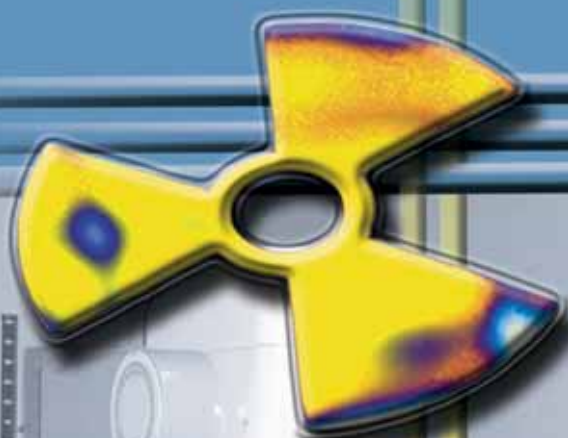




**IAEA**

Agence internationale de l'énergie atomique

**Réduction  
des risques  
liés aux sources  
dans les applications  
médicales**



Les sources  
radioactives  
scellées

## Introduction

En novembre 2000, un employé d'une centrale nucléaire française déclencha le système d'alerte d'un détecteur de rayonnements à son arrivée au travail. Par crainte d'une contamination quelconque de l'intéressé, il fut soumis à un examen minutieux pour tirer les choses au clair. Les résultats de cet examen ont soulevé des inquiétudes, non seulement en France, mais aussi dans le reste du monde. L'intéressé lui-même n'était certes pas contaminé, mais certaines parties de sa montre-bracelet en métal s'étaient révélées radioactives. Des analyses plus poussées révélèrent que les aiguilles en acier de la montre étaient contaminées par des traces de cobalt 60, une forme radioactive du cobalt.

Cette montre avait été importée de Hong Kong, où elle avait été assemblée. Il fut établi par la suite que cette contamination provenait d'une petite usine chinoise qui avait fourni l'acier utilisé pour fabriquer les aiguilles. On pense qu'une tête radiogène, dispositif utilisé dans le traitement radiologique des patients du cancer, a été fondue par inadvertance comme rebut dans cette usine. En France, les montres de cette série avaient été vendues par un grand magasin multinational, ce qui a fait craindre qu'elles pouvaient aussi avoir été vendues ailleurs en Europe, en Asie et en Amérique latine. Heureusement, une enquête menée par des organismes de réglementation nucléaire de par le monde n'a pas permis de trouver de telles montres en vente. Mais si une montre contaminée n'avait pas été découverte dans une centrale nucléaire française, beaucoup de gens auraient pu être exposés à de faibles doses de rayonnement. Les 100 kg d'acier trouvés dans l'usine chinoise n'auraient peut-être jamais été découverts et auraient pu être utilisés pour fabriquer d'autres produits de consommation.

Les sources radioactives scellées sont largement utilisées en médecine, dans l'industrie et en agriculture. Lorsqu'elles sont utilisées comme prévu, elles ont des avantages extrêmement importants. Lorsqu'elles se perdent ou tombent dans des mains inexpérimentées, les conséquences peuvent être tout aussi sérieuses, voire même fatales. Comment peut-on prévenir les pertes,

les vols et les accidents? Comment peut-on détecter les matières contaminées avant qu'elles ne se retrouvent au niveau du consommateur ou dans d'autres produits ?

Dans la plupart des pays, les matières et les activités radioactives qui produisent des rayonnements sont réglementées. Ceux qui travaillent avec des sources radioactives scellées sont tenus d'avoir, non pas simplement l'autorisation appropriée, mais aussi la formation et l'appui nécessaires pour faire face aux situations inattendues qui peuvent se présenter lors de l'utilisation de ces sources. Malgré ces mesures, des accidents continuent de se produire. Des blessures graves ou potentiellement mortelles dues à la surexposition aux rayonnements ont été rapportées à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Au nombre de ses nombreuses activités visant à améliorer la sûreté des sources scellées, l'AIEA étudie les causes profondes des principaux accidents qui se sont produits depuis les années 80 et publie ses constatations pour permettre à d'autres d'en tirer parti. On est de plus en plus préoccupé aujourd'hui par la possibilité qu'une source entreposée dans des conditions de sécurité inadéquates soit volée et utilisée comme engin à dispersion de radioactivité. Pour améliorer à la fois la sûreté et la sécurité, il faut que ceux dont les actions et les décisions peuvent empêcher le vol d'une source au départ puissent disposer des informations appropriées.

On espère que la présente brochure fournira ces informations aux utilisateurs de sources en milieu médical, contribuant ainsi à réduire les accidents et les blessures dus aux sources radioactives scellées et à améliorer leur sécurité.

## Enseignements du passé

Voici juste quelques-uns des accidents qui se sont produits au cours des 20 dernières années, là où des manquements aux bonnes pratiques, l'erreur humaine ou l'ignorance ont entraîné de graves blessures ou des morts. Un examen des causes profondes de ces accidents révèle des similarités inquiétantes.

**Grave accident radiologique en Turquie.** En 1993, trois sources de téléthérapie au cobalt 60 retirées du service ont été conditionnées à Ankara (Turquie) pour réexportation aux États-Unis d'Amérique. Elles n'ont pas été exportées immédiatement, mais ont été entreposées sans la permission de l'organisme de réglementation dans les locaux de la société. Plus tard, deux des colis ont été emmenés à Istanbul puis transférés dans des locaux vides non sécurisés. En novembre 1998, ces locaux ont été vendus, et les nouveaux propriétaires ont vendu les colis comme métal de récupération à deux frères. En décembre, ceux-ci ont amené les colis dans leur maison familiale et, quelques jours durant, se sont mis à démanteler les conteneurs de protection, jusqu'à tomber malades, eux-mêmes et d'autres, avec des nausées et des vomissements. À un moment donné, certaines parties des conteneurs démantelés et au moins une source non protégée avaient été apparemment laissées dans une zone résidentielle avant d'être emmenées dans un dépôt local. Au moment où les médecins avaient soupçonné que c'était une exposition à des rayonnements, et non une intoxication alimentaire, qui était à l'origine de la maladie, un total de 18 personnes avaient été hospitalisées. Dix d'entre elles avaient des symptômes du syndrome d'irradiation aiguë. Parmi celles-ci, cinq avaient été hospitalisées pendant 45 jours. Les autorités avaient récupéré une source au dépôt avant qu'elle ne soit fondue. La deuxième, qui, d'après les informations recueillies, se trouvait dans l'un des colis, n'a pas été récupérée à ce jour.

Une sécurité inadéquate des sources et des contrôles périodiques inadéquats du contenu des colis constituent

*Têtes radiogènes endommagées (AIEA).*



les principaux facteurs qui ont rendu possible cette vente non autorisée. Le fait que ceux qui ont essayé de démonter la source n'ont pas reconnu le symbole du trèfle figurant sur celle-ci a aussi été un important facteur pour le nombre de victimes de cet accident. La cause profonde du problème est la gestion inappropriée des déchets des sources une fois qu'elles ont été retirées du service.

**Un accident fait plusieurs morts en Thaïlande.** En février 2000, un grave accident survenu à Samut Prakarn (Thaïlande) a provoqué des morts et des blessés et suscité des inquiétudes largement partagées. Une source de téléthérapie au cobalt 60 retirée du service était entreposée, apparemment à l'insu ou sans l'autorisation de l'organisme de réglementation, à l'extérieur, dans un espace servant normalement à l'entreposage de voitures neuves. Deux récupérateurs de ferraille locaux auraient acheté de la ferraille, y compris la source, et l'auraient emmenée chez eux pour la démonter et la revendre. Puis ils ont transporté la tête radiogène dans un parc à ferrailles où un employé a ouvert le blindage protecteur avec un chalumeau oxyacétylénique. Ceux qui étaient à proximité de la source lors de l'ouverture du blindage protecteur ont commencé à avoir la nausée et à vomir. Ceux qui ont touché des parties du métal exposé ont commencé à avoir des blessures semblables à des brûlures. Les symptômes ont empiré dans les jours suivants. Ce n'est qu'une dizaine de jours plus tard que certaines victimes ont commencé à chercher une assistance médicale pour ces symptômes. Au moment où les autorités médicales ont indiqué qu'elles soupçonnaient un accident radiologique, environ 17 jours s'étaient écoulés. Cet accident a provoqué des radiolésions chez 10 personnes dont trois avaient péri au cours des deux premiers mois malgré les traitements médicaux. Quelque 1870 personnes vivant dans un périmètre de 100 mètres autour du parc à ferrailles ont été exposées, et un grand nombre d'entre elles ont cherché une assistance médicale. Le ministère de la santé effectue un suivi des effets sanitaires de cet accident sur environ 258 d'entre elles, qui vivent dans un périmètre de 50 mètres autour du parc à ferrailles.

L'enquête a révélé que cet accident était dû au fait que la partie responsable de la source retirée du service ne

l'avait pas entreposée en sécurité. Toutefois, comme dans l'exemple précédent, si ceux qui ont acheté la tête radioactive avaient reconnu le symbole du trèfle, ils n'auraient pas essayé de la démonter et n'auraient pas été exposés aux rayonnements.

## Applications médicales courantes des sources radioactives scellées



Les sources scellées utilisées dans les applications médicales sont souvent très puissantes. Elles peuvent donc causer des lésions graves et potentiellement mortelles.

Les sources radioactives scellées sont utilisées dans plusieurs applications médicales pour le diagnostic et le traitement de maladies. L'une des utilisations les plus courantes est la téléthérapie qui permet d'appliquer des doses de rayonnements précises à des zones bien déterminées du corps. La téléthérapie utilise généralement le cobalt 60 comme source de rayonnements, mais certains équipements plus anciens utilisent le césium 137. Les équipements de téléthérapie peuvent être utilisés sûrement et efficacement pour éliminer les tumeurs mais, pour ce faire, ils doivent être correctement installés, calibrés et entretenus, et ne doivent être manipulés que

*Unité de téléthérapie de 500 TBq de cobalt 60 (AIEA).*



par un personnel qualifié, sous la supervision d'un radio-oncologue. Il peut aussi s'avérer nécessaire de changer les sources régulièrement. Une source ne peut être changée que par un fournisseur de sources agréé. La meilleure option pour la gestion des sources retirées du service est de les retourner au fournisseur. Si cela n'est pas possible, il faudrait les transférer à une organisation de gestion des déchets autorisée pour entreposage et stockage définitif.

Une autre application médicale courante des sources radioactives scellées est la curiethérapie. Contrairement à la téléthérapie, la curiethérapie est une application dans laquelle la source radioactive est en contact direct avec le patient, insérée dans une tumeur soit directement par une équipe chirurgicale, soit à distance à l'aide d'équipements spéciaux. Pour réduire les risques d'exposition aussi bien du patient que du personnel médical, le téléchargement est plus fréquemment utilisé. En sus des mesures habituellement prises pour réduire les risques d'exposition des patients et du personnel médical, il faut prendre garde, en curiethérapie, de ne pas laisser de source implantée dans l'organisme du patient après le traitement. En fonction des spécifications du fabricant, certaines sources de curiethérapie doivent être remplacées tous les 10–15 ans. Cela nécessite, non pas simplement des procédures appropriées pour la radioprotection pendant le remplacement et le transfert, mais aussi les procédures et les installations requises pour le stockage définitif de toutes les sources.



*Curiothérapie : applicateur de radium autrefois inséré dans les voies nasales des patients pour resserrer les tissus lymphoïdes. La petite capsule métallique de monel à la droite de l'applicateur peut contenir environ 1,8 GBq (50 millicuries) de radium 226.*

*Photos - © 1999 : Universités associées d'Oak Ridge*

## Prévention des pertes et des vols de sources

Une formation appropriée réduit le risque d'exposition aux rayonnements lors de l'utilisation des sources radiologiques scellées, mais la grande majorité des accidents graves sont dus à la perte ou au vol de sources. De bonnes pratiques et procédures d'utilisation peuvent contribuer à réduire ces accidents en empêchant la perte ou le vol des sources au départ.

- Conserver des données appropriées sur toutes les sources de rayonnements, y compris les isotopes, l'activité, le fabricant et le nom de la personne responsable.
- Établir un système efficace de comptabilité pour toutes les sources, y compris : un inventaire physique périodique du stock pour confirmer l'emplacement des sources, une vérification régulière de toutes les sources entreposées dans les conteneurs, et un registre des mouvements pour suivre les sources lorsqu'elles sortent de l'entrepôt, sont utilisées ou sont retournées.
- Maintenir et réparer régulièrement les équipements conformément aux recommandations du fabricant.
- Assurer la sécurité de toutes les sources pour éviter les vols.

## Curiethérapie

- Garder un conteneur blindé dans la zone de traitement au cours de l'utilisation pour mettre la source en sûreté au cas où elle sortirait accidentellement du corps du patient.
- Veiller, en utilisant des sources dans un applicateur, à ce que celui-ci soit bien fermé ou bien couvert.
- Fixer les aiguilles introduites dans l'organisme du patient pour éviter qu'elles n'aient du jeu.
- S'assurer que le nombre de sources extraites de l'organisme d'un patient est égal au nombre de sources introduites.
- Effectuer un contrôle radiologique avec un débitmètre à la fin de la thérapie pour s'assurer qu'il n'y a plus de source dans l'organisme du patient, la zone de traitement, ou le service.
- S'il manque des sources, effectuer un contrôle radiologique des pansements et des excréments du patient avant de s'en débarrasser.
- Si une source reste introuvable, effectuer un contrôle radiologique de tous les conteneurs (poubelles des anciens pansements, paniers de linge sale, etc.) provenant du service. Si nécessaire, effectuer un contrôle radiologique des itinéraires possibles entre la salle de traitement, d'une part, et, d'autre part, la buanderie, les zones de collecte des déchets ou d'autres zones possibles.
- Retourner les sources au magasin le plus vite possible après utilisation, en les transportant dans des conteneurs blindés.

## Plans d'urgence

Tous les utilisateurs de sources radiologiques scellées devraient avoir un plan d'urgence en place pour les cas d'endommagement, de vol ou de perte de sources. Ce plan devrait préciser la personne responsable, la personne à contacter et comment obtenir de l'assistance extérieure pour faire face à l'urgence.

## Gestion des déchets

Si une source radiologique scellée retirée du service n'est pas entreposée en sécurité, conditionnée ou stockée correctement, tôt ou tard, elle entraînera un accident. Lorsqu'une source n'est plus utile, il faudrait la stocker définitivement si possible. Garder des sources anciennes, juste au cas où (par exemple pour remplacer une source en utilisation), n'est pas une bonne pratique. Généralement oubliées, elles ne sont pas soumises aux tests d'étanchéité appropriés, et pourraient finalement être perdues ou volées. Les sources qui ne sont plus utilisées devraient être transférées à l'installation nationale de traitement des déchets radioactifs chargée de la gestion des déchets.

Un entreposage temporaire pourrait être acceptable si l'installation est sécurisée pour empêcher les vols ou les pertes, si la source est correctement conditionnée pour améliorer son blindage et sa stabilité, si des données appropriées sont conservées sur les sources et si celles-ci sont soumises à des vérifications physiques périodiques. Toutefois, un entreposage provisoire sécurisé pourrait être impossible dans un hôpital ou dans d'autres installations médicales. Étant donné que la source peut être volée, une bonne sécurité s'impose.

Lorsqu'une source n'est plus utilisée, l'organisme de réglementation devrait en être informé et des dispositions devraient être prises en vue de son stockage définitif, soit :

- en la retournant au fabricant pour stockage définitif au moment opportun, soit
- en la stockant dans une installation autorisée de stockage de déchets.

Si aucune de ces deux options n'est possible :

Il faudrait conditionner la source et l'entreposer en sécurité dans une installation de traitement et d'entreposage provisoire des déchets autorisée par l'organisme de réglementation.

Bien qu'elle soit logée dans une tête radiogène, la source retirée du service doit être conditionnée pour une gestion sûre. Il est recommandé de retourner les sources de téléthérapie retirées du service au fabricant ou de les envoyer à une installation autorisée de traitement des déchets.

Les données relatives à toutes les sources retirées du service devraient indiquer la manière dont elles ont été gérées. Elles devraient être maintenues conformément aux prescriptions de l'organisme de réglementation responsable et aux procédures techniques du responsable de la gestion des déchets.

## Conclusion

Le moyen le plus efficace de prévenir les accidents dus à des sources radioactives scellées est d'adopter des habitudes qui réduisent la probabilité de perte ou de vol de ces sources. Il incombe à ceux qui utilisent des sources dans leur travail de prendre les mesures nécessaires pour protéger le public et l'environnement et se protéger eux-mêmes des graves conséquences des accidents, chaque fois qu'ils travaillent avec une source radiologique. Il faudrait transférer les sources qui ne sont plus utilisées à des responsables de la gestion des déchets le plus vite possible.



*Photo de couverture : Appareil de téléthérapie utilisé sur un patient/ V. Friedrich, Section de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport, AIEA.*

*De plus amples informations sur les sources radioactives scellées ou les rayonnements en général peuvent être obtenues auprès de l'organisme de réglementation national et le site de l'Agence internationale de l'énergie atomique <http://www.iaea.org>*

*Division de la sûreté radiologique  
et de la sûreté du transport et des déchets de l'AIEA  
C. Mac Kenzie (Rédaction)*

*Division de l'information de l'AIEA  
A. Diesner-Kuepfer (Conception et présentation)*



**IAEA**

**Division de l'information**  
Wagramer Strasse 5, B.P. 100  
1400 Vienne (Autriche)

Téléphone: +43 (1) 2600 21270/21275  
Télécopie: (+431) 2600 29610  
Courriel: [info@iaea.org](mailto:info@iaea.org)  
[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

Imprimé par l'AIEA en Autriche, septembre 2005  
IAEA/PI/A.81 / 05-09482