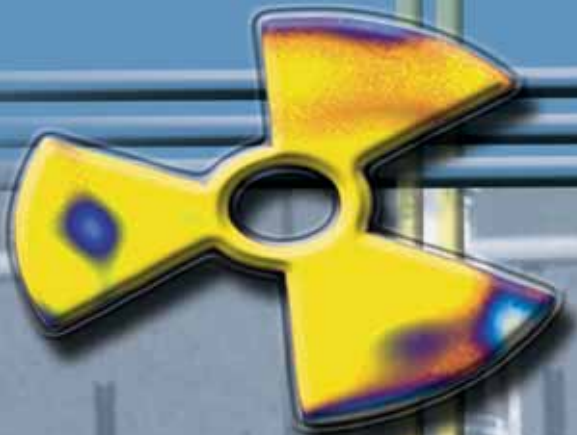




IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

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



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 les enseignements. 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.

Un organisme national de gestion des déchets récupère et traite les sources et les sécurise en les entreposant dans une installation jusqu'à ce que le stockage définitif soit possible. On espère que la présente brochure fournira les informations appropriées aux utilisateurs de sources dans le domaine industriel, contribuant ainsi à réduire les accidents et les blessures dus aux sources radioactives scellées.

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.

Accident mortel au Maroc. En 1984, un grave accident a fait huit morts au Maroc lorsqu'une source de radiographie à l'iridium s'est détachée du câble de commande et n'a pas été remise dans le conteneur blindé. Tombée par terre, elle a été ramassée par un passant qui l'a emmenée à la maison. Certes elle était trop petite pour porter des signaux d'avertissement, mais le dispositif d'exposition lui-même portait le symbole international des rayonnements (trèfle). Pendant des mois, plusieurs membres et des parents de la famille ont été exposés et sont morts, d'«hémorragie pulmonaire», d'après le diagnostic clinique. Ce n'est qu'après la mort du dernier membre de la famille qu'on a soupçonné les rayonnements d'être à l'origine de ces décès. L'enquête a montré que cet accident aurait pu être évité si on avait mesuré l'intensité du rayonnement après la radiographie pour s'assurer que la source avait été bien retournée dans la position fermée.

Contamination en Espagne. En mai 1998, une source au césium 137 non décelée a été fondue dans un four électrique d'Acerinox, une usine de fabrication d'acier inoxydable de Los Barrios (Espagne). Cela a produit des vapeurs dont l'absorption dans un système de filtrage a entraîné la contamination des 270 tonnes de poussière déjà amassées. Cette poussière a par la suite été envoyée à deux usines pour traitement dans le cadre des activités ordinaires de maintenance. L'une de ces usines a reçu 150 tonnes qu'elle a utilisées dans un processus de stabilisation de marais, augmentant la masse de la matière contaminée à 500 tonnes et contaminant le marais. La première alerte a été donnée début juin lorsqu'un camion vide de retour après livraison de la poussière a déclenché au passage le système d'un détecteur à l'entrée. Plusieurs jours plus tard, des niveaux élevés de césium 137 ont aussi été détectés dans le sud de la France et le nord de l'Italie.

Les conséquences radiologiques de cet événement furent minimales, avec six personnes légèrement contaminées par du césium 137, mais ses conséquences économiques, politiques et sociales furent extrêmement importantes. Le coût total estimé de l'assainissement, de l'entreposage des déchets et de l'interruption des activités des sociétés affectées a dépassé les 25 millions de dollars des États-Unis. Les causes profondes de cet accident ont été la perte de contrôle de la source de césium et le fait que l'usine d'acier n'a pas détecté la source perdue dans la cargaison de ferraille lorsqu'elle avait été reçue.

Blessures graves au Pérou. En février 1999, une section d'un tuyau était en réparation à la centrale hydroélectrique de Yanango (Pérou). Vers la fin des travaux, un dispositif de radiographie gamma a été laissé sans supervision et verrouillé, le câble de commande, et non le tube de guidage, étant raccordé à l'intérieur du tuyau. À un moment de la journée, la source d'iridium s'est détachée du dispositif. Un soudeur a ramassé la source non protégée, l'a mise dans la poche arrière de son pantalon et est rentré chez lui. Au moment où l'on s'est aperçu de la disparition de la source, quelque neuf heures s'étaient écoulées et le soudeur et son épouse avaient été exposés aux rayonnements. La blessure la plus grave a été celle du soudeur en raison du contact direct avec la source et a nécessité l'amputation d'une jambe et une longue hospitalisation.

L'enquête a déterminé que les causes profondes de cet accident étaient la supervision inadéquate de la source sur le chantier et le manque de formation de la personne responsable de la radiographie. Le soudeur ignorait les risques liés aux rayonnements. On s'est en outre aperçu que la conception du dispositif de la source permettait d'ôter les verrous avec un tournevis ordinaire, et a donc permis d'enlever facilement la source. On n'a jamais pu déterminer avec certitude comment la source en est venue à se détacher du dispositif dans ce cas précis.

Applications industrielles courantes des sources radioactives scellées

Un grand nombre d'accidents rapportés à l'AIEA mettant en jeu des sources radioactives scellées ont trait aux applications industrielles des sources. Les sources industrielles sont utilisées dans de nombreuses activités, souvent dans des équipements mobiles.

L'une des applications industrielles les plus courantes des sources est la radiographie gamma où elles sont utilisées dans les essais non destructifs pour vérifier les soudures, notamment des conduites de gaz et d'eau. En radiographie gamma, la source est logée dans un dispositif blindé et sera déplacée à travers un tube de guidage jusqu'à un collimateur placé à l'intérieur du tuyau. La source (en général une source à l'iridium 192) émet des faisceaux contrôlés de rayonnements qui traversent la soudure et arrivent sur un film photographique. La radiographie résultante montre les éventuels défauts de soudure.



Source de radiographie industrielle. Ce type de source était utilisé aux États-Unis dans les années 1930 et 1940 pour inspecter les soudures et le coulage des métaux.

Photos - © 1999 Universités associées d'Oak Ridge

Les sources radioactives scellées sont aussi utilisées dans de nombreuses jauges portables. Les jauges nucléaires peuvent servir à mesurer la densité, l'épaisseur, ou l'humidité ou à déterminer les matières, à partir du type d'interaction entre celles-ci et les rayonnements émis par la source. Toutes les jauges nucléaires utilisent une source placée dans un conteneur blindé qui émet des rayonnements mesurés ensuite par au moins un détecteur. Elles servent couramment à mesurer l'uniformité dans la construction routière et en diagraphie. Celle-ci permet de caractériser les propriétés des formations souterraines, comme les puits de pétrole et d'eau possibles, en fonction

de leur réaction aux rayonnements émis par la source de diagraphie.



Sources gamma de radiographie industrielle utilisées pour les couches métalliques épaisses et les zones confinées. La petite capsule

métallique au bout du câble souple contient 1,1–3,7 TBq (30–100 curies) d'iridium 192 ou de cobalt 60.

Photos - © 1999 Universités associées d'Oak Ridge

Prévention des pertes de sources

Certes une formation et une expérience appropriées réduisent le risque d'exposition aux rayonnements lors de l'utilisation des sources, mais la grande majorité des accidents graves dans les applications industrielles est due à la perte ou au vol de sources.

Les risques de perte de sources de radiographie gamma utilisées dans l'industrie sont élevés dans la mesure où elles sont mobiles et sont utilisées dans des environnements moins contrôlés. Une bonne maintenance des équipements et des pratiques et des procédures d'exploitation appropriées peuvent réduire les risques de perte des sources au départ. Toute source retirée du service devrait être immédiatement transférée à l'organisation de gestion des déchets ou retournée au fabricant.

Radiographie gamma

- Entretien correctement les équipements conformément aux recommandations du fabricant, en particulier les parties mécaniques mobiles, pour réduire la probabilité qu'une source manque de se rétracter dans la position blindée.
- Vérifier régulièrement le matériel pour détecter les problèmes de manivelle, les signes de déformation du câble, ou les problèmes de couplage de la queue de cochon.

- Suivre les instructions des fabricants pour la maintenance ordinaire.
- Avoir en permanence un détecteur sous la main lorsqu'on utilise la source. Tester le détecteur avant chaque utilisation pour s'assurer qu'il fonctionne bien et est régulièrement entretenu.
- Entreposer les sources dans une installation d'entreposage sécurisée lorsqu'elles ne sont pas utilisées. Conserver les clés séparées du dispositif de la source.
- Vérifier le dispositif de la source avant de partir pour le chantier pour s'assurer que le conteneur est verrouillé. Vérifier à l'aide d'un détecteur que la source est dans la position blindée.
- Ne jamais transporter un conteneur de source en laissant les clés dans le sas.
- N'utiliser les sources radioactives que dans un environnement contrôlé, avec des barrières, des signaux d'avertissement, et une protection en place. Vérifier la zone pendant l'exposition au moyen d'un détecteur.
- Utiliser les sources lorsqu'il y a peu ou pas de collègues dans la zone (pause déjeuner, après les heures de travail, etc.). Avertir les responsables et les collègues lorsqu'on envisage de faire une exposition aux rayonnements.
- Retourner les sources qui ne sont plus utilisées au fournisseur si possible ou les transférer à l'organisme national chargé de la gestion des déchets.

Les accidents radiographiques industriels sont souvent dus au fait que les radiographes (ou d'autres opérateurs qualifiés) n'effectuent pas de levés radiologiques appropriés. Seule l'utilisation appropriée d'un détecteur peut permettre aux radiographes de localiser efficacement les sources et d'éviter les accidents.

Levés radiologiques

Le radiographe peut, au moyen d'un détecteur, mesurer l'intensité initiale du rayonnement du dispositif à la sortie de l'entrepôt pour s'assurer que la source n'est pas exposée. Cela fournit aussi une base de comparaison avec les mesures suivantes. La cause de toute lecture inhabituelle devrait être recherchée.

Le radiographe devrait observer le détecteur en exposant la source pendant l'opération. L'intensité du rayonnement devrait enregistrer une hausse brutale lorsque la source sort du conteneur blindé, et diminuer progressivement à mesure que la source traverse le tube de guidage.

Jauges nucléaires et diagraphie

- Entreposer les sources en sécurité lorsqu'elles ne sont pas utilisées.
- Conserver des relevés appropriés des sources entreposées.
- Effectuer un inventaire physique régulier de toutes les sources.
- Assurer la maintenance et l'entretien de toutes les sources radioactives conformément aux instructions du fabricant. En particulier, compte tenu des rudes conditions d'utilisation, inspecter régulièrement le matériel pour s'assurer que l'étiquetage de la source est toujours visible.
- Mesurer l'intensité du rayonnement avant et après l'utilisation de la source, y compris autour de l'entrepôt, dans le véhicule de transport et là où la source a été utilisée.
- Effectuer des mesures appropriées de l'intensité du rayonnement avec un détecteur pour localiser les sources perdues.
- En diagraphie, le plus grand risque d'accident est la perte des sources radioactives qui tombent au fond des puits. Lorsqu'une source est perdue, faire des efforts raisonnables, à distance, pour la sortir du puits, et aviser l'organisme de réglementation responsable afin qu'il procède à une évaluation de

la sûreté. Il faudrait éviter d'endommager la source pendant la tentative de récupération et mesurer l'intensité du rayonnement sur le site après sa récupération pour s'assurer qu'il n'a pas été contaminé. Toute source endommagée devrait être transférée à l'organisme responsable de la gestion des déchets pour la gestion à long terme.

Prendre des mesures pour réduire au minimum le risque de perte des sources pendant l'entreposage et le transport.



Plans d'urgence

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

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, et non l'entreposer dans les locaux de l'utilisateur. Garder des sources anciennes, juste au cas où (par exemple pour remplacer une source en utilisation), n'est pas une bonne pratique. Elles peuvent être oubliées, perdues ou volées.

Un entreposage temporaire pourrait être acceptable si l'installation est sécurisée pour empêcher les pertes ou les vols, si la source est bien 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. Étant donné que la source peut être volée et utilisée abusivement, une bonne sécurité

s'impose. Lorsqu'une source n'est plus utilisée, l'organisme de réglementation responsable devrait en être informé et des dispositions prises en vue de sa gestion :

- Soit en la retournant au fabricant pour stockage définitif au moment opportun
- Soit en la transférant à l'organisme 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 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 l'organisme national responsable de la gestion des déchets le plus vite possible.



Photo de couverture : Spécialiste de radiographie industrielle portant un dosimètre thermoluminescent.

Des informations supplémentaires sur les sources radioactives scellées ou sur les rayonnements en général peuvent être obtenues auprès de l'organisme de réglementation national et sur le site web 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 : (+43 1) 2600 29610
Courriel : info@iaea.org
www.iaea.org

Imprimé par l'AIEA en Autriche, septembre 2005
IAEA/PI/A.82 / 05-09492