

Améliorer la gestion des sources de rayonnements usées

Les problèmes posés par les sources de rayonnements autrefois utilisées dans l'industrie, en médecine et dans d'autres domaines ont mis en évidence la nécessité de pratiques plus sûres

Au début de 1992, l'AIEA a lancé un programme pour aider les pays, et en particulier les pays en développement, à éviter les situations susceptibles de donner lieu à des accidents dus à des sources de rayonnements qui ne sont plus utilisées activement. Dans le passé, des accidents résultant des sources de rayonnements ont provoqué d'importantes sur-expositions qui ont parfois été mortelles, et entraîné une décontamination et d'autres opérations coûteuses de nettoyage.

On utilise des sources de rayonnements dans l'industrie, en médecine et dans la recherche pour diverses applications bénéfiques, comme la radiographie et la téléthérapie.

Le problème fondamental tient à l'absence de mesures adéquates lorsque ces sources sont mises hors service. Tant qu'elles sont opérationnelles, on reste vigilant à l'égard de leurs caractéristiques radioactives, et l'on prend au moins des mesures élémentaires de radioprotection. Mais si elles ne sont pas mises hors service correctement, elles peuvent facilement échapper aux méthodes sûres de gestion et de surveillance. En cas de mise hors service passive, il peut fort bien arriver, au bout d'un certain temps, que plus personne ne soit responsable des mesures de radioprotection et de gestion des déchets. On perd alors la trace des données sur les sources et l'équipement, et sur leur emplacement physique, et c'est alors que peuvent apparaître rapidement des situations comportant des risques d'accident ou d'incident radiologique, comme l'ont montré certains exemples fâcheux.

Le présent article passe en revue certains aspects importants des problèmes liés à une gestion incorrecte ou insuffisante des sources de rayonnements usées. Il rend compte des efforts actuellement

entrepris dans le cadre du nouveau programme de l'AIEA, en particulier des activités destinées à aider les pays à repérer, localiser et gérer de façon sûre les sources de rayonnements usées pouvant présenter des risques pour la santé publique et pour la sûreté.

par B.G.
Pettersson

Sources de rayonnements scellées

Une source de rayonnements scellée est une pièce d'équipement faite sur mesure, d'après les exigences requises par son usage prévu et par des considérations de sûreté. Elle est dite scellée, car elle est mise en capsule pour que son contenu radioactif soit confiné. Ces capsules sont généralement en acier inoxydable qui a parfois une double épaisseur, par exemple pour les sources émettant des rayons gamma. On peut aussi employer d'autres matériaux essentiellement inertes, comme le platine ou le titane. Les premières capsules étaient en or, en argent, en laiton et même en verre.

Aujourd'hui, les sources de rayonnements sont fabriquées conformément à des normes acceptées internationalement et correspondant aux utilisations finales prévues. La matière radioactive se présente sous forme insoluble (par exemple métal ou céramique), et les normes prescrivent des essais d'étanchéité. De telles sources peuvent habituellement résister à de fortes contraintes, telles que l'exposition à la chaleur pendant une incinération accidentelle.

Pour les sources anciennes, en particulier les sources de radium, les normes de fabrication étaient moins rigoureuses qu'aujourd'hui. Ainsi, la matière radioactive se présentait souvent sous forme de poudre ou de sel soluble, et la technique de scellement de la capsule était moins efficace que la technique actuelle. Les mesures qui, du point de vue de la radioprotection, sont considérées aujourd'hui comme correspondant à une gestion correcte des sources de rayonnements, n'étaient pas toujours appliquées d'emblée, ce qui conduisait à des accidents dus à une manipulation, une utilisation ou un stockage incorrects des sources de radium.

M. Pettersson travaille au Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires de l'AIEA. On trouvera de plus amples renseignements à son sujet dans un rapport de l'AIEA publié récemment, *Nature and Magnitude of the Problem of Spent Radiation Sources*, IAEA-TECDOC-620, Vienne (septembre 1991).

Année	Lieu	Source de rayonnements/ application	Décès	
			Travailleurs	Public
1962	Mexico	Source de radiographie perdue		4
1963	Chine	Irradiateur de semences		2
1975	Brescia (Italie)	Irradiateur d'aliments	1	
1978	Algérie	Source de radiographie perdue		1
1981	Oklahoma (Etats-Unis)	Radiographie industrielle	1	
1982	Norvège	Stérilisateur d'instruments	1	
1984	Maroc	Source de radiographie perdue		8
1987	Goiânia (Brésil)	Source de téléthérapie volée		4
1989	El Salvador	Installation de stérilisation	1	
1990	Israël	Installation de stérilisation	1	
			5	19

Total: 10 événements ayant entraîné 24 décès.

Note: Les accidents provoqués par des rayons X, des accélérateurs, un traitement médical, ainsi que par des réacteurs ou des assemblages critiques ne sont pas inclus.

Source: Oak Ridge Associated University (Etats-Unis).

Sources de rayonnements scellées: décès signalés

Le radium. Avant les années 50, le radium était pratiquement le seul radionucléide dont on disposait pour les sources de rayonnements, et il était surtout utilisé en médecine (plésiothérapie). A cette époque, il coûtait fort cher, et le contrôle des sources avait surtout un motif économique. C'est seulement plus tard, à partir des leçons tirées de l'observation de radiolésions des tissus, qu'ont été introduites des mesures de contrôle fondées sur des considérations de protection radiologique. Plus de 100 savants, pionniers dans ce domaine, sont morts des suites d'une forte radioexposition.

Le radium était employé principalement pour traiter des tumeurs malignes. La matière radioactive était contenue dans des tubes ou dans de petites aiguilles, qui pouvaient être placés au contact direct de la tumeur, ce qui constituait un gros avantage par rapport aux rayons X, que l'on ne pouvait délivrer que de l'extérieur du corps humain.

Le radium était également utilisé dans les composés luminescents des montres, horloges et instruments. De nombreux produits contenant de très faibles quantités de radium ont été mis sur le marché dans les années 20 et 30. Ils tiraient leur potentiel commercial du succès des applications radiothérapeutiques du radium: émanateurs de radium destinés à produire de l'eau contenant du radon et censée avoir des propriétés thérapeutiques, pommade au radium et étoffes contenant du radium, dont la publicité vantait les vertus curatives. Mais celles-ci n'ont jamais été prouvées scientifiquement. En réalité, l'emploi de ces produits n'était pas justifié et pouvait même être dangereux. Un émanateur de radium pouvait contenir jusqu'à 0,5 mg de radium.

Le radium a été découvert en 1898 par Marie et Pierre Curie. Lorsque l'on a cessé de l'extraire commercialement en 1960, il en avait été produit environ quatre kilogrammes. Dans les années 50

sont apparues des sources de rayonnements plus appropriées et plus sûres, qui ont commencé à le remplacer progressivement.

Aujourd'hui, les sources de radium posent un problème particulier, tenant à la valeur commerciale élevée qu'avait auparavant cette substance, à ses caractéristiques et à la conception des sources. Celles-ci ont été fournies aux pays en développement, soit à titre de dons, soit avant l'accession à l'indépendance. Avec l'apparition d'autres sources de rayonnements, l'incitation économique au contrôle a diminué sans que, dans bien des cas, des mesures appropriées de radioprotection aient été adoptées.

Avec le temps, le risque augmente que plus personne ne connaisse le nombre initial de sources, leurs caractéristiques et leur emplacement. Pour peu que leur lieu d'utilisation soit ensuite fermé ou déplacé, on risque de perdre entièrement leur trace.

L'autre aspect du problème est lié à la longue période du radium (1600 ans) et à sa décroissance radioactive, qui produit du gaz, lequel provoque une augmentation de pression à l'intérieur de la capsule. Si celle-ci n'est pas correctement scellée, il y aura des fuites qui contamineront au moins l'environnement immédiat.

Accidents résultant des sources scellées

Les accidents et incidents résultant des sources scellées de rayonnements sont signalés dans la littérature scientifique et technique, mais ne sont regroupés dans aucun recueil facilement accessible. L'AIEA a consacré des colloques ou des séances de colloques à ces événements, et l'Oak Ridge Associated University, aux Etats-Unis, tient un registre où sont consignées des informations, mais sa portée est encore limitée.

D'après les renseignements figurant dans le registre américain, les sources scellées sont à l'origine de dix accidents ayant eu des conséquences mortelles. Dans cinq cas, qui ont chacun provoqué un décès, les sources étaient encore en service. Dans les cinq autres, il s'agissait de sources usées. Dix-neuf personnes au total sont décédées (voir le tableau).

Il ressort des données que les sources usées donnent lieu à des accidents plus graves que les sources encore en service. Ces accidents se produisent parce que les victimes ignorent qu'elles manipulent une source de rayonnements. Il peut donc s'écouler beaucoup de temps avant qu'elles se rendent compte de ce qui s'est passé et risquent d'être fortement irradiées avant que soient prises des mesures de protection.

Ceux de ces accidents qui ont eu des conséquences mortelles entraînent la surexposition d'un nombre beaucoup plus élevé de personnes que dans le cas de sources en service. Au cours des 30 der-

nières années, le nombre d'accidents signalés a diminué, mais celui des personnes surexposées a augmenté (voir le graphique).

Même s'il n'y a pas mort d'homme, les accidents peuvent avoir des conséquences importantes, entraînant par exemple des doses individuelles faibles, mais une dose collective élevée, et occasionner de fortes exigences de décontamination.

Un cas particulier inhabituel de contamination par le métal s'est produit à New York dans les années 50. Des sources usées de radon, ou plus exactement l'or qui servait à les contenir, se sont trouvées être utilisées en joaillerie. Des bagues et autres bijoux ont été fabriqués avec cet or mal décontaminé. En 1981, un total de 170 bijoux contaminés ont été identifiés et des lésions cutanées ont été constatées chez neuf personnes, qui avaient porté ces objets en moyenne pendant 17 ans. En 1989 encore, on a découvert trois autres bagues contaminées, dont deux avaient provoqué des cancers cutanés au doigt.

D'une façon générale, les sources de rayonnements scellées, en particulier les sources usées, peuvent donner lieu à des problèmes d'une ampleur très variable (voir la figure page 22).

Conséquences économiques des accidents

Les coûts économiques associés à un accident résultant d'une source de rayonnements usée ne peuvent être évalués que de manière approximative. Il convient de noter que les effets sur la santé, y compris les effets mortels, ne sont pas entièrement pris en compte, car ils ne peuvent être exprimés en termes monétaires.

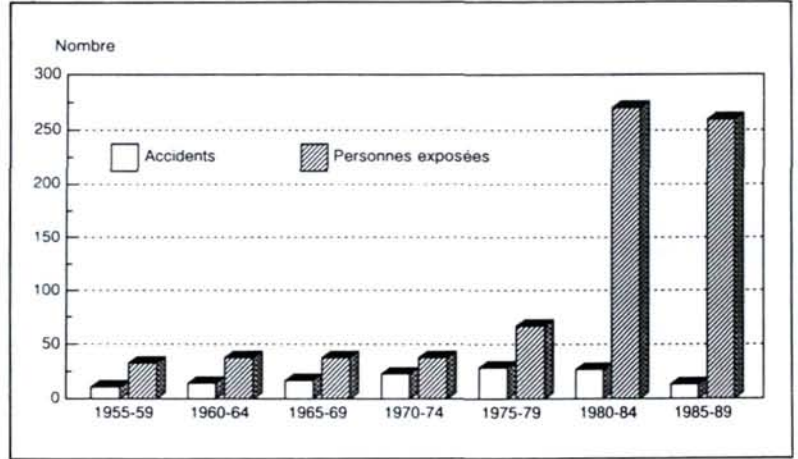
Traitement médical et indemnisation des victimes.

Les personnes surexposées peuvent avoir besoin d'un traitement spécial médical ou autre pour surmonter le traumatisme dû à l'accident. A cela vient s'ajouter une indemnisation financière.

Perte d'objets, de produits ou de capacité de production. Ces coûts peuvent résulter d'une mauvaise décontamination dans la mesure où l'objet en question doit être classé comme déchet radioactif. Même si la décontamination est efficace, elle prend souvent beaucoup de temps et peut entraîner, par exemple, une perte de capacité de production.

Mesures correctives et suivi. On ne connaît pas toujours l'enchaînement exact des événements qui conduisent à l'accident, auquel cas il peut être nécessaire de procéder à une surveillance ou à un suivi poussés pour l'identification des sources perdues et la décontamination. Les sources ainsi que tout matériau contaminé devront être manipulés et traités comme des déchets radioactifs devant être stockés et évacués définitivement de façon sûre.

On ne peut fournir de ces coûts que des estimations ou des chiffres indicatifs. Le traitement médical spécialisé des individus fortement exposés est très élevé et peut dépasser 500 000 dollars E.-U. Le



montant de l'indemnisation est pratiquement impossible à évaluer, car il dépend de facteurs tels que la politique nationale et les particularités du droit national.

De même, on ne peut évaluer le montant des investissements perdus, car chaque estimation est différente. Néanmoins, lorsqu'il y a contamination, les pertes peuvent se chiffrer en millions de dollars.

Les coûts des enquêtes radiologiques nécessaires pour déterminer l'étendue de la contamination peuvent aller de sommes insignifiantes à des montants dépassant 100 000 dollars E.-U. Le coût de la décontamination est fonction de la nature et de l'ampleur de cette dernière, et il peut lui aussi se situer dans une très large fourchette allant jusqu'à un million de dollars E.-U. et plus.

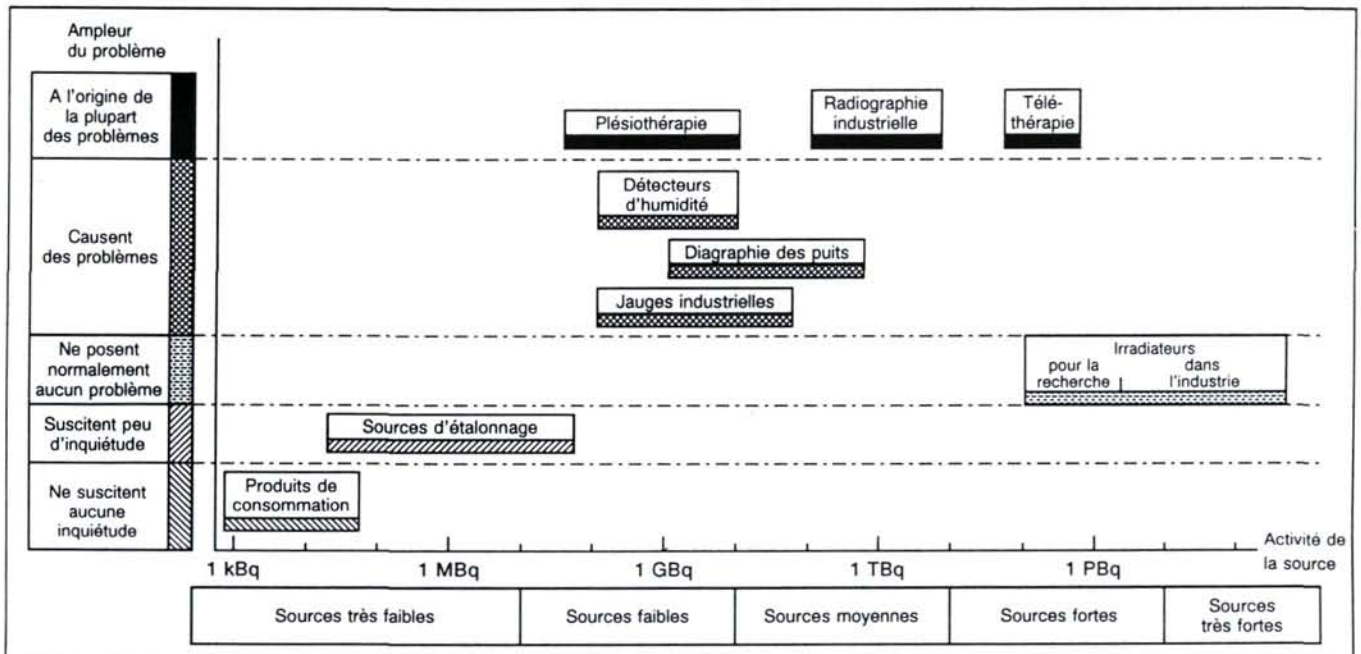
Pour ce qui est de la gestion des déchets radioactifs, les coûts diffèrent dans chaque cas, même si les mesures à prendre sont les mêmes (collecte sur le site, conditionnement, stockage provisoire, transport et évacuation définitive). On estime que le coût de l'évacuation définitive se situe entre 1000 et 10 000 dollars E.-U. par mètre cube.

Prise de conscience et prévention

L'expérience confirme qu'il peut se produire des accidents avec les sources de rayonnements usées. Pour savoir ce qu'il faut faire afin d'éviter de tels accidents, il faut à la fois une prise de conscience et les moyens d'agir. Prendre conscience, c'est comprendre ou reconnaître les dangers liés aux sources de rayonnements usées, et savoir aussi que des sources de rayonnements ont été et sont utilisées dans le pays. Avoir les moyens d'agir, cela signifie réunir les conditions et prendre les mesures nécessaires pour identifier et localiser avec succès les sources et les gérer correctement.

D'une façon générale, on peut conclure que les pays qui n'ont pas d'infrastructure de radioprotection et de gestion des déchets perçoivent mal les risques des sources de rayonnements usées. S'il

Sources de rayonnements scellées: accidents signalés et personnes exposées



Sources de rayonnements usées : applications et ampleur des problèmes

n'y a pas trace de telles sources, ou si l'on n'en soupçonne pas l'existence, il est évidemment difficile de prendre conscience du problème. L'infrastructure a par conséquent une extrême importance. Il est fort possible que la prise de conscience ne puisse se produire qu'après la mise en place d'une législation appropriée et d'un organisme d'Etat ayant des responsabilités et un pouvoir d'intervention en matière de radioprotection et de gestion des déchets.

Cela dit, d'autres conditions doivent être remplies pour la mise en place des moyens permettant des opérations appropriées de gestion des déchets. Plusieurs éléments entrent en jeu :

- Là encore, l'infrastructure nécessaire de radioprotection et de gestion des déchets est de première importance; elle suppose non seulement des dispositions juridiques et organisationnelles, mais aussi un personnel qualifié. Elle ne doit pas être considérée isolément, son bon fonctionnement demandant au contraire une coopération harmonieuse avec d'autres infrastructures du pays ou d'autres pays, dans des domaines tels que la formation et la fourniture de matériel.
- Les considérations financières occuperont sans doute une place importante dans de nombreux pays en développement. Il se peut que l'on doive affecter les rares ressources disponibles à d'autres domaines, simplement parce que les besoins y sont plus grands.
- Dans bien des cas, on ignore la nature et l'emplacement des sources de rayonnements usées.

Stratégie et réponse de l'AIEA

Pour répondre à la nécessité urgente d'améliorer la gestion sûre des sources de rayonnements usées, l'AIEA a élaboré une stratégie comportant de nom-

breux volets, dont les principaux sont les suivants :

- Promouvoir la création d'une infrastructure de gestion des déchets, ou l'amélioration de l'infrastructure existante.
- Encourager, comme première variante pour les pays en développement, la réexpédition des sources de rayonnements usées aux fournisseurs.
- Faciliter la gestion des sources de rayonnements usées dans les pays en développement en préparant des manuels techniques et du matériel de formation, en offrant des possibilités de formation, et en évaluant les situations nationales au moyen de missions d'experts dans le cadre du Programme de services consultatifs pour la gestion des déchets (WAMAP) et de projets de coopération technique ultérieurs.
- Fournir aux pays qui n'ont pas d'infrastructure de gestion des déchets une assistance technique pour la gestion sûre des sources de rayonnements usées existantes.
- Favoriser la coopération internationale pour l'aménagement de dépôts terrestres à faible profondeur pour les sources de rayonnements usées à vie courte et d'installations de stockage provisoire pour les sources de rayonnements usées à vie longue; favoriser la coopération en vue de la conclusion d'accords multinationaux ou bilatéraux afin d'aider les Etats membres en développement à évacuer, dans des dépôts géologiques profonds autorisés pour déchets de haute activité, lorsqu'ils auront été créés, leurs sources de rayonnements usées à vie longue.

Pour ce qui est du premier élément (infrastructure de gestion des déchets radioactifs), la stratégie compte notamment sur une législation, des règlements, une autorité compétente, du personnel formé et expérimenté et des installations/équipements pour accomplir les tâches liées à la gestion et à l'évacuation des sources.

En ce qui concerne le dernier point, il faut, pour créer des dépôts régionaux à faible profondeur et des installations de stockage, que les pays de la région aient le même besoin, et qu'ils se mettent d'accord sur une option déterminée pour satisfaire ce besoin.

Il y a peu de chances, dans la plupart des Etats membres en développement, que soient construits des dépôts géologiques profonds, étant donné les dépenses disproportionnées qu'ils entraîneraient eu égard au volume et à la radioactivité limités des sources de rayonnements usées à évacuer. Il semble raisonnable de supposer que, pour des raisons de protection et de sûreté radiologiques, les Etats membres qui sont en train de concevoir de tels dépôts pour le stockage de volumes importants de déchets de haute activité pourraient accepter ces quelques quantités supplémentaires. Les aspects juridiques de la question et les critères d'acceptation pourraient être réglés dans le cadre d'accords bilatéraux.

Plan d'action. Sur la base de cette stratégie a été élaboré le plan d'action suivant à mettre en œuvre par l'Agence:

Cours régionaux. Ces cours porteront sur l'identification, la localisation, le transport et le conditionnement des sources, ou leur renvoi aux fournisseurs, les options de stockage et l'évacuation définitive. Un coffret pédagogique est prévu pour permettre aux Etats d'organiser leurs propres cours. Ceux qui sont organisés par l'AIEA auront lieu chaque année.

Méthodes d'identification des sources de rayonnements usées. Un document technique fournira des conseils pratiques pour la localisation des sources de rayonnements usées, en indiquant par exemple où l'on a des chances de les trouver, à quoi elles ressemblent, avec quels instruments elles peuvent être recherchées, comment utiliser ces instruments, etc.

Mise au point d'un progiciel de base de données pour vérifier les sources de rayonnements scellées. Pour faire en sorte que l'on dispose des renseignements pertinents lorsqu'une source devient usée, et pour faciliter son identification et sa localisation, un progiciel polyvalent de base de données sera mis au point pour la tenue de relevés. Il pourra être utilisé sur un ordinateur individuel et sera fourni aux autorités nationales compétentes.

Etablissement d'une base de données sur les accidents. Cette base de données servira de source de renseignements sur les leçons à tirer, et les mesures à prendre pour éviter ou atténuer les effets d'accidents dus à des sources de rayonnements usées.

Conception théorique d'une installation centrale normalisée de stockage provisoire. Il s'agit de fournir aux pays en développement les renseignements nécessaires sur le choix des sites, la construction et l'exploitation d'une installation de stockage provisoire pour les sources de rayonnement usées de radioactivité limitée.

Document sur les pratiques de sûreté relatives au conditionnement et au stockage provisoire des déchets radioactifs provenant de petits utilisateurs.

Dans le cadre du programme de l'AIEA de Normes de sûreté pour les déchets radioactifs (RADWASS), un document de la catégorie «Pratiques de sûreté» sera établi pour appuyer et compléter les conseils donnés dans d'autres documents RADWASS plus théoriques. D'après les projets actuels, la question du conditionnement et du stockage provisoire des déchets radioactifs provenant des petits utilisateurs sera abordée dans ce document.

Missions d'experts pour aider à l'identification et à la gestion des sources de rayonnements usées dans les pays en développement. Une assistance est prévue pour les Etats membres qui n'ont pas de programme de recherche nucléaire ni d'infrastructure de gestion des déchets. Elle aurait pour but de régler définitivement un problème et ne serait fournie qu'une fois.

Aide à l'aménagement de sites régionaux de stockage provisoire des déchets radioactifs conditionnés. L'Agence se contentera au début de susciter des discussions entre pays en développement appartenant déjà à des groupes régionaux constitués et de participer à celles-ci.

Une période de cinq ans est prévue pour la réalisation du plan d'action. Les cinq premiers points font partie des activités en cours.

Résumé

Le nouveau programme de l'Agence sur les sources de rayonnements usées vise à aider les Etats membres, en particulier les pays en développement, à prévenir les accidents potentiels dus à ces sources. Il s'agit de les aider, en mettant en œuvre divers moyens, à améliorer et, le cas échéant, à instituer des pratiques sûres de gestion des déchets.

Le programme vise d'abord à renforcer les infrastructures nationales et les ressources humaines en vue d'une gestion efficace des déchets. Des missions d'experts internationaux fourniront toutefois aux pays une assistance pratique limitée pour l'identification, la localisation et le conditionnement des sources existantes de rayonnements usées.