



Protéger contre toutes les sources possibles de rayonnements ionisants grâce à l'élaboration et à l'application des normes de sûreté les plus récentes.

Uranium appauvri

L'uranium appauvri est un sous-produit de la fabrication des combustibles utilisés dans certains types de réacteurs et d'armes nucléaires. Pour obtenir ces combustibles, l'uranium (U) est enrichi en vue d'accroître sa teneur en isotope ^{235}U , responsable de la fission nucléaire. Le mélange restant après séparation de l'uranium enrichi est appelé uranium appauvri car il contient des quantités réduites des isotopes ^{235}U et ^{234}U . Il possède les mêmes propriétés chimiques que l'uranium naturel mais est 60 % moins radioactif. C'est aussi un métal très dense, ce qui lui vaut plusieurs utilisations industrielles, notamment dans la fabrication des ballasts des navires et des avions.

L'uranium appauvri entre également dans la production de munitions capables de transpercer les blindages. Celles-ci ont été utilisées pour la première fois pendant la guerre du Golfe en 1991 puis, plus récemment, avec l'entrée des troupes de l'OTAN dans le conflit du Kosovo. Certains craignent que la présence d'uranium appauvri provenant de ce type de

munitions dans les zones de conflit n'entraîne des risques pour la santé des populations qui vivent et travaillent dans ces régions ainsi que pour l'environnement. Ces risques pourraient être liés aux propriétés chimiques ou radiologiques de l'uranium appauvri.

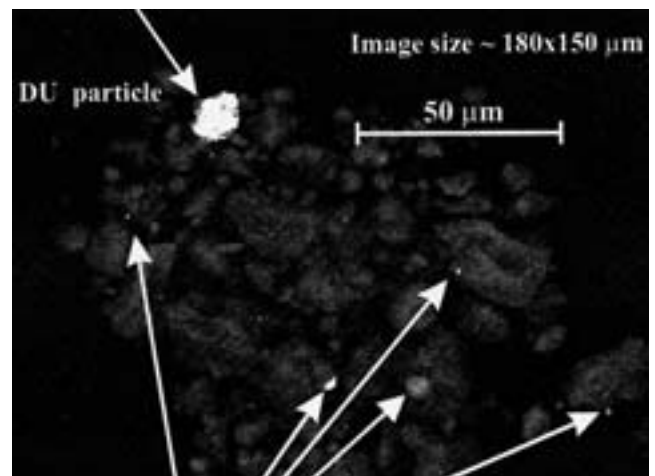
De par son Statut, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a comme mandat spécifique, non seulement d'élaborer, en consultation et en collaboration avec les autres organismes des Nations Unies, des Normes de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, mais également de veiller à l'application de ces normes. En ce qui concerne les risques potentiels liés aux rayonnements, l'AIEA a mis au point les Normes fondamentales internationales en coopération avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Appelées NFI, ces normes couvrent un large éventail de situations qui entraînent ou sont susceptibles d'entraîner des risques

Munitions à l'uranium appauvri utilisées pendant le conflit du Kosovo.
Photo: A. Bleise/AIEA



Images de particules d'uranium appauvri (zones claires) obtenues au microscope électronique à balayage équipé d'un détecteur de fluorescence X à dispersion d'énergie.

Photo: P. Danesi/AIEA



d'exposition à des rayonnements tels que ceux émis par l'uranium appauvri.

Les NFI définissent les limites d'exposition à toutes les combinaisons possibles des isotopes de l'uranium, y compris ceux présents dans l'uranium appauvri. Ces limites sont basées sur les recommandations de deux organes consultatifs d'experts, à savoir la *Commission internationale de protection radiologique (CIPR)* qui élabore des recommandations concernant la protection radiologique et le *Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR)* qui évalue les effets des rayonnements sur la santé. Les limites établies dans les NFI varient selon qu'il s'agit de travailleurs ou du grand public, mais s'appliquent à toutes les utilisations ou pratiques faisant intervenir des rayonnements ionisants.

Les NFI fixent les limites des doses annuelles d'exposition à 1 mSv pour le grand public et à 20 mSv pour les travailleurs. Dans le cas précis de l'uranium appauvri, pour savoir si ces limites ont été franchies, par exemple dans d'anciennes zones de conflit, il faudrait étudier un groupe représentatif d'individus et calculer les doses potentielles de rayonnements auxquelles ils ont pu être exposés dans les conditions spécifiques de terrain.

Les analyses de laboratoire constituent un élément important du processus de détermination des doses potentielles émises par les sources naturelles de rayonnements. Des échantillons de matériel susceptible d'être contaminé par la radioactivité, c'est-à-dire, dans le cas de l'uranium appauvri, des échantillons de sol, de végétaux ou de tout objet touché par des munitions à l'uranium appauvri, doivent être prélevés sur le terrain. Appuyé par un réseau mondial de laboratoires spécialisés, le Laboratoire de l'AIEA à Seibersdorf a la capacité de collecter et d'analyser ces échantillons en vue d'y détecter la présence éventuelle de nombreux radioisotopes. Cependant, seules des méthodes appropriées de manipulation et de collecte des échantillons peuvent garantir la qualité des résultats. Une fois au laboratoire, les échantillons sont soumis à des tests de détection de la radioactivité, tests que le Laboratoire de Seibersdorf effectue notamment à l'aide d'un spectromètre gamma. Si cet essai est positif, les échantillons sont traités et analysés grâce à d'autres techniques radiochimiques afin d'identifier la source

Créé en 1999, le Réseau de laboratoires d'analyse pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement (ALMERA) de l'AIEA rassemble quelque 80 laboratoires de 65 pays capables de fournir à l'Agence un appui radioanalytique pour l'évaluation radiologique dans les régions touchées par des émissions accidentelles ou intentionnelles de substances radioactives.

de radioactivité et de mesurer précisément les doses de rayonnements. Dans le cas de l'uranium appauvri, il importe également de déterminer ses caractéristiques physiques (taille des particules), étant donné que l'inhalation des petites particules constitue le mode de contamination le plus courant.

Les techniques radiochimiques d'identification et de mesure des radionucléides présents dans les échantillons nécessitent la destruction desdits échantillons. Le matériel et les techniques utilisés dépendent des caractéristiques des éléments identifiés, notamment de la taille des molécules, du poids moléculaire et du type de rayonnement (alpha, bêta ou gamma) émis. Pour un élément lourd comme l'uranium, un spectromètre de masse à plasma inductif (SMPI) peut être utilisé pour analyser l'uranium appauvri après traitement et dissolution de l'échantillon. Il est capable de détecter dans les échantillons en solution des quantités infimes d'isotopes de l'uranium et de mettre en évidence de faibles différences (en parties par trillion) entre l'uranium naturel et l'uranium appauvri.

L'AIEA a, en collaboration avec d'autres organismes de l'ONU, examiné d'autres cas de contamination potentielle de l'environnement par la radioactivité, notamment en Polynésie française, aux îles Marshall, au Kazakhstan et en mer de Kara, en vue de déterminer si les valeurs enregistrées se situent dans les limites des NFI. Le Laboratoire de Seibersdorf a également participé à certaines opérations destinées à observer un grand nombre d'éléments radioactifs dans l'environnement, par exemple à Tchernobyl, sur les atolls de Mururoa et Fangataufa et à Semipalatinsk.

Pour que l'AIEA puisse entreprendre une évaluation radiologique pour le compte d'un Etat Membre, non seulement celui-ci doit lui en formuler la demande officiellement, mais aussi le problème radiologique à analyser doit être bien défini et les dispositions financières de l'opération arrêtées d'un commun accord.

Lorsque ces conditions sont réunies, l'AIEA, qui possède l'expertise nécessaire, peut organiser et coordonner une étude internationale d'évaluation de la situation radiologique. Cette étude se déroule généralement en quatre phases, à savoir :

- Détermination du terme-source grâce à un programme de surveillance de l'environnement;
- Modélisation des voies potentielles de transfert de l'environnement aux êtres humains;
- Evaluation des doses de rayonnements reçues par des groupes d'individus représentatifs;
- Comparaison de ces doses aux prescriptions des Normes fondamentales internationales.

Si cette étude révèle que les doses observées ne sont pas conformes aux NFI, l'AIEA recommande des mesures correctives possibles. Lorsque ces doses

En novembre 2000, l'AIEA a participé à une étude coordonnée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) sur 11 sites où des munitions à l'uranium appauvri avaient été utilisées pendant le conflit du Kosovo. Cette étude a conclu qu'on ne pouvait détecter une contamination par l'uranium appauvri à la surface du sol qu'à quelques mètres des obus, et qu'elle était particulièrement concentrée aux points d'impact. La mission avait identifié certains points de contamination mais la plupart d'entre eux n'étaient que, légèrement contaminés. L'étude a en outre conclu que, compte tenu des faibles niveaux de radioactivité détectés, il n'y avait pas de risques significatifs liés à ces points de contamination pour l'air, l'eau et les plantes. Elle a noté que le seul risque de quelque importance était, soit de se contaminer en touchant un point de contamination et en faisant passer le contaminant à la bouche, soit d'ingérer directement de la terre contaminée. Malgré ce faible niveau de risque, le PNUE a recommandé de prendre des précautions en identifiant tous les sites où pourrait subsister de l'uranium appauvri pour savoir si un assainissement s'imposait ou non. Des études à long terme de la contamination de l'environnement et de la contamination par l'uranium appauvri devraient être entreprises dans d'autres parties de la région.

sont telles qu'elles pourraient porter préjudice à la santé, c'est à l'OMS d'intervenir.

¹ Publication de la CIPR; Pergamon Press 1999.

En ce qui concerne l'assainissement éventuel des zones où ont été utilisées des munitions à l'uranium appauvri, les NFI ne définissent pas les critères spécifiques qui pourraient aider à prendre des mesures appropriées, mais la CIPR a établi des critères de dose qui pourraient en principe être appliqués. De nombreuses décisions en matière de protection radiologique sont basées sur la comparaison des doses observées à la limite de 1 mSv par an fixée pour le grand public. Cependant, la CIPR a élaboré des directives basées sur une échelle de niveaux de doses pour aider à prendre des décisions pratiques dans certaines situations.

Toute intervention d'assainissement de l'environnement doit se justifier du point de vue radiologique au cas par cas. Les critères fixés pour les doses individuelles sont uniquement destinés à guider la prise de décisions, laquelle ne doit jamais être motivée par un seul facteur pris isolément. Sous réserve de ce qui précède, la CIPR recommande différentes approches en fonction des doses effectives. Au-dessus d'une dose individuelle effective de 100 mSv, l'intervention devrait être «presque toujours justifiable» et, au-dessus

i S. Fetter et F.N. von Hippel, *Science and Global Security*, 8:2 125-161, 1999. Rapport du PNUE «Depleted Uranium in Kosovo, Post-Conflict Environmental Analysis».

ii A partir de valeurs maximales, S. Fetter et F. N. von Hippel ont calculé des doses de 30 µSv par an (S. Fetter et F. N. von Hippel, déjà cités). Des doses maximales de 30 à 100 µSv par an selon le groupe d'âge ont été rapportées par A. Nusser et coll. dans un document élaboré pour le Groupe de travail «Article 31» de la Commission européenne sur l'uranium appauvri (Nusser, A., Kugeler, E., et Thierfeldt, S, Estimation of Effective Doses due to Depleted Uranium, Brenk Systemplanung, Aachen 2001). Des doses comparables sont données dans le rapport du PNUE «Depleted Uranium in Kosovo, Post-Conflict Environmental Analysis».

Voie de contamination	Dose effective estimée	Remarques	Intervention?
Manipulation de projectiles à l'uranium appauvri	Quelques dizaines de mSv	Sur la base d'un débit de dose de contact de 2 à 2,5 mSv par heure à la peau ⁱ en supposant que ce contact dure 10% du temps. Comparable à la dose reçue par une personne dans un char rempli de munitions à l'uranium appauvri.	Une intervention peut s'avérer nécessaire.
Inhalation d'aérosols d'uranium appauvri	Quelques mSv	Doses probables inhalées en entrant dans des véhicules militaires touchés par des munitions à l'uranium appauvri.	Doses situées dans les limites où une intervention devrait être envisagée.
Exposition à l'uranium appauvri dans l'environnement	Moins de 1 mSv	Ces doses comprennent celles dues à l'inhalation et à l'ingestion d'aérosols d'uranium appauvri. Probablement de l'ordre de quelques µSv pour la plupart des gens, même à proximité des champs de bataille ⁱⁱ .	Doses inférieures à la limite de 1 mSv fixée pour le public et probablement proche des niveaux d'«exemption» de l'AIEA.

de 10 mSv, elle «*pourrait s'avérer nécessaire*». En revanche, à des doses inférieures à 1 mSv, l'intervention n'est «*probablement pas justifiable*».

Pour savoir si des mesures correctives (y compris des opérations d'assainissement) se justifient ou non, il faut d'abord évaluer les doses que reçoivent les individus exposés à l'uranium appauvri puis les comparer aux critères de la CIPR. Le tableau ci-dessous présente les doses potentielles aux populations vivant dans des zones contaminées par l'uranium appauvri dans différentes situations d'exposition. Ces doses constituent des doses théoriques basées sur des hypothèses basses.

Elles montrent que la seule mesure corrective nécessaire dans d'anciennes zones de conflit pourrait être d'enlever les munitions à l'uranium appauvri encore présentes au sol et, éventuellement, les véhicules blindés touchés par ces munitions. Cela évitera que les gens entrent en contact direct avec ces sources potentielles de contamination. L'ampleur de cette opération dépendra de plusieurs facteurs, notamment le nombre et la situation géographique des zones touchées ainsi que le nombre de munitions et de véhicules recensés. Les mesures de précaution pourraient également comprendre une campagne de sensibilisation destinée à informer les populations locales (y compris les militaires) des dangers potentiels des munitions à l'uranium appauvri, et à les dissuader de les ramasser. Il est peu probable que la protection radiologique nécessite un assainissement complet — enlèvement du sol ou filtrage de l'eau de consommation — des zones où des munitions à l'uranium appauvri ont été utilisées.

Du point de vue radiologique, il ne semble pas, en l'état actuel des connaissances, que les munitions à l'uranium appauvri présentent un risque sanitaire significatif. Cependant, étant donné que peu d'études ont été effectuées jusque-là sur d'anciennes zones de conflit où ces munitions ont été utilisées, des évaluations et



*Levé radiologique dans les régions du Kosovo où des armes à l'uranium appauvri ont été utilisées.
Photo : A. Bleise/AIEA.*

des études plus poussées s'avèrent nécessaires pour confirmer cette assertion.

En plus de l'évaluation radiologique, l'AIEA est en train d'élaborer un cours pour aider les Etats Membres à acquérir les méthodes analytiques et les techniques à utiliser pour détecter et mesurer l'uranium appauvri dans les anciennes zones de conflit. A partir d'exercices pratiques, d'études de cas et de travaux en laboratoire, ce cours permettra aux participants d'acquérir les techniques d'identification, de caractérisation et de suivi des sources d'uranium appauvri. Il leur permettra en outre de se familiariser avec les méthodes appropriées pour collecter des échantillons représentatifs et des données fiables, établir la base d'évaluation des retombées sanitaires des contaminations, effectuer des modélisations radioécologiques et évaluer le niveau du risque. Cette initiative s'inscrit dans le cadre des efforts déployés actuellement par l'AIEA pour renforcer la protection radiologique au niveau des Etats Membres.

Agence internationale de l'énergie atomique
Division de l'information
01-01199 / FS Series 3/02/F

*Seibersdorf — Analyse d'échantillons de sol provenant de sites du Kosovo où a été détecté de l'uranium appauvri. Photo: P. Pavlicek/AIEA.
A gauche : Echantillon de sol brut. Au centre: Traitement des échantillons. A droite: Analyse au SMCI.*

