Treatment and Conditioning of Spent Ion Exchange Resins from Research Reactors, Precipitation Sludges and Other Radioactive Concentrates*
- *Design of a Centralized Waste Processing and Storage Facility*

Classement des Etats Membres de l'AIEA par types et quantités de déchets radioactifs

Pour mieux connaître le profil général des pays et déterminer la meilleure option à leur offrir, l'AIEA a groupé les pays selon les types et les quantités de déchets radioactifs qu'ils produisent. Dans le présent article, il s'agit essentiellement des trois premiers groupes.

Groupe A: Pays dont les hôpitaux et autres établissements ne pratiquent qu'une seule application des radionucléides.

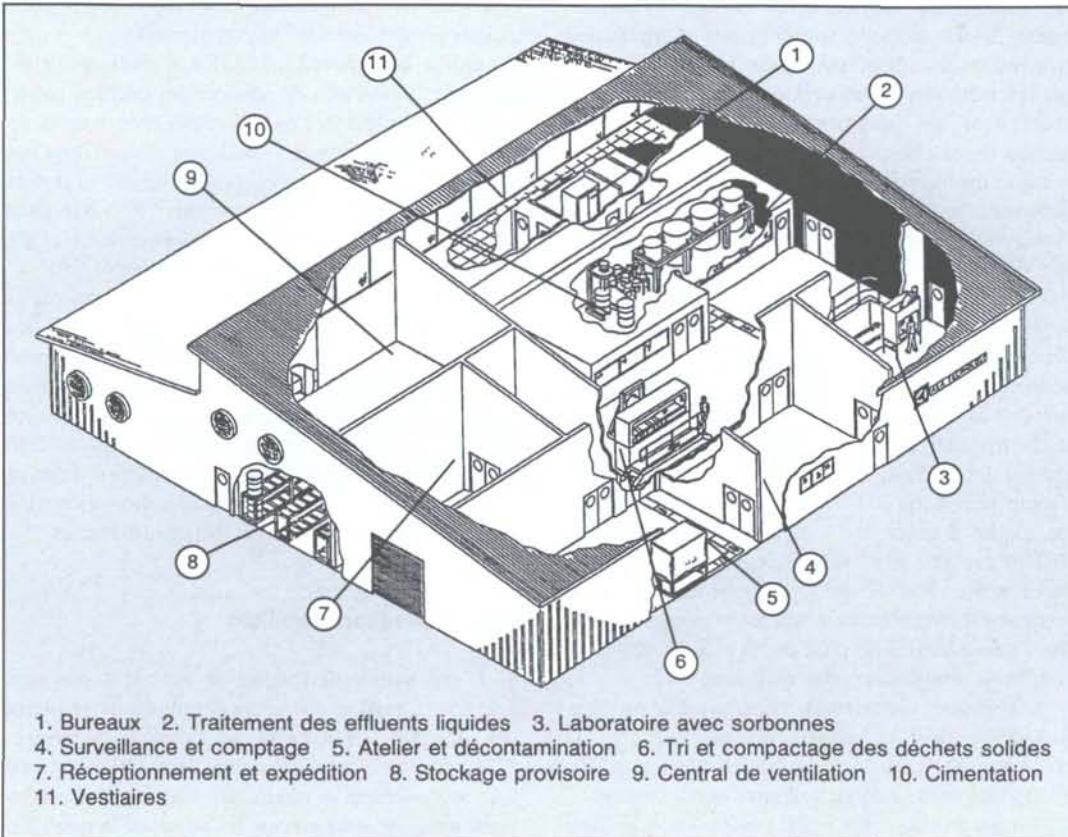
Groupe B: Pays dont les hôpitaux et autres établissements pratiquent plusieurs applications des radionucléides.

Groupe C: Pays où les radionucléides sont largement utilisés et dont au moins un centre de recherche nucléaire est en mesure de produire divers radio-isotopes (dans des réacteurs de recherche ou des accélérateurs de particules).

Groupe D: Pays où les radionucléides sont largement utilisés et qui possèdent des centrales nucléaires en projet ou en exploitation.

Groupe E: Pays dotés de centrales nucléaires et d'installations du cycle du combustible.

Installation centrale de traitement des déchets



tant de la production et des applications multiples des radio-isotopes.

Pour préparer ces options types et en définir les caractéristiques requises, l'AIEA a sérieusement étudié les techniques de gestion des déchets radioactifs utilisées dans le monde entier. D'abord, les processus choisis pour inclusion dans le modèle ont fait leurs preuves et sont bien établis, et ils se prêtent au traitement de déchets variés. Le matériel doit être solide, de conception simple, et commode à utiliser et à entretenir. Les plans doivent aussi comporter des protections radiologiques suffisantes pour garantir une exploitation sans risque (*voir le schéma d'une installation construite selon les plans proposés*).

Les procédés conseillés sont la précipitation des déchets liquides, le compactage des déchets solides et l'incorporation des boues à du ciment. Les plans prévoient également tout le matériel accessoire et les services auxiliaires nécessaires à la sûreté de l'installation de traitement. Le magasin est un grand bâtiment tout simple sans caractéristiques particulières à part l'éclairage.

Intérêt des plans types proposés. Ces options sont intéressantes pour l'AIEA et pour ses Etats Membres à deux égards. Premièrement, les plans offerts sont adaptables aux besoins nationaux. Deuxièmement, vu la limitation des ressources destinées à l'assistance technique aux pays en développement, il est très avantageux de mettre au

point une formule qui réponde aux besoins de plusieurs pays et puisse servir plusieurs fois.

Ces plans apportent un utile complément au programme d'assistance technique de l'AIEA concernant la manipulation, le traitement et le stockage des déchets de faible et moyenne activité. Les experts envoyés en mission dans les pays en développement peuvent en faire usage pour faciliter la recherche de bonnes solutions techniques et économiques.

Appui technique et formation

Manuels techniques. L'AIEA publie, depuis plus de 30 ans, des rapports techniques et des documents de sûreté sur la gestion des déchets radioactifs. Les Etats Membres y ont trouvé une documentation de référence essentielle ainsi que des exposés des derniers progrès de la technologie.

Une nouvelle série de documents techniques vient d'être inaugurée à l'intention des pays qui ont besoin d'apporter des solutions simples et peu onéreuses à leurs problèmes de gestion des déchets. Cette collection, intitulée *Technical Manuals for the Management of Low and Intermediate Level Wastes Generated at Small Nuclear Research Centres and by Radioisotope Users in Medicine, Research and Industry*, se propose d'offrir 1) des conseils pratiques pour

une exploitation maximale des ressources autochtones; 2) des méthodes progressives d'application effective de la technologie; 3) des recommandations sur les méthodes techniques qui peuvent être intégrées dans un programme national général de gestion des déchets.

Neuf manuels de cette série ont vu le jour comme documents techniques de l'AIEA (TECDOC). (*Voir l'encadré page 48.*) Il se peut que d'autres manuels sur des sujets à déterminer soient publiés dans l'avenir.

Projets d'assistance technique. Une autre forme d'aide vient des projets d'assistance technique qui donnent l'occasion de fournir des services spécialisés, de la technologie, une formation individuelle, et du matériel répondant à des besoins précis de gestion des déchets. Ces projets consistent à fournir l'appui nécessaire à l'acquisition de connaissances techniques menant à l'autonomie. Depuis 1976, l'AIEA a assisté 60 projets de coopération technique de ce genre dans 42 pays. Actuellement, 36 pays reçoivent différentes formes d'assistance pertinente par l'intermédiaire de plus de 40 projets. De plus, cinq projets régionaux sont en cours.

L'assistance comporte du matériel, dont un compacteur de déchets solides, du matériel pour la précipitation chimique et la cimentation, ainsi que divers instruments de surveillance et de mesure.

Projets modèles. Un projet modèle est également en cours pour améliorer l'infrastructure de la gestion des déchets dans divers pays en développement. Ce projet, entrepris récemment, prévoit en particulier l'emploi des options normalisées pour renforcer les divers éléments de l'infrastructure de la gestion des déchets.

Formation. Nombre de scientifiques et de techniciens ont été formés dans le cadre de projets d'assistance technique de l'AIEA dans des pays où il existe des programmes bien établis de gestion des déchets. En outre, neuf stages régionaux et trois stages interrégionaux auxquels ont assisté un total de 300 participants venant de 60 pays ont été organisés au cours des quatre dernières années. Les travaux pratiques et les démonstrations techniques ont porté sur la précipitation chimique des déchets liquides, la compaction des déchets solides, le conditionnement des sources scellées épuisées et la décontamination des surfaces.

Réunions internationales. Les réunions scientifiques offrent un autre moyen d'échange de connaissances techniques. En octobre 1994, un séminaire sur les pratiques et les problèmes de gestion des déchets radioactifs dans les pays en développement, organisé par l'AIEA, s'est réuni à Beijing (Chine). Il visait plus spécialement les pays en développement et traitait essentiellement des pratiques et des techniques de traitement des déchets provenant d'opérations étrangères au cycle du combustible nucléaire. L'AIEA accorde également une aide financière à des experts choisis dans des pays en développement pour leur permettre d'assister à des conférences et

colloques internationaux organisés par des organisations professionnelles et commerciales.

Aide à la recherche. L'AIEA n'étudie pas elle-même les problèmes de gestion des déchets radioactifs, mais elle a mis en œuvre des programmes de recherche coordonnée (PRC) qui encouragent et facilitent la recherche sur des sujets d'intérêt général. Les participants sont aussi bien des pays industriels que des pays en développement, ce qui facilite beaucoup les transferts de technologie.

Les PRC actuels sur l'emploi de sorbants minéraux pour le traitement et le conditionnement des déchets liquides et sur les techniques de traitement des déchets de faible et moyenne activité provenant d'établissements présentent un intérêt particulier pour les pays en développement. Les études portent sur l'adaptation de méthodes éprouvées de traitement en vue de la gestion de déchets particuliers à certains pays ou dans des conditions locales différentes.

Sens des responsabilités

L'exploitation de l'atome ne se conçoit pas sans une bonne gestion des déchets radioactifs résultant des diverses applications de l'énergie nucléaire. C'est pourquoi le programme de l'AIEA cherche tout spécialement à rendre les autorités nationales conscientes de leurs responsabilités et de la nécessité de planifier, de mettre au point et d'exécuter des programmes nationaux de gestion des déchets. Il facilite l'installation de l'infrastructure nécessaire et le transfert des techniques pertinentes.

Pour apporter une contribution effective dans le domaine considéré, l'AIEA doit évaluer périodiquement les besoins nationaux afin de s'assurer que les ressources et les activités sont réparties de façon équilibrée. Il s'agit d'un processus dynamique. De nouveaux projets modèles visant à améliorer la situation dans certains pays sont à l'étude. Ils seront mis en œuvre et évalués pour déterminer s'ils comportent les éléments nécessaires au renforcement des infrastructures et aux transferts de technologie, et s'adaptent aux besoins d'un large choix de pays.