

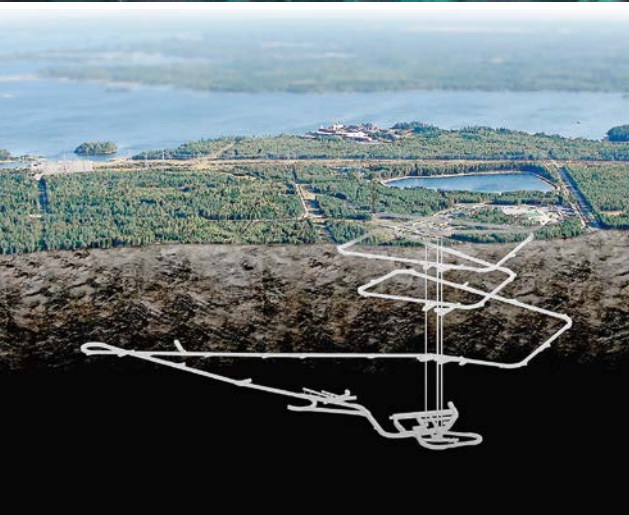
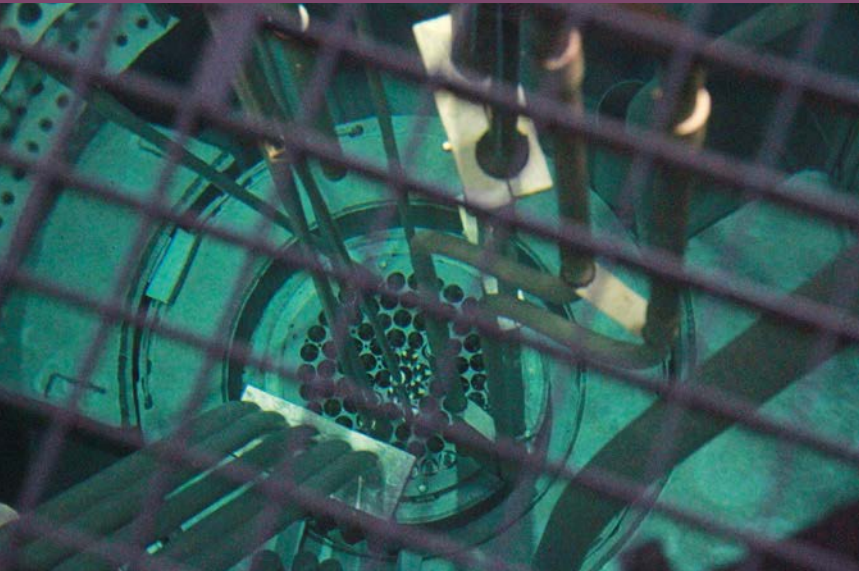
IAEA BULLETIN

Agence internationale de l'énergie atomique

5-3-septembre 2014 • www.iaea.org/bulletin



Relever le défi des déchets radioactifs





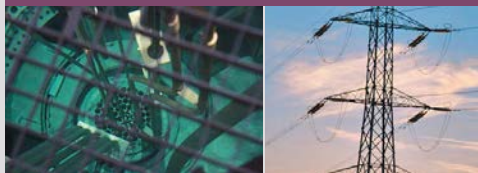
IAEA BULLETIN

Agence internationale de l'énergie atomique

5-8 septembre 2014 • www.iaea.org/bulletin



Relever le défi des déchets radioactifs



Le Bulletin de l'AIEA

est produit par le Bureau de l'information et de la communication

Agence internationale de l'énergie atomique

B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)

Téléphone : (43-1) 2600-21270

Fax : (43-1) 2600-29610

iaeabulletin@iaea.org

Rédacteur : Aabha Dixit

Conception et production : Ritu Kenn

LE BULLETIN DE L'AIEA est disponible

› en ligne : www.iaea.org/bulletin

› comme application pour iPad : www.iaea.org/bulletinapp

bulletinapp

Des extraits des articles du Bulletin peuvent être utilisés librement à condition que la source en soit mentionnée.

Lorsqu'il est indiqué que l'auteur n'est pas fonctionnaire de l'AIEA, l'autorisation de reproduction, sauf à des fins de recension, doit être sollicitée auprès de l'auteur ou de l'organisation d'origine.

Les opinions exprimées dans le Bulletin ne représentent pas nécessairement celles de l'Agence internationale de l'énergie atomique, et l'AIEA décline toute responsabilité à cet égard.

Couverture :

Les techniques nucléaires sont utilisées dans de nombreux domaines tels que la santé humaine, l'agriculture et la production d'électricité. Il existe des techniques d'entreposage et de stockage définitif pour la gestion des déchets radioactifs résultant de ces activités.

(Photos : AIEA ; Andra ; Posiva Oy ; Photodisc)

[Découvrez cette édition sur iPad](#)



L'Agence internationale de l'énergie atomique a pour mission de prévenir la dissémination des armes nucléaires et d'aider tous les pays – en particulier ceux du monde en développement – à tirer parti de l'utilisation pacifique, sûre et sécurisée de la science et de la technologie nucléaires.

Créée en tant qu'organisme autonome des Nations Unies en 1957, l'AIEA est la seule organisation du système de l'ONU ayant les compétences requises dans le domaine des technologies nucléaires. Ses laboratoires spécialisés uniques aident à transférer des connaissances et des compétences aux États Membres de l'AIEA dans des domaines comme la santé humaine, l'alimentation, l'eau et l'environnement.

L'AIEA sert aussi de plateforme mondiale pour le renforcement de la sécurité nucléaire. L'AIEA a mis en place la collection Sécurité nucléaire, qui rassemble des publications d'orientations sur la sécurité nucléaire faisant l'objet d'un consensus international. Ses travaux visent en outre à réduire le risque que des matières nucléaires et d'autres matières radioactives tombent dans des mains de terroristes, ou que des installations nucléaires soient la cible d'actes malveillants.

Les normes de sûreté de l'AIEA fournissent un système de principes fondamentaux de sûreté et sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants. Elles ont été élaborées pour tous les types d'installations et d'activités nucléaires destinées à des fins pacifiques ainsi que pour les mesures de protection visant à réduire les risques radiologiques existants.

En outre, l'AIEA vérifie, au moyen de son système d'inspections, que les États respectent leurs engagements, conformément au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires et à d'autres accords de non-prolifération, de n'utiliser les matières et installations nucléaires qu'à des fins pacifiques.

Le travail de l'AIEA est multiple et fait intervenir un large éventail de partenaires au niveau national, régional et international. Ses programmes et ses budgets sont établis sur la base des décisions de ses organes directeurs – le Conseil des gouverneurs, qui compte 35 membres, et la Conférence générale, qui réunit tous les États Membres.

L'AIEA a son siège au Centre international de Vienne. Elle a des bureaux locaux et des bureaux de liaison à Genève, New York, Tokyo et Toronto. Elle exploite des laboratoires scientifiques à Monaco, Seibersdorf et Vienne. En outre, elle apporte son appui et contribue financièrement au fonctionnement du Centre international Abdus Salam de physique théorique à Trieste (Italie).

TABLE DES MATIÈRES

IAEA Bulletin 55-3-septembre 2014

La science et la technologie au service d'une gestion sûre et durable des déchets radioactifs	2
Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA	
Que sont les déchets nucléaires ?	3
Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA	
Étapes de la gestion des déchets radioactifs tout au long de leur cycle de vie	5
Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA	
L'AIEA soutient l'application des normes de sûreté et des meilleures pratiques en matière de gestion des déchets radioactifs	8
Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA	
Gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif	10
Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA	
Questions de prime importance : l'entreposage et le stockage définitif des déchets	12
Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA	
Gestion de bout en bout des sources radioactives scellées retirées du service dans la région de la Méditerranée	16
Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Conditionnement de sources radioactives au Monténégro : cours interrégional de l'AIEA	18
Louise Potterton, du Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA, et Vilmos Friedrich, consultant international et conférencier au cours interrégional	
L'AIEA associe la communauté internationale à la gestion des déchets radioactifs	19
Département de la sûreté et de la sécurité nucléaires et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA	
L'avenir : des technologies innovantes pour la transformation et le stockage définitif des déchets radioactifs	22
Alexander V. Bychkov, Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA	
Aspects juridiques de la gestion des déchets radioactifs : Instruments juridiques internationaux pertinents	24
Anthony Wetherall et Isabelle Robin, Bureau des affaires juridiques de l'AIEA	
Réglementation de la gestion des déchets radioactifs au niveau national	26
Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets de l'AIEA et Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Création de capacités dans la gestion des déchets radioactifs	27
Omar Yusuf, Département de la coopération technique de l'AIEA	

LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE AU SERVICE D'UNE GESTION SÛRE ET DURABLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Les techniques nucléaires sont d'une aide extrêmement précieuse dans de nombreux domaines tels que la médecine, l'agriculture et la production d'électricité. La gestion des déchets radioactifs issus des activités menées dans ces domaines et dans d'autres est souvent considérée comme un problème. Pourtant, les technologies d'entreposage sont utilisées depuis longtemps avec de bons résultats, et il existe également des technologies de stockage définitif.



Une gestion sûre et durable de ces déchets demande de solides capacités scientifiques et technologiques.

La gestion sûre et durable de ces déchets demande de solides capacités scientifiques et technologiques. Les techniques continuent d'évoluer, notamment dans des domaines tels que le stockage géologique des déchets de haute activité et du combustible nucléaire usé.

Des cadres juridiques, gouvernementaux et réglementaires adaptés doivent être en place.

Parallèlement, il est essentiel que le public soit tenu bien informé. Ce n'est pas une coïncidence si les pays qui font le plus preuve d'ouverture et de transparence sont ceux dans lesquels les techniques nucléaires suscitent le moins d'inquiétudes chez la population.

Si j'ai décidé de consacrer le Forum scientifique 2014 de l'AIEA aux techniques de gestion des déchets radioactifs, c'est afin

de permettre à des experts du monde entier de se réunir pour s'entretenir des difficultés rencontrées et des solutions mises en œuvre, et pour expliquer au grand public les techniques employées.

Il appartient à chaque pays qui recourt aux techniques nucléaires d'assurer la gestion et le stockage définitif des déchets dans des conditions de sûreté, mais les États peuvent tirer largement parti de leurs expériences individuelles. L'un des principaux rôles de l'AIEA est d'offrir une structure pour la mise en commun des expériences et des meilleures pratiques.

Depuis sa création, l'AIEA s'emploie activement à aider les États Membres à gérer les déchets radioactifs dans des conditions de sûreté, en vue de protéger les personnes et l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants. Nous élaborons des normes de sûreté et des orientations, nous publions des rapports techniques et nous organisons des cours, des ateliers et des réunions techniques afin d'aider les États à mettre en œuvre de manière sûre et durable des programmes de gestion des déchets radioactifs.

Le Forum scientifique intitulé Relever le défi des déchets radioactifs sera l'occasion de faire le point sur les progrès technologiques en matière de gestion des différents types de déchets radioactifs. Il y sera question des solutions déjà en vigueur, mais aussi des technologies émergentes. Des organismes et des experts de renom spécialisés dans la gestion des déchets viendront partager leurs connaissances.

La présente édition du Bulletin de l'AIEA vise à permettre aux lecteurs de bien connaître les différents types de déchets radioactifs et les mesures à prendre pour assurer leur gestion et leur stockage définitif dans des conditions de sûreté, et de bien comprendre en quoi l'AIEA aide ses États Membres.

J'espère que vous le jugerez utile et instructif.

Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA

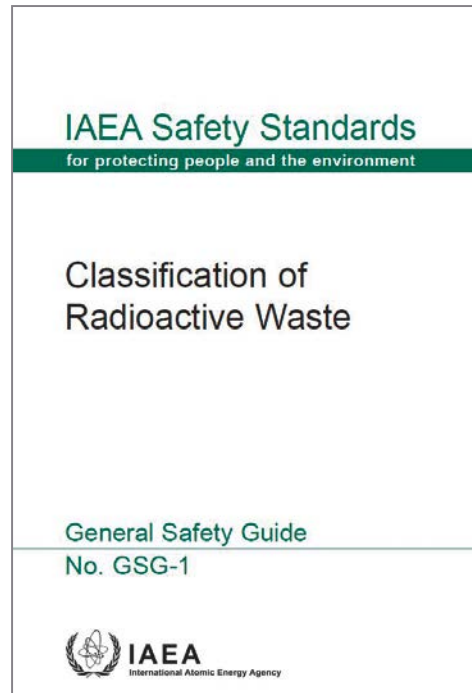
QUE SONT LES DÉCHETS NUCLÉAIRES ?

Les rayonnements et les substances radioactives existent dans l'environnement à l'état naturel, mais ils peuvent aussi être d'origine humaine. Ils ont de nombreuses applications bénéfiques qui vont de la production d'électricité aux applications médicales, industrielles et agricoles. Ces activités génèrent des déchets radioactifs sous diverses formes (gazeuse, liquide et solide). Si les déchets sont radioactifs, c'est parce que les atomes qui les constituent sont instables et émettent spontanément des rayonnements ionisants au cours du processus de transformation qui les mène à l'état stable. Ces rayonnements ionisants pouvant avoir des effets nocifs, il est important de gérer ces déchets dans des conditions de sûreté, afin de protéger les personnes et l'environnement et d'éviter qu'ils deviennent un fardeau pour les générations futures.

La production d'électricité dans des centrales nucléaires, ainsi que les opérations du cycle du combustible nucléaire, telles que la fabrication de combustible et d'autres activités de ce cycle, comme l'extraction et le traitement des minerais d'uranium et de thorium sont sources de déchets radioactifs. Dans certains pays, le combustible nucléaire usé est déclaré comme déchet radioactif quand aucune utilisation ultérieure n'en est prévue. D'autres pays y voient une ressource destinée à être retraitée. Le processus de retraitement produit lui-même des déchets cologènes hautement radioactifs, qui sont généralement conditionnés dans une matrice de verre, ainsi que d'autres types de déchets radioactifs, par exemple les gaines métalliques qui sont retirées des éléments combustibles avant le traitement.

Des activités très diverses relevant de l'industrie, de la médecine, de la recherche-développement et de l'agriculture peuvent aussi générer des déchets radioactifs. Ceux-ci sont pour la plupart des sources radioactives scellées retirées du service. Ces sources sont utilisées dans diverses applications, par exemple, les sources au cobalt de haute activité pour le traitement du cancer. Elles contiennent des matières radioactives enfermées d'une manière permanente dans une capsule. Elles sont déclarées comme déchets radioactifs quand elles ne sont plus utilisées ou ne remplissent plus leur fonction initiale. Les déchets radioactifs peuvent également provenir d'activités et de processus au cours desquels des matières radioactives naturelles se concentrent dans les rebuts. Par exemple, l'uranium appauvri, qui est un sous-produit de la fabrication de combustible, peut être déclaré comme déchet quand aucune utilisation ultérieure n'en est prévue.

Le déclassement des installations nucléaires et la remédiation des sites contaminés produisent également des déchets radioactifs qu'il convient de gérer et, à terme, de stocker définitivement. Ces activités font appel à de nombreuses techniques différentes qui visent à réduire au minimum le volume des déchets radioactifs, sans pour autant éviter que s'accumulent des quantités variables de matériaux de structure (notamment des éléments en béton et en métal). La



L'AIEA élabore des normes de sûreté destinées à faciliter une gestion appropriée des déchets radioactifs, dont un guide de sûreté énonçant des normes générales de classification de ces déchets paru sous le titre : Classification of Radioactive Waste.

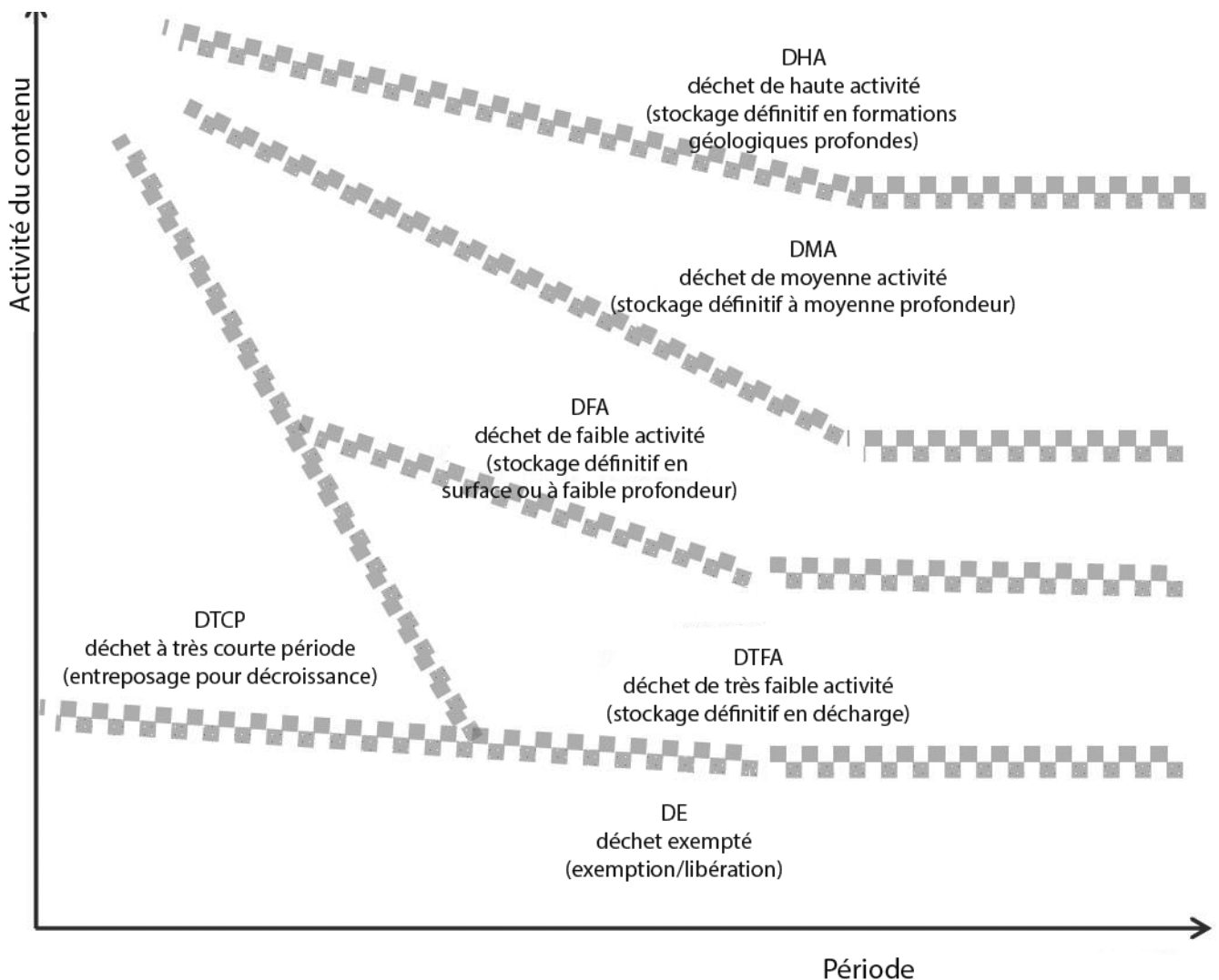
remédiation des sites donne toujours lieu à l'enlèvement de sols contaminés.

Les risques radiologiques pour les travailleurs, le public et l'environnement pouvant découler des déchets radioactifs doivent être évalués et, si nécessaire, contrôlés. Les propriétés des déchets radioactifs sont variables, non seulement en termes de contenu radioactif et de concentration d'activité, mais aussi en termes de caractéristiques physiques et chimiques. Un trait commun à tous les déchets radioactifs est qu'ils sont potentiellement dangereux pour les personnes et l'environnement. Le danger potentiel va de négligeable à grave.

Pour ramener à des niveaux acceptables les risques associés à ces dangers, les options de gestion et de stockage définitif doivent tenir compte des caractéristiques et propriétés variables des déchets radioactifs, ainsi que des différents dangers qu'ils peuvent faire courir. Par ailleurs, il faut prendre en compte toute la chaîne de manipulation des déchets radioactifs, de leur point de production jusqu'à leur stockage définitif. Il s'agit notamment de traiter les flux de déchets de manière à convertir les déchets en formes solides et stables, de réduire leur volume et de les immobiliser dans la mesure du possible, puis de les mettre en conteneur pour en faciliter l'entreposage, le transport et le stockage définitif. Dans certains cas, les déchets radioactifs peuvent également représenter une menace pour la sécurité qui doit être prise en compte et atténuée de façon appropriée dans le cadre de la gestion.

Pour assurer la bonne manipulation des déchets radioactifs, l'AIEA élabore des normes de sûreté s'appliquant à leur gestion, notamment des guides où ils sont classés en fonction de leurs propriétés physiques, chimiques et

Système de classification des déchets de l'AIEA, 2009



radiologiques. Ces normes favorisent l'adoption de méthodes de gestion appropriées et la sélection d'installations de stockage définitif sûres.

Parmi ces normes de sûreté destinées à faciliter une gestion appropriée des déchets radioactifs, on peut citer un guide de sûreté énonçant des normes générales de classification des déchets radioactifs : Classification of Radioactive Waste (collection Normes de sûreté n° GSG-1). Le système de classification proposé est principalement axé sur la sûreté à long terme. Celle-ci nécessite d'adopter des solutions de stockage définitif et de gestion différentes en fonction du type des déchets. Les déchets sont répartis en six classes : déchet exempté (DE), déchets à très courte période (DTCP), déchet de très faible activité (DTFA), déchet de faible activité (DFA), déchet de moyenne activité (DMA) et déchet de haute activité (DHA).

Les déchets des classes DTFA, DFA, DMA et DHA sont gérés de façon sûre et durable au moyen du stockage définitif. À chaque classe correspondent des options de

stockage définitif qui sont, en principe, adaptées aux déchets en question. Il doit être démontré que l'option retenue pour un certain type de déchet dans une installation particulière est la bonne.

Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA

ÉTAPES DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS TOUT AU LONG DE LEUR CYCLE DE VIE

1 *L'utilisation des technologies nucléaires pour la production d'électricité et dans des applications bénéfiques en médecine, dans l'agriculture, la recherche et l'industrie génère inévitablement des déchets nucléaires.*



(Photo : Magdalena Ablanado Alcalá)

Quand ces déchets ont une activité qui dépasse un certain seuil, il faut recourir à des procédés spéciaux pour leur stockage définitif. Grâce à des recherches approfondies, on a pu mettre au point des normes et des solutions pour les préparer à un stockage définitif et gérer ce dernier dans des conditions de sûreté et de sécurité.

Entre leur point de production et leur stockage définitif, les déchets radioactifs subissent un traitement en plusieurs étapes dans le cadre de la gestion avant stockage définitif. Ce processus vise à les rendre suffisamment sûrs, stables et gérables pour être transportés, entreposés et stockés définitivement.



Passive Active Neutron Differential Die-Away System (PANDDATM), système de spectrométrie gamma de haute résolution pour le contrôle de fûts.
(Photo : Pajarito Scientific Corporation, États-Unis)

2 Caractérisation

La caractérisation permet d'obtenir des informations sur les propriétés physiques, chimiques et radiologiques des déchets, informations dont on se sert pour déterminer les prescriptions de sûreté applicables et les options de traitement envisageables et s'assurer que les déchets répondent aux critères acceptés d'entreposage et de stockage définitif. On recourt en outre aux rayons X et à d'autres méthodes tomographiques pour détecter des matières dangereuses et des articles interdits, ou en confirmer la présence.



Supercompacteur de fûts de déchets solides
(Photo : Teollisuuden Voima Oyj (TVO), Finlande)

4 Traitement

Les activités de traitement consistent principalement à réduire le volume des déchets, à en extraire les radionucléides et souvent à en modifier la composition physique et chimique. Certaines techniques permettent de traiter les déchets tant liquides que solides.



Poste de tri pour la séparation des déchets
(Photo : Downreay Site Restoration Ltd et Autorité du déclassé nucléaire (NDA), Royaume Uni)

3 Prétraitement

Au cours de cette étape, les déchets sont préparés en vue de leur transformation. Cela peut consister à trier ou à séparer les déchets en fonction de leurs types, ou encore à en réduire le volume ou à les broyer afin d'en optimiser le traitement et le stockage définitif. On emploie des techniques de décontamination pour réduire le volume des déchets à traiter, afin de limiter les coûts de stockage définitif.



Gaines de combustible en magnox encapsulées dans du ciment à Sellafield
(Photo : Sellafield Ltd, Royaume-Uni)

5 Conditionnement

Lors de cette étape, les déchets sont conditionnés sous une forme sûre, stable et gérable afin de pouvoir être transportés, entreposés et stockés définitivement. Avant cette dernière étape, ils sont souvent emprisonnés ou solidifiés dans du ciment, du bitume ou du verre. Les techniques de conditionnement visent à ralentir le rejet de radionucléides dans l'environnement par les colis de déchets lors du stockage définitif.



Installation d'entreposage à long terme de déchets de faible activité
(Photo : Organisation centrale pour les déchets radioactifs (COVRA), Pays-Bas)

6 Entreposage

Qu'il s'agisse de déchets traités ou non traités, l'entreposage doit être sûr, sécurisé et permettre la récupération de ces déchets. Selon le type de ces derniers, il obéit à des règles différentes : il est soit à court terme pour permettre à la décroissance radioactive de s'opérer, soit à long terme, jusqu'au moment où les déchets pourront être transférés en toute sûreté vers un site de stockage définitif approprié.

Dans chaque installation d'entreposage de déchets, un régime de surveillance de l'intégrité des colis de déchets doit être appliqué pour garantir la sûreté et la protection de l'environnement.



Stockage définitif de déchets de faible activité à l'installation du Centre de l'Aube

(Photo : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), France)



Exploration sous-terrain visant à démontrer la faisabilité d'un stockage définitif de déchets de haute activité en formations géologiques profondes (Photo : Posiva Oy, Finlande)

7 Stockage définitif

L'option de stockage définitif et le degré d'isolement et de confinement sont déterminés en fonction des propriétés des déchets et de leur durée de vie.

Le caractère approprié du stockage dans une installation particulière doit être démontré par un argumentaire de sûreté et une évaluation connexe de la sûreté de cette dernière.

L'AIEA SOUTIENT L'APPLICATION DES NORMES DE SÛRETÉ ET DES MEILLEURES PRATIQUES EN MATIÈRE DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'AIEA s'emploie à promouvoir un haut niveau de sûreté dans les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire qu'elle soutient dans le monde. Aux termes de son Statut, elle a pour attributions d'établir ou d'adopter des normes de sécurité destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens, et de prendre des dispositions pour appliquer ces normes. De même, elle doit favoriser l'échange de renseignements scientifiques et techniques en vue de faciliter l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques.

Pour ce faire, l'AIEA met au point des normes de sûreté qui s'appliquent à différents domaines, dont la gestion des déchets radioactifs. Publiées dans la collection Normes de sûreté de l'AIEA, ces normes sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes contre les effets nocifs des rayonnements ionisants, ainsi que pour la protection de l'environnement.

En parallèle, l'AIEA publie une collection intitulée Énergie nucléaire de l'AIEA, dont l'objet est de promouvoir les meilleures pratiques en matière d'utilisation pacifique de la technologie nucléaire et, en particulier, en matière de gestion des déchets radioactifs. Ces deux collections traitent de thèmes complémentaires.

La collection Normes de sûreté de l'AIEA

La collection Normes de sûreté de l'AIEA énonce des principes fondamentaux, des prescriptions et des mesures de sûreté qui visent à contrôler la radioexposition des personnes et les rejets de matières radioactives dans l'environnement. Les normes de sûreté traitent de la prévention des incidents susceptibles d'entraîner la perte de contrôle du cœur d'un réacteur nucléaire, d'une réaction en chaîne, d'une source radioactive ou de toute autre source de rayonnements, et des moyens d'atténuer les conséquences de tels événements s'ils se produisent. Elles sont destinées à être appliquées aux installations et activités susceptibles de poser des risques radiologiques : installations nucléaires, utilisations des rayonnements et des matières radioactives, transport des matières radioactives et gestion des déchets radioactifs, entre autres. La collection des normes de sûreté est divisée en trois catégories :

Les **fondements de sûreté (Principes fondamentaux de sûreté)** présentent l'objectif fondamental de sûreté et les principes et les concepts de protection et de sûreté et constituent la base des prescriptions de sûreté.

Les **prescriptions de sûreté** énoncent les conditions qui doivent être respectées pour assurer la protection des personnes et de l'environnement, actuellement et à l'avenir. Elles sont régies par l'objectif et les principes présentés dans les fondements de sûreté. S'il n'est pas satisfait à ces prescriptions, des mesures doivent être prises pour atteindre ou rétablir le niveau de sûreté requis.

Les **guides de sûreté** présentent des recommandations et donnent des orientations pour l'application des prescriptions de sûreté. Ils énoncent les bonnes pratiques internationales et reflètent de plus en plus les meilleures d'entre elles pour aider les utilisateurs à atteindre des niveaux de sûreté élevés.

Les normes de sûreté sont utilisées par l'AIEA comme référence pour les services d'examen de la sûreté qu'elle fournit aux États Membres. Elles servent aussi d'appui pour le développement des compétences, notamment pour l'élaboration de programmes de formation théorique et de cours pratiques.

Conformément à son Statut, l'AIEA est tenue d'appliquer ses normes de sûreté à ses propres opérations, et les États Membres sont tenus également de les appliquer dans les opérations pour lesquelles l'AIEA fournit une assistance. Par ailleurs, les normes de sûreté de l'AIEA aident les États à s'acquitter de leurs obligations découlant des conventions internationales, qui contiennent des prescriptions contraignantes pour les parties contractantes.

La collection Énergie nucléaire de l'AIEA

La collection Énergie nucléaire de l'AIEA présente des orientations et des informations concernant l'énergie d'origine nucléaire, le cycle du combustible nucléaire, la gestion des déchets radioactifs et le déclassement des installations, ainsi que des sujets d'ordre général en rapport avec tous ces domaines. Les informations fournies sont fondées sur les compétences des représentants des États Membres participant à des groupes de travail techniques. Cette collection est conçue comme un moyen d'aider les États Membres qui mettent en œuvre ou prévoient de

mettre en œuvre des activités nucléaires. Les publications de la collection Énergie nucléaire y sont classées en différentes catégories :

Les **Principes fondamentaux** présentent la justification et la perspective d'une utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

Les **Objectifs** décrivent les cibles à atteindre dans divers domaines aux différents stades de la mise en œuvre.

Les **Guides** contiennent des orientations d'une grande précision sur les moyens d'atteindre les différents objectifs liés aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire.

Les **Rapports techniques** offrent des informations complémentaires plus détaillées sur des sujets des thèmes traités dans les autres publications de la collection Énergie nucléaire.

La collection Énergie nucléaire de l'AIEA apporte également un soutien aux États Membres dans leurs activités de recherche-développement et dans leurs applications pratiques de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques. Elle comprend des exemples pratiques et des enseignements que peuvent utiliser, entre autres, les compagnies d'électricité, les propriétaires et exploitants d'installations, les organismes d'appui technique, les chercheurs et les responsables gouvernementaux.

Les collections de l'AIEA : des éléments qui s'inscrivent dans un ensemble

Ces deux collections de l'AIEA s'inscrivent dans un cadre international d'instruments juridiques, de normes et orientations internationales, de prescriptions nationales et de normes industrielles qui, ensemble, constituent un système global visant à assurer une gestion efficace de l'énergie nucléaire et des déchets radioactifs aux fins de la protection de l'environnement et des personnes contre les effets nocifs des rayonnements ionisants.

Le plus important des instruments juridiques relatifs à la gestion des déchets radioactifs est la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs (la Convention commune). Cette convention est le seul instrument international juridiquement contraignant qui lie les parties contractantes dans le domaine de la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. L'AIEA en est le dépositaire et en assure le secrétariat scientifique. Les objectifs de cette Convention sont les suivants :

i) Atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté dans le monde entier en matière de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, grâce au renforcement des mesures nationales et de la coopération internationale, y compris, s'il y a lieu, de la coopération technique en matière de sûreté ;

ii) Faire en sorte qu'à tous les stades de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs il existe des défenses efficaces contre les risques potentiels afin que les individus, la société et l'environnement soient protégés contre les effets nocifs des rayonnements ionisants, de sorte qu'il soit satisfait aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire les leurs ;

iii) Prévenir les accidents ayant des conséquences radiologiques et atténuer ces conséquences au cas où de tels accidents se produiraient à un stade quelconque de la gestion du combustible usé ou des déchets radioactifs.

Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AVANT STOCKAGE DÉFINITIF

L'importance d'une gestion sûre des déchets radioactifs ayant été reconnue, de nombreuses techniques éprouvées et efficaces ont vu le jour au fil des ans, et l'industrie nucléaire et les pouvoirs publics ont acquis une grande expérience dans ce domaine.

La réduction de la production de déchets, comme leur réutilisation et leur recyclage, est l'un des principes fondamentaux de la conception et de l'exécution de toute activité nucléaire. Pour les déchets radioactifs qui continueront d'être produits, il est essentiel qu'un plan bien défini (la filière de traitement des déchets) soit prévu pour en garantir la gestion et, à terme, le stockage définitif dans des conditions de sûreté. C'est à cette condition que les technologies nucléaires pourront se développer et s'inscrire dans la durée.

Si le choix de l'option de traitement est guidé par la politique et les réglementations d'un État en matière de gestion des déchets nucléaires, la stratégie de gestion consiste généralement à concentrer et à confiner les déchets radioactifs et à les isoler de la population et de l'environnement. Pour mettre en œuvre cette stratégie, le producteur des déchets (exploitant de centrale nucléaire, société minière, établissement médical, etc.) doit passer par plusieurs étapes – caractérisation, prétraitement, traitement, conditionnement et entreposage – avant que ces déchets puissent être stockés définitivement.

Chacune de ces étapes est prise en charge par un personnel qualifié, qui suit des principes directeurs établis en matière

À gauche : Les déchets radioactifs sont souvent enfermés dans des fûts de 200 litres

(Photo : Advanced Mixed Waste Treatment Project, Ministère de l'énergie, États-Unis)



de radioprotection, de sûreté et de sécurité. L'AIEA a élaboré des réglementations précises pour la gestion des déchets radioactifs, afin de veiller à ce que toutes les opérations soient conformes à des normes strictes de sûreté et de sécurité.

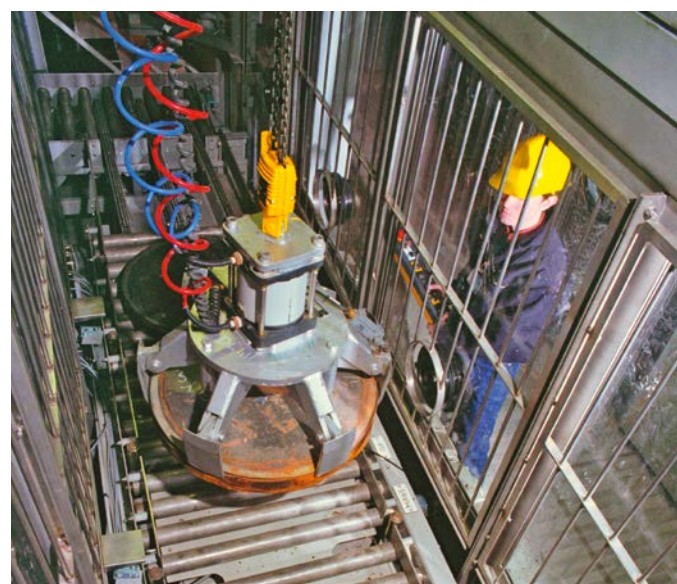
Pour choisir la stratégie ou la technologie de gestion adéquate, il est essentiel de bien connaître et comprendre la source des déchets, leur rythme de production, leur quantité et leurs caractéristiques. Ces informations entreront en jeu dans la sélection de la stratégie de traitement qui permettra d'obtenir une forme finale de déchet compatible avec la filière de stockage définitif choisie.

Une fois déterminées les caractéristiques des déchets, ceux-ci doivent être transformés pour se prêter au stockage définitif. La première étape consiste à les préparer au traitement, notamment en séparant les éléments contaminés des éléments non contaminés, en réduisant le volume des déchets ou en modifiant leurs propriétés chimiques (leur pH, par exemple), afin de faciliter ultérieurement leur transformation.

À ce stade dit de prétraitement, il est aussi possible d'effectuer un travail de décontamination destiné à éliminer les radionucléides de la surface de bâtiments ou de composants par des procédés physiques (ex. : sablage) ou chimiques (ex. : lavage à l'aide d'une solution spéciale permettant d'extraire sélectivement les radionucléides d'une surface).

À droite : Le supercompactage à haute puissance permet de réduire à moins de 10 cm la hauteur d'un fût de 200 litres

(Photo : Dounreay Site Restoration Ltd et Autorité du déclassé nucléaire (NDA), Royaume-Uni)





La vitrification est un moyen pratique et efficace de conditionner les déchets radioactifs et les déchets chimiques dangereux.

(Photos : Laboratoire national du Nord-Ouest Pacifique, États-Unis)

Les techniques de décontamination sont particulièrement efficaces quand il s'agit de traiter des surfaces importantes inégalement contaminées (sols ou systèmes de canalisations, par exemple), car elles permettent de réduire considérablement le volume des déchets à traiter.

Une fois les déchets convenablement préparés, on peut procéder à leur traitement. En général, les procédés employés visent à réduire le volume des déchets radioactifs de manière à améliorer la sûreté ou à réduire les coûts des phases ultérieures du processus de gestion, notamment de l'entreposage et du stockage définitif.

Au terme de la phase de traitement, les déchets sont généralement séparés en deux flux, l'un, de faible volume, pour les déchets qui concentrent la plupart des radionucléides et doivent être conditionnés pour l'entreposage et le stockage définitif, et l'autre, plus important, pour les déchets décontaminés qui peuvent être acheminés vers une décharge ou un site de stockage, car ils ne sont plus radioactifs.

Les techniques de transformation sont différentes selon la nature des déchets et la forme qu'ils doivent avoir pour être stockés définitivement sur le site choisi.

Par exemple, il est courant que l'on incinère les déchets solides, afin de concentrer la radioactivité dans un faible volume de cendres, et que l'on fasse évaporer les déchets liquides, auquel cas on obtient une petite quantité de concentré liquide radioactif. À l'étape suivante, on transforme à nouveau les cendres ou les liquides ainsi obtenus pour leur donner une forme permettant d'immobiliser la radioactivité. C'est l'étape du conditionnement.

Le conditionnement vise à réduire les risques que présentent les déchets et à les préparer pour la manipulation, le transport, l'entreposage et le stockage définitif. Il s'agit le plus souvent de les mélanger à du ciment et de l'eau, puis



de laisser reposer ce mélange dans un conteneur adapté, de manière à obtenir un bloc solide.

D'autres techniques de conditionnement consistent à immobiliser les radionucléides dans du verre, du bitume, du polymère ou une matrice minérale. Elles ont toutes pour effet de réduire les risques de migration ou de dispersion des radionucléides dans l'environnement. Le produit final cette transformation est le colis de déchets radioactifs dans lequel ceux-ci sont immobilisés à l'intérieur d'un conteneur.

Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA

QUESTIONS DE PRIME IMPORTANCE : L'ENTREPOSAGE ET LE STOCKAGE DÉFINITIF DES DÉCHETS



Installation d'entreposage HABOG, Organisation centrale pour les déchets radioactifs (COVRA), Pays-Bas
(Photo : COVRA, Pays-Bas)

Quand on débat de l'adoption de la technologie nucléaire et de l'utilisation de matières radioactives, l'un des sujets les plus controversés est le stockage définitif.

Le temps nécessaire pour que les déchets radioactifs et le combustible nucléaire usé déclaré comme déchet ne présentent plus de risque potentiel pour la santé humaine ou l'environnement varie considérablement. Il peut aller de quelques mois ou années pour certains types de déchets radioactifs à plusieurs millénaires pour les déchets de haute activité et plusieurs centaines de milliers d'années pour le combustible usé. Les préoccupations des pouvoirs publics et des citoyens concernant la sûreté à court et à long terme sont donc légitimes.

La sûreté à long terme est assurée par le stockage définitif, mais avant qu'une installation de stockage appropriée soit mise en place, c'est l'entreposage qui permet de gérer les déchets dans des conditions de sûreté. Même si des solutions sûres et durables ont été mises en œuvre ou sont en cours d'élaboration dans différentes régions du monde, il ne suffit jamais de reproduire ailleurs une seule et même solution. Pour chaque installation, la sûreté doit être évaluée et une demande de licence s'appuyant sur un argumentaire de sûreté doit être examinée par une autorité compétente. Cela permet de garantir que les préoccupations légitimes des pouvoirs publics et des citoyens sont entièrement prises en compte et que la protection des personnes et de l'environnement est assurée. Le processus d'octroi de licence à une installation de stockage définitif est souvent long. Il est donc nécessaire, à court terme, d'entreposer les déchets de manière sûre en attendant leur stockage définitif.

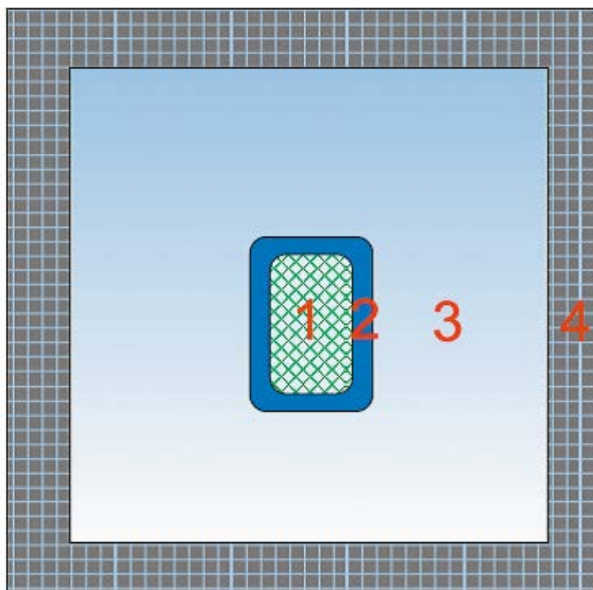
Entreposage des déchets

L'entreposage peut être nécessaire à n'importe quelle étape du processus de gestion des déchets, pour des raisons diverses. Il permet par exemple à certains processus de s'amorcer (décroissance radioactive des radionucléides à courte période ou dissipation de chaleur), laisse le temps d'accumuler suffisamment de déchets pour pouvoir procéder à leur transformation de manière efficace ou permet de confiner et d'isoler les déchets en attendant que des mesures appropriées soient prises pour leur stockage définitif.

L'entreposage est la détention de sources radioactives, de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation où leur confinement est assuré, dans l'intention de les récupérer. Il s'agit donc, par définition, d'une mesure provisoire.

Pour permettre un entreposage des déchets sûr et sécurisé, qui offre la possibilité de surveiller et de récupérer les déchets et qui garantit la protection du personnel, du public et de l'environnement, un système d'entreposage composé de deux éléments primaires (le colis de déchets et l'installation d'entreposage proprement dite) est nécessaire. Ces deux éléments sont étroitement liés, car les propriétés et le comportement de l'un influent grandement sur la conception de l'autre. Ils doivent faire l'objet d'une attention particulière afin que le système satisfasse aux prescriptions de sûreté et aux exigences applicables en matière de réglementation. La figure ci-dessous illustre de façon schématique le système d'entreposage.

Représentation schématique d'un système d'entreposage



Entreposage de déchets emballés - couches de protection physiques et environnementales

1. La forme du déchet conditionnée constitue la barrière primaire.
2. Le conteneur de déchets constitue la barrière secondaire.
3. Il est important de surveiller l'environnement de l'entreposage pour préserver l'intégrité de la forme du déchet et du conteneur de déchets.
4. La structure de l'entrepôt constitue la barrière de protection finale des colis de déchets contre les manifestations climatiques et atmosphériques et est aussi un élément important pour la sécurité physique des déchets.

Image : Industry Guidance: Interim Storage of Higher Activity Waste Packages - Integrated Approach, NDA (Royaume-Uni), novembre 2012

Le colis de déchets comprend la forme du déchet et le conteneur. La forme de déchet privilégiée est un produit solide stable, qui peut être obtenu grâce à une technique de conditionnement appropriée, comme la cimentation ou la vitrification. Le conteneur garantit un confinement sécurisé des matières radioactives pendant la période d'entreposage requise et pendant le stockage définitif, et présente des caractéristiques qui permettent la manutention et l'empilement dans l'entrepôt. L'illustration de droite montre des conteneurs communément utilisés.

L'installation d'entreposage offre un environnement qui empêche la dégradation des colis de déchets pendant la période d'entreposage et permet de les récupérer et de les transférer dans l'installation de stockage définitif de manière sûre. Le type du bâtiment d'entreposage et son aménagement interne dépendent donc du type et de la classe des déchets entreposés.

Les déchets de faible activité, généralement entreposés dans des fûts en acier de 200 litres ou dans des conteneurs métalliques et censés être stockés définitivement dans un laps de temps court, requièrent des arrangements d'entreposage simples, le blindage n'étant pas nécessaire. On peut utiliser à cette fin un bâtiment de type industriel pouvant protéger des manifestations climatiques, comportant une dalle en béton solide et des portes d'accès pour les véhicules et le personnel, et soumis à des dispositions en matière de surveillance et d'inspection ; un contrôle de l'humidité peut aussi être nécessaire.

L'entreposage de déchets de haute activité à longue période vitrifiés ou de combustible nucléaire utilisé requiert une installation d'entreposage dotée de nombreuses structures artificielles et soigneusement conçue pour permettre la télémanipulation, le blindage, le refroidissement et offrir un environnement sûr pendant la période d'entreposage requise. Une telle installation doit aussi être adéquatement

sécurisée et, dans le cas de combustible nucléaire utilisé, protéger la matière fissile.

Depuis quelques années, principalement en raison de l'absence d'installations de stockage définitif autorisées, un



À partir du haut à gauche : Fût en acier de 200 litres, caissons en béton et conteneurs en acier inoxydable pour déchets de haute activité (DHA)

(Photos, à partir du haut à gauche : AIEA, Magnox Limited (Royaume-Uni) et sites de Sellafield (Royaume-Uni))



Tranchée de stockage définitif de déchets de très faible activité à l'installation de stockage définitif du CIRES, en France.

(Photo : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), France)

certain nombre d'États Membres considèrent l'entreposage à long terme (jusqu'à 100 ans, par exemple) comme une mesure permettant d'atténuer les risques, en cas de disponibilité tardive d'une installation de stockage définitif. Si une telle option est retenue, il faut prendre des mesures supplémentaires pour assurer la continuité d'un contrôle et d'une protection satisfaisants des colis de déchets et de l'installation elle-même et pour démontrer, notamment en prenant en compte le vieillissement des matières et de la structure, que la sûreté et la sécurité de l'installation sont garanties pour la période prévue et qu'une licence appropriée est délivrée.

L'installation HABOG, au Pays-Bas, est un exemple d'installation d'entreposage à long terme moderne qui accueille des déchets de haute activité vitrifiés issus du retraitement et du combustible usé provenant de réacteurs de recherche. Même dans ce cas, l'entreposage ne peut être considéré que comme une solution temporaire, mise en œuvre avec l'intention de récupérer les déchets par la suite, en vue d'une gestion ultérieure. Le stockage définitif est la seule solution de gestion permanente des déchets radioactifs à pouvoir garantir une sûreté passive à long terme.

Stockage définitif des déchets

Il existe diverses solutions de stockage définitif, qui peuvent être classées grosso modo comme suit :

- Installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, appropriées pour les déchets de très faible activité et les déchets de faible activité ; et
- Installations de stockage géologique, appropriées pour les déchets de moyenne et de haute activité et le combustible nucléaire usé déclaré comme déchet.

Les déchets de très faible activité (DTFA) et les déchets de faible activité (DFA) présentent un risque potentiel pour une durée qui n'excède pas quelques siècles. Ils peuvent être confinés de façon sûre dans une installation en surface ou à faible profondeur. Quelque 140 installations de ce type ont été implantées avec succès dans le monde et sont en service ou ont déjà fermé. Pour les DTFA, l'efficacité des tranchées en surface de type décharge utilisant un système de barrières limité est avérée. Pour les DFA, les solutions reposent sur une combinaison des propriétés des sites et de barrières artificielles comme des revêtements, des casemates en béton et d'autres couches de dispositifs tantôt imperméables, tantôt hydrofuges pour conférer la protection requise.

Les déchets de moyenne activité (DMA) et de haute activité (DHA) ainsi que le combustible usé (CU) déclaré comme

déchet peuvent constituer un danger pendant plus de centaines de milliers d'années. Par conséquent, ils doivent être stockés dans un environnement géologique stable pouvant garantir la sûreté à long terme sans intervention humaine pendant plusieurs milliers d'années (pour les DMA) ou plusieurs centaines de milliers d'années (pour les DHA et le CU).

Le stockage définitif des DFA et des DMA est bien maîtrisé et plusieurs installations de stockage géologique de ces déchets sont en service dans le monde.

Quelques pays (la Suède, la Finlande et la France) sont à un stade avancé de la mise au point d'installations de stockage géologique pour les DHA, y compris le combustible usé, et ces installations devraient être opérationnelles d'ici 2025.

Malgré ces réussites, la mise en place de stratégies de stockage définitif reste actuellement l'un des défis majeurs de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans de nombreux États Membres.

Du point de vue de la technique et de la sûreté, le stockage géologique est faisable. Il a été établi que différents types de roches hôtes étaient appropriés pour un stockage géologique sûr et des argumentaires de sûreté ont été élaborés en faveur du stockage définitif dans des roches cristallines (par exemple en Finlande et en Suède), dans des roches sédimentaires comme l'argile (en France, par exemple) et dans des évaporites comme le sel (en Allemagne notamment).

Dans un premier temps, on évalue si un site est approprié. On détermine par exemple si, suivant le risque d'activité sismique ou volcanique ou en fonction de la présence de ressources naturelles, il peut ou non accueillir une installation de stockage géologique. On procède à de plus amples études de caractérisation du site afin de bien comprendre les propriétés et les processus naturels en jeu, notamment en ce qui concerne la manière dont ils aident à confiner et à isoler les radionucléides présents dans les déchets et le combustible usé, et donc la manière dont ils concourent à la sûreté à long terme.

Outre ces propriétés naturelles du site, des dispositifs artificiels, tels que la forme du déchet, le colis de déchets et tout élément tampon ou scellement éventuellement en place, qui contribuent aussi au confinement, et donc à la sûreté à long terme, sont également analysés et pris en compte. En effet, les déchets sont transformés en une forme de déchets (matrice de verre pour les DHA, par exemple), ce qui permet de réduire les rejets à long terme. Ils sont ensuite conditionnés dans des colis de stockage qui empêchent tout contact avec l'eau pendant une durée déterminée (plusieurs centaines de milliers d'années pour les conteneurs en cuivre dans les modèles de stockage géologique suédois et finlandais, par exemple).

Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets et Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA



En haut : L'installation de stockage géologique SFR pour des déchets de centrales nucléaires en exploitation en Suède

(Photo : Société suédoise de gestion du combustible et des déchets nucléaires (SKB), Suède)

En bas : Formation hôte pour le stockage définitif en formations géologiques profondes du stock de combustible nucléaire usé de la Finlande. (Photo : Posiva Oy, Finlande)

GESTION DE BOUT EN BOUT DES SOURCES RADIOACTIVES LA RÉGION DE LA MÉDITERRANÉE



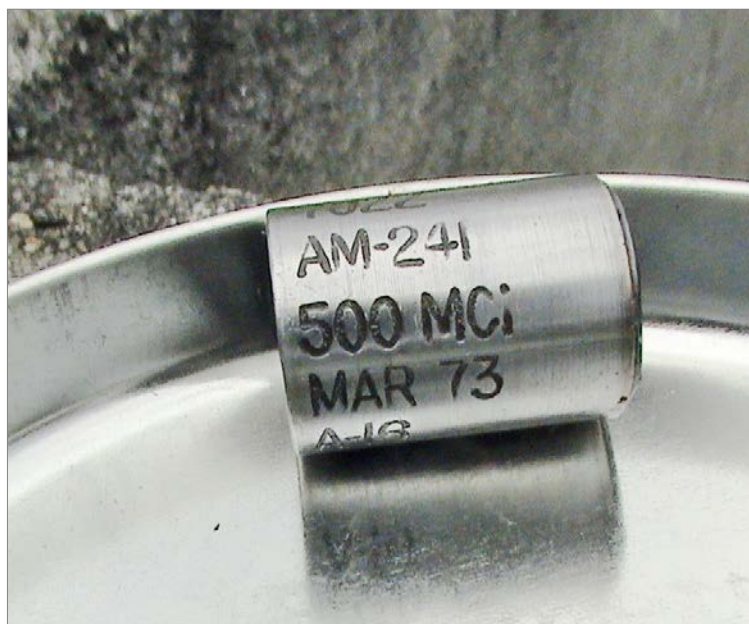
1 Certains pays de la région de la Méditerranée n'ont pas d'installations appropriées pour procéder en toute sûreté à la gestion ou au stockage définitif des déchets radioactifs comme les sources radioactives retirées du service. Les sources radioactives retirées du service peuvent être des sources perdues, volées ou abandonnées et, de ce fait, échappent au contrôle réglementaire.



2 Cette perte de contrôle des sources retirées du service présente un risque important pour le public et l'environnement.



3 À leur demande, le Département de la coopération technique de l'AIEA aide les pays de la région méditerranéenne à gérer ce problème et à réduire le risque de dommages au moyen d'un projet de quatre ans démarré en 2012. La Commission européenne, l'Espagne et les États-Unis d'Amérique soutiennent aussi ce projet au niveau des compétences techniques et du financement.



4 Les sources radioactives scellées ou « sources scellées » sont des matières radioactives qui ont été isolées/scellées dans des capsules métalliques comme celle-ci. Les sources scellées sont utilisées dans de nombreux domaines, tels que le diagnostic et le traitement médicaux, le contrôle des processus industriels ou la stérilisation des aliments et des produits médicaux.

ES SCELLÉES RETIRÉES DU SERVICE DANS



5 Les sources radioactives qui ne sont plus en service continuent d'avoir des effets nocifs à cause des rayonnements qu'elles émettent. Trouver des solutions en faveur d'une gestion à long terme sûre et sécurisée des sources retirées du service est par conséquent l'une des mesures primordiales pour éliminer les risques radiologiques qu'elles font courir au public.



6 Grâce à des ateliers, à une formation individualisée et à des démonstrations à l'aide de sources, le projet interrégional de coopération technique de l'AIEA a permis à quinze pays de la Méditerranée d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies de contrôle des sources retirées du service, depuis leur diffusion, mise en place et utilisation jusqu'à leur retrait du service et stockage définitif, y compris l'entreposage et le transport. C'est ce que l'on entend par une gestion « de bout en bout ».



7 Le projet s'attache aussi aux aspects gouvernemental et réglementaire de la gestion des sources, en aidant les pays à définir des politiques, des règlements et des orientations en accord avec les normes de sûreté de l'AIEA, mais aussi à contribuer à la sûreté nucléaire et radiologique en général.



8 Lorsque le projet s'achèvera en 2016, il aura contribué au renforcement du contrôle des sources radioactives retirées du service sur les rives de la Méditerranée, et ainsi à la protection des personnes et de l'environnement.

Texte : Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

Photos : Mohamed Maalami, Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN), (Maroc)

Le projet INT/9/176 « Renforcement du contrôle de bout en bout des sources radioactives dans la région de la Méditerranée » est exécuté avec le financement de l'Union européenne et de l'AIEA.

CONDITIONNEMENT DE SOURCES RADIOACTIVES AU MONTÉNÉGR0 : COURS INTERRÉGIONAL DE L'AIEA



1 Du 24 au 26 juin 2014, une vue d'ensemble des options pour la gestion sûre des sources radioactives scellées retirées du service de catégorie 3 à 5 a été présentée à 26 participants de 15 pays lors d'un cours interrégional organisé à Podgorica (Monténégro). Parmi les thèmes abordés figuraient le cycle de vie des sources, la catégorisation et les procédures techniques de conditionnement.



2 Le deuxième jour de formation, les participants ont pu observer une opération de conditionnement réelle à l'installation nationale d'entreposage des déchets radioactifs du Monténégro. Des dispositifs contenant des sources radioactives scellées retirées du service, collectés dans l'ensemble du pays, y sont entreposés en attendant la suite des opérations.



3 Dans cette installation, des experts croates en gestion des déchets radioactifs, engagés par l'AIEA, ont présenté le processus de conditionnement aux participants, qui participent au programme de gestion des déchets radioactifs de leur pays.



4 Le cours de formation a aussi donné aux participants l'occasion de poser des questions aux experts et de faire part de leurs expériences. L'AIEA organise régulièrement des cours de ce type dans ses États Membres, dans le cadre de son programme de coopération technique.

Photos et texte : Louise Potterton, du Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA, et Vilmos Friedrich, consultant international et conférencier au cours interrégional

L'AIEA ASSOCIE LA COMMUNAUTÉ INTERNATIONALE À LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'importance de la gestion sûre des déchets radioactifs pour la protection de la population et de l'environnement est reconnue depuis longtemps, et une expérience considérable a été acquise dans la fixation d'objectifs, l'établissement de normes de sûreté et la conception d'une technologie et de mécanismes permettant d'établir de meilleures pratiques afin de respecter les prescriptions de sûreté. Tout cela est fondamental pour l'industrie nucléaire mondiale ainsi que pour le développement de l'énergie nucléaire.

Les normes de sûreté de l'AIEA sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes contre les effets nocifs des rayonnements ionisants et pour la protection de l'environnement. Ce consensus permet de recenser les préoccupations communes en matière de sûreté et de les mettre au premier plan, et aide à fournir aux États Membres une base convenue pour l'application harmonisée des normes.

Les normes de sûreté sont élaborées à partir d'un socle de connaissances et de données d'expérience spécialisées accumulées par des organisations dans les États Membres. Le processus s'inscrit dans la collaboration internationale dans laquelle l'AIEA est engagée pour établir des « normes de sécurité destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens », conformément à son Statut.

Pour garantir la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, la communauté nucléaire internationale s'appuie sur un cadre mondial de sûreté nucléaire qui comporte plusieurs volets, dont le renforcement de la sûreté nucléaire, la promotion de l'application mondiale des normes de sûreté et la mise en œuvre d'instruments internationaux comme les conventions et les codes de conduite.

En 1995, l'AIEA a créé quatre comités des normes de sûreté thématiques et la Commission des normes de sûreté, qui supervisent l'élaboration des normes de sûreté et échangent des données d'expérience pour renforcer le cadre mondial de sûreté nucléaire.

Comités des normes de sûreté

Le Comité des normes de sûreté des déchets (WASSC), l'un des quatre comités des normes de sûreté, est un organe de consultation international permanent où siègent de hauts représentants des différents domaines de la sûreté des déchets. Il examine et approuve les propositions d'élaboration de normes devant être publiées dans la

collection Normes de sûreté de l'AIEA et est invité à formuler des observations sur certaines propositions d'élaboration de publications dans la collection Sécurité nucléaire de l'AIEA.

Les normes de sûreté de l'AIEA sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes contre les effets nocifs des rayonnements ionisants et pour la protection de l'environnement.

Le WASSC est chargé d'examiner et d'approuver les projets de normes de sûreté des déchets qui sont soumis aux États Membres pour observations avant que leur publication soit approuvée. La sûreté des déchets repose sur un ensemble complet de normes de sûreté qui ont fait consensus à l'échelon international, établies avec la participation active des États Membres, sous la supervision du WASSC et, si nécessaire et approprié, des autres comités qui formulent aussi des conseils sur la fourniture aux États Membres d'orientations et d'une aide pour la mise en œuvre de ces normes.

La Commission des normes de sûreté (CSS), organe permanent réunissant de hauts responsables gouvernementaux, avise les textes des fondements de sûreté et des prescriptions de sûreté qui seront soumis au Conseil des gouverneurs de l'AIEA pour approbation et donne aussi son avis sur la pertinence des guides de sûreté, qui sont publiés sous la responsabilité du Directeur général de l'AIEA.

Avec l'aide de la CSS, l'AIEA s'efforce de promouvoir l'acceptation et l'application de ses normes de sûreté dans le monde. Conformément au mandat de celle-ci, la CSS aide à définir une vision d'ensemble pour l'application future des normes, politiques et stratégies de sûreté, et les fonctions et responsabilités correspondantes.

Le Comité technique international sur les déchets radioactifs, groupe de travail d'experts internationaux de haut niveau, conseille l'AIEA sur les activités et les orientations générales concernant le programme de gestion des déchets radioactifs et appuie sa mise en œuvre. Il élabore et examine certaines publications destinées à la collection Énergie nucléaire de l'AIEA, repère les lacunes et émet des avis sur la préparation de nouvelles publications relevant de son champ de compétence.



Participants examinant une étude de cas sur la participation des parties prenantes au stockage définitif des déchets radioactifs lors d'un atelier de formation de l'AIEA à Varsovie (Pologne), en novembre 2012 (Photo : A. Izumo, AIEA)

Réseaux – Coopération dans le domaine nucléaire

L'AIEA est le centre mondial de la coopération dans le domaine nucléaire. Depuis 2001, elle préconise la création et l'utilisation de réseaux professionnels (communautés de pratiques) pour promouvoir les meilleures pratiques en gestion des connaissances nucléaires, l'utilisation de la technologie nucléaire, la gestion des déchets radioactifs, le déclassé et la remédiation de l'environnement. Les communautés de pratiques ont pour but d'améliorer la sûreté et la stabilité des pratiques et des installations dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires et de servir de cadres internationaux pour l'apprentissage et le développement des compétences dans l'application de la gestion des connaissances nucléaires, et aux fins d'un travail en réseau pour la formation nucléaire. L'AIEA a conçu des outils et des services en vue de donner aux scientifiques et aux experts du nucléaire un meilleur accès aux connaissances actuelles et de meilleurs moyens de les partager.

Actuellement, cinq de ces réseaux sont axés sur ces domaines de spécialisation liés au nucléaire.

1. Réseau de gestion et de remédiation de l'environnement (ENVIRONET)

Le champ d'action de l'ENVIRONET couvre l'amélioration de la mise en œuvre des mesures de remédiation ainsi que de la protection du public et de l'environnement et la surveillance des sites. Les fondements en ont été jetés au cours de la dernière décennie, avec la mise au point d'un certain nombre de méthodes de remédiation pour l'assainissement environnemental des sites contaminés par des substances radioactives.

2. Réseau international sur le déclassé (IDN)

L'IDN entend regrouper des initiatives existantes en matière de déclassé, qu'elles soient internes ou externes à l'AIEA, pour développer la coopération et la coordination. Il a été créé en 2007 pour permettre régulièrement la mise en commun, par les États Membres, de données d'expérience pratiques sur le déclassé, en réponse aux besoins exprimés à la Conférence internationale sur les enseignements tirés du déclassé des installations nucléaires et la cessation sûre des activités nucléaires, organisée à Athènes (Grèce) en 2006.

3. Réseau international de laboratoires pour la caractérisation des déchets nucléaires (LABONET)

Le LABONET est un réseau de laboratoires qui vise à améliorer la mise en commun des données d'expérience internationales en matière d'application de pratiques éprouvées et de qualité assurée pour la caractérisation de déchets de faible ou moyenne activité et de colis de déchets, et pour favoriser la réduction des risques et faciliter la remédiation des milieux contaminés.

4. Réseau international pour le stockage définitif des déchets de faible activité (DISPONET)

Le DISPONET rassemble des planificateurs, des concepteurs et des exploitants d'installations de stockage définitif qui souhaitent améliorer les pratiques et les stratégies internationales de gestion des déchets de faible activité.

5. Réseau pour les installations expérimentales souterraines (Réseau URF)

Le Réseau URF fournit une plateforme permettant d'acquérir des connaissances sur le stockage définitif des déchets radioactifs en formations géologiques. Sous les auspices de l'AIEA, des installations souterraines expérimentales et des laboratoires associés mis en place à l'échelle nationale et dont les activités ont trait au stockage définitif des déchets radioactifs en formations géologiques sont mis à disposition par divers États Membres à des fins de formation aux technologies de stockage définitif et de démonstration de ces technologies.

Ces réseaux dans différents domaines de la gestion des déchets radioactifs sont utiles aux États Membres. Ils permettent d'échanger et de diffuser des informations et renforcent la coopération entre des experts participant à des programmes à différents stades d'avancement. Grâce à cet échange, l'AIEA peut aider les États Membres qui souhaitent bénéficier d'une assistance dans le domaine de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

Des projets internationaux sur l'application et l'utilisation des normes de sûreté des déchets

L'AIEA a entrepris des projets de comparaison et d'harmonisation qui consistent à examiner l'application et l'utilisation de ses normes de sûreté des déchets afin d'en améliorer l'efficacité et d'harmoniser les méthodes relatives à la gestion sûre des déchets radioactifs.

Projet international sur la démonstration de la sûreté d'exploitation et à long terme des dépôts géologiques de déchets radioactifs (GEOSAF Partie II)

Ce projet permet d'échanger des idées et des données d'expérience relatives à l'élaboration et à l'examen de l'argumentaire de sûreté pour les installations de stockage géologique, série d'arguments visant à démontrer la sûreté de ces installations et de leurs activités. Il entend aussi fournir une plateforme pour le partage des connaissances. Alors que les pays qui envisagent de se lancer dans l'électronucléaire sont plus nombreux et que ceux qui possèdent déjà un programme électronucléaire cherchent à définir des politiques et des stratégies nationales pour couvrir tous les aspects cycle du combustible, une telle plateforme est jugée non seulement adaptée, mais opportune. Il est aussi nécessaire de préserver les bases de connaissances existantes.

Le projet initial (2008-2011) portait essentiellement sur l'élaboration de l'argumentaire de sûreté pour les installations de stockage géologique par l'exploitant et sur son examen par les organismes de régulation. Récemment, le concept d'argumentaire de sûreté est devenu très important dans le domaine de la gestion des déchets, et il en est question dans plusieurs normes de sûreté des déchets.

Le GEOSAF Partie II, lancé en 2012, vise à parvenir à une compréhension commune, tout en conciliant les vues et les attentes, en ce qui concerne la sûreté de la phase d'exploitation d'un stockage définitif des déchets radioactifs en formations géologiques et la sûreté après sa fermeture.

Illustration pratique et application du concept de l'argumentaire de sûreté dans la gestion des installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur (PRISM)

Le projet PRISM porte sur la nature et l'utilisation de l'argumentaire de sûreté pendant la durée de vie d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs en surface ou à faible profondeur. Il a pour objectif la mise en commun des données d'expérience et des compétences en vue de favoriser les bonnes pratiques en matière de stockage définitif sûr des déchets radioactifs.

Ce projet fournit des orientations sur la démonstration de la sûreté par un argumentaire de sûreté, qui sont utiles pour la prise de décisions concernant la conception d'installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, dans le cadre de la procédure d'autorisation. Le

Projet complémentaire pour l'application de l'illustration pratique et l'utilisation du concept de l'argumentaire de sûreté dans la gestion des installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur (PRISMA) produira un modèle d'argumentaire de sûreté basé sur les outils et la méthodologie définis dans le projet PRISM.

Proyecto Internacional sobre intrusión humana en el contexto de la disposición final de desechos radiactivos (HIDRA).

Le projet HIDRA est un projet sur deux ans qui a commencé en 2012. Il a pour objectif de fournir des orientations sur la manière de prendre en compte les aspects d'une possible intrusion humaine dans la démonstration de la sûreté des installations de stockage définitif de déchets radioactifs. Ses résultats contribueront à optimiser le choix du site, la conception et les exigences relatives à l'acceptation des déchets, lors de la création d'installations de stockage définitif de déchets radioactifs.

L'AIEA organise et gère des réseaux et des groupes de travail internationaux pour aider les États membres à suivre et à appliquer les normes de sûreté, les orientations techniques et les meilleures pratiques pour la gestion sûre de tous les types de déchets radioactifs. Cette aide est complétée par d'autres outils comme des missions d'examen par des pairs, des séminaires et des ateliers, ainsi que des formations pratiques et théoriques.

Département de la sûreté et de la sécurité nucléaires
et Division du cycle du combustible nucléaire et de la
technologie des déchets de l'AIEA

L'AVENIR : DES TECHNOLOGIES INNOVANTES POUR LA TRANSFORMATION ET LE STOCKAGE DÉFINITIF DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Des cycles du combustible nucléaire sûrs, résistants à la prolifération, rentables et réduisant au minimum la production de déchets et les impacts environnementaux sont essentiels pour une énergie nucléaire durable. Des approches et des technologies innovantes permettraient de réduire considérablement la radiotoxicité ou le danger que représentent les substances radioactives pour l'être humain, ainsi que les déchets produits. Une réduction du volume des déchets, de la charge thermique et de la durée pendant laquelle les déchets doivent être isolés de la biosphère simplifiera énormément les concepts de stockage définitif.

Le recyclage et la réutilisation permettent de réduire le volume des déchets. Ils sont, de même que l'utilisation optimale des ressources naturelles, à la base du « cycle fermé du combustible », dans lequel les parties réutilisables du combustible usé sont recyclées et ne sont pas considérées comme des déchets.

Il serait possible de traiter le combustible nucléaire usé pour séparer les éléments radioactifs à longue période et/ou les transformer en des éléments à période plus courte moins dangereux. Les déchets obtenus à l'issue de ce processus, connu sous le nom de « séparation et transmutation », sont moins volumineux et beaucoup moins radiotoxiques.

Le recyclage et la réutilisation permettent de réduire le volume des déchets. Ils sont, de même que l'utilisation optimale des ressources naturelles, à la base du « cycle fermé du combustible », dans lequel les parties réutilisables du combustible usé sont recyclées et ne sont pas considérées comme des déchets.

Séparation et transmutation

Le combustible nucléaire usé déchargé d'un réacteur nucléaire est hautement radiotoxique, car il contient des éléments des trois groupes suivants : des actinides majeurs, qui sont l'uranium et le plutonium ; des actinides mineurs, dont le neptunium, l'américium et le curium ; et des produits de fission. En raison des actinides à longue période et des produits de fission générant de la chaleur, le combustible usé est considéré comme un déchet de haute activité et doit être confiné et isolé de la biosphère dans une installation en formations géologiques profondes pendant plusieurs centaines de milliers d'années.

La radiotoxicité à long terme est due principalement aux actinides à longue période. Les produits de fission, qui génèrent certes de la chaleur, ont une période courte et ne contribuent à la radiotoxicité qu'au cours des 100 premières années.

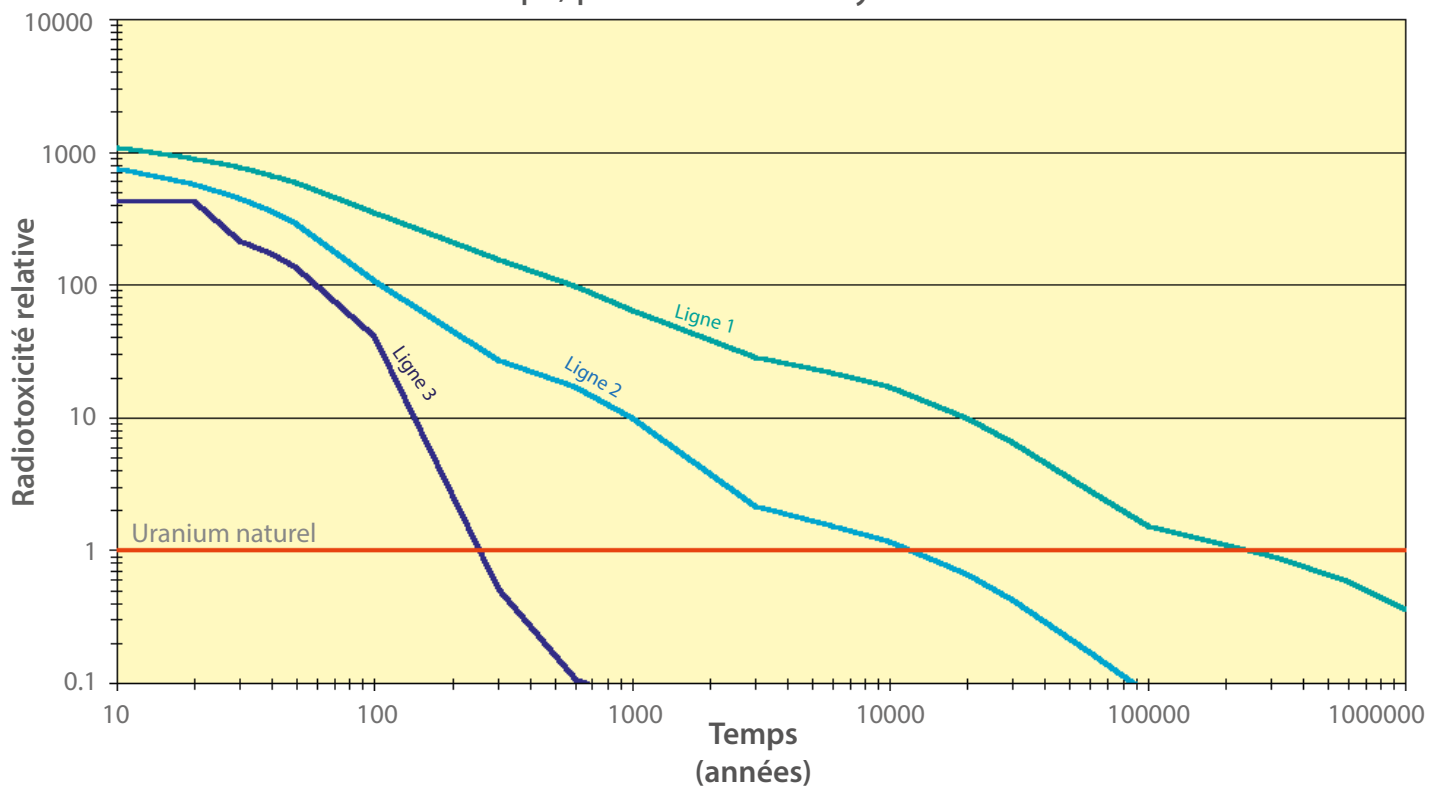
Dans le processus de séparation et transmutation, le plutonium et les actinides mineurs sont extraits du combustible usé par séparation chimique. Puis a lieu la transmutation, au cours de laquelle les éléments transuraniens (neptunium, plutonium, américium et curium) sont détruits par fission dans un réacteur nucléaire spécialement conçu. Ce processus de séparation et transmutation permet d'améliorer l'efficacité de la gestion des déchets radioactifs en réduisant leur volume, ce qui a pour conséquence une meilleure rentabilité des systèmes de gestion.

À l'heure actuelle, la technologie de transmutation la plus étudiée pour détruire les actinides à longue période est celle des systèmes à neutrons rapides. La transmutation est possible dans d'autres réacteurs, comme les réacteurs à eau sous pression, mais la fission y est moins efficace.

L'utilisation de réacteurs à neutrons rapides en association avec de nouvelles technologies du cycle du combustible offre comme avantage notable la possibilité de recycler les actinides majeurs et mineurs sans systèmes de purification poussée, comme c'est le cas dans des usines de retraitement en Fédération de Russie, en France, en Inde et au Japon. Ce système est très résistant à la prolifération, car il n'est pas nécessaire de séparer le plutonium des autres actinides. La combinaison de réacteurs à neutrons rapides (ou l'utilisation du spectre de neutrons rapides) et du traitement thermique avancé du combustible usé est actuellement à l'étude et expérimentée en Fédération de Russie, en Inde et dans l'Union européenne.

Le recyclage des actinides dans des réacteurs à neutrons rapides permet de réduire sensiblement le volume des déchets, la charge thermique et le temps nécessaire pour que les niveaux de radiotoxicité diminuent jusqu'à celui de l'uranium naturel utilisé pour le combustible des réacteurs à eau ordinaire. La recherche-développement (R-D) actuellement menée montre que le concept de « stockage définitif équivalent état naturel » est viable. Autrement dit, il est techniquement possible de générer des déchets radioactifs dont le niveau de radioactivité descendrait au niveau naturel en 300 à 400 ans, au lieu de 250 000 ans.

Radiotoxicité des déchets nucléaires au fil du temps, pour différents cycles de combustible



Ligne 1 : Les déchets de combustible utilisé en stockage définitif direct contiennent Pu + AM + PF.

Ligne 2 : Les déchets issus du recyclage du plutonium contiennent AM + PF.

Ligne 3 : Les déchets issus du recyclage de Pu + AM contiennent des PF.

PF = produits de fission AM = actinides mineurs Pu = plutonium

La technologie des neutrons rapides permet de ramener la radiotoxicité des déchets au niveau de celle de l'uranium naturel en 400 ans environ au lieu de plusieurs centaines de milliers d'années.

si l'on stockait directement le combustible utilisé. Ou, plus simplement, la mise au point d'une centrale nucléaire moderne permettrait de réduire considérablement la charge des déchets pour les générations futures.

fondus. L'objectif est de réduire les quantités d'éléments transuraniens tout en produisant la même quantité d'électricité.

Toutefois, il s'agit d'une tâche complexe et il est nécessaire d'améliorer les technologies de retraitement et de recyclage pour accroître l'efficacité des séparations des actinides, réduire le volume des déchets secondaires et éviter les problèmes de prolifération. Des études de l'AIEA relatives à la conception de réacteurs à neutrons rapides et aux cycles du combustible innovants montrent que ces questions pourraient être résolues et que l'industrie nucléaire pourrait passer à un nouveau cycle du combustible, plus durable.

Alexander V. Bychkov, Directeur général adjoint, chef du Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA

D'importantes activités de R-D sont menées sur l'utilisation du thorium au lieu de l'uranium et sur l'exploitation accrue des filières de réacteurs pour lesquelles le taux de combustion est plus élevé, comme les réacteurs à haute température refroidis par gaz et les réacteurs à sels

ASPECTS JURIDIQUES DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS : INSTRUMENTS JURIDIQUES INTERNATIONAUX PERTINENTS*

L'utilisation responsable de la technologie nucléaire exige que les déchets radioactifs soient gérés d'une manière sûre et respectueuse de l'environnement ; à cette fin, les pays doivent avoir pris des mesures techniques, administratives et juridiques rigoureuses.

Les aspects juridiques de la gestion des déchets radioactifs sont régis par des instruments internationaux juridiquement contraignants et non contraignants très variés. Le présent article donne un aperçu des plus importants, en particulier de ceux qui portent sur la sûreté nucléaire, la sécurité nucléaire, les garanties et la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires. Il mentionne aussi des instruments régionaux pertinents portant sur des questions environnementales, plus particulièrement en ce qui concerne les évaluations stratégiques de l'environnement, les évaluations de l'impact environnemental, l'accès du public à l'information et sa participation au processus décisionnel, ainsi que l'accès à la justice.

Les aspects juridiques de la gestion des déchets radioactifs sont régis par des instruments internationaux juridiquement contraignants et non contraignants très variés. Le présent article donne un aperçu des plus importants, en particulier de ceux qui portent sur la sûreté nucléaire, la sécurité nucléaire, les garanties et la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires.

Le principal traité relatif à la gestion des déchets radioactifs est la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs (la Convention commune, 1997). Cette dernière s'applique à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs lorsque ceux-ci résultent d'applications civiles, y compris des sources radioactives scellées retirées du service, des déchets provenant de l'extraction et du traitement de l'uranium et des rejets d'effluents au cours d'activités réglementées. Par exemple, selon la Convention commune, les Parties contractantes concernées par le mouvement transfrontière de déchets radioactifs doivent prendre les mesures appropriées pour que ce mouvement s'effectue d'une manière qui soit conforme aux dispositions de la convention et d'autres instruments internationaux pertinents ayant force obligatoire. Il convient de noter par ailleurs que les déchets radioactifs résultant de l'exploitation des centrales nucléaires

sont couverts à la fois par la Convention commune et la Convention sur la sûreté nucléaire (1994).

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, les dispositions du Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives publié par l'AIEA en 2003, juridiquement non contraignant, s'appliquent aussi aux sources radioactives scellées retirées du service qui sont gérées comme des déchets radioactifs.

Ces instruments juridiques sont étayés par les normes de sûreté pertinentes de l'AIEA, plus particulièrement celles des catégories Fondements de la sûreté, Prescriptions de sûreté et Guides de sûreté traitant des aspects suivants : cadre gouvernemental, législatif et réglementaire de la sûreté ; gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif ; stockage définitif des déchets radioactifs ; transport des matières radioactives ; et contrôle des sources orphelines et autres matières radioactives dans l'industrie de la production et du recyclage des métaux.

Dans le domaine de la sécurité nucléaire, la Convention sur la protection physique des matières nucléaires (CPPMN, 1980), amendée en 2005, traite de la protection physique des matières nucléaires (y compris les déchets radioactifs) employées à des fins pacifiques en cours de transport international et en cours d'utilisation, de stockage et de transport sur le territoire national. C'est le seul instrument international juridiquement contraignant dans le domaine de la protection physique des matières nucléaires.

Par ailleurs, en vertu d'accords de garanties généralisées (AGG), l'AIEA applique des garanties à toutes les matières nucléaires** sur le territoire des États ayant un tel accord en vigueur, qu'elles soient sous leur juridiction ou sous leur contrôle en quelque lieu que ce soit. Ces garanties s'appliquent aussi aux matières nucléaires présentes dans des déchets conservés, à seule fin de vérifier qu'elles ne sont pas détournées vers des armes nucléaires ou d'autres dispositifs explosifs nucléaires. En outre, en vertu des protocoles additionnels conclus par des États ayant un AGG, l'AIEA vérifie les renseignements communiqués par ceux-ci

*Il conviendra de se référer aussi à l'article intitulé *Un régime juridique international en développement : Protection de l'environnement et gestion des déchets radioactifs* par Wolfram Tonhauser (chef de la Section du droit nucléaire et du droit des traités, Bureau des affaires juridiques de l'AIEA) et Gordon Linsley (ancien chef de la Section de la sûreté des déchets de l'AIEA), Bulletin de l'AIEA 42, n° 3 (2000).

Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management

IAEA International Law Series No. 1



sur l'emplacement ou le traitement ultérieur de déchets de moyenne ou de haute activité contenant du plutonium, de l'uranium fortement enrichi ou de l'uranium 233.

S'agissant de la responsabilité nucléaire, les instruments juridiques internationaux applicables sont notamment la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires (1963), le Protocole d'amendement de la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires (1997) et la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (1997). Ils posent les fondements d'une indemnisation des tiers en cas de dommages nucléaires dus à un incident nucléaire survenu pendant le transport de déchets radioactifs ou à un incident nucléaire survenu dans une installation nucléaire, comme une installation d'entreposage de déchets radioactifs, un réacteur à l'arrêt, une installation en cours de déclasserment ou une installation de stockage définitif de déchets radioactifs.

Enfin, il existe des instruments régionaux traitant de questions environnementales qui s'appliquent plus particulièrement aux installations destinées à la transformation, à l'entreposage et au stockage définitif des déchets radioactifs. Ces traités, adoptés sous les auspices de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU), portent sur les évaluations de l'impact sur l'environnement, les évaluations stratégiques

S'agissant de la responsabilité nucléaire, les instruments juridiques internationaux applicables sont notamment la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires (1963), le Protocole d'amendement de la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires (1997) et la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (1997).

environnementales, l'accès du public à l'information, sa participation au processus décisionnel et son accès à la justice. Il s'agit notamment de la Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (convention d'Espoo, 1991), du Protocole à la Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, relatif à l'évaluation stratégique environnementale (protocole de Kiev, 2003), et de la Convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement (convention d'Aarhus, 1998).

Anthony Christian Wetherall et Isabelle Robin, Bureau des affaires juridiques de l'AIEA

**Les matières nucléaires soumises aux garanties en vertu des accords de garanties généralisées sont l'uranium, le plutonium et le thorium.

RÉGLEMENTATION DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AU NIVEAU NATIONAL

1 IAEA SAFETY FUNDAMENTAL
1 IAEA SECURITY FUNDAMENTAL

"...The prime responsibility for safety and security rests with the operator..."

2 IAEA GENERAL & SPECIFIC SAFETY REQUIREMENTS

"...all radioactive waste can potentially harm people and the environment, and must be safely and securely managed to reduce any associated risks to acceptable levels..."

21 IAEA GENERAL & SPECIFIC SAFETY GUIDES

"Radioactive waste must be managed in such a way as to avoid imposing an undue burden on future generations..."

2 IAEA SECURITY RECOMMENDATIONS

"The responsibility of a State for ensuring that nuclear material and other radioactive material are adequately protected extends to the secure management of radioactive waste."

Les gouvernements nationaux et locaux élaborent et font appliquer des règles concernant la sûreté du transport, du traitement, de l'entreposage et du stockage définitif des déchets radioactifs ainsi que leur classification. Ces règles visent à protéger les personnes et l'environnement et à fournir un cadre juridique et réglementaire dans lequel la gestion des déchets radioactifs peut être planifiée et mise en œuvre de manière sûre.

La réglementation des déchets radioactifs prévoit aussi qui est responsable pour quoi à chaque étape du processus de gestion de ces déchets et elle définit le processus de prise de décisions optimal tout au long des différentes phases dans la vie de l'installation de déchets, dont la conception, l'exploitation et la fermeture ou le déclassement.

Les règlements, qui sont établis et appliqués par une entité gouvernementale indépendante au niveau national/local, traitent aussi des modalités autorisées pour le financement de l'installation de déchets, de la politique de recrutement, des modalités et du degré de participation de parties extérieures à l'installation, de l'endroit où celle-ci peut être construite et des mesures à prendre pour protéger les personnes qui y travaillent.

L'AIEA est tenue essentiellement de fournir des conseils et des recommandations lorsqu'elle est sollicitée.

Sur les 162 États Membres de l'AIEA, ils sont nombreux à se servir des normes de sûreté de l'AIEA sur les déchets radioactifs comme modèle pour élaborer leurs propres règlements à caractère contraignant. Ces normes, qui sont vérifiées par des experts, se fondent sur les bonnes pratiques internationales.

Les règlements sur la gestion des déchets radioactifs diffèrent d'un pays à l'autre, suivant la structure juridique nationale de l'État Membre et la complexité et l'importance des installations de gestion des déchets radioactifs, de leurs activités et de leurs stocks. Par exemple, les règlements sur la gestion des déchets radioactifs dans des pays dotés d'un programme complet de cycle du combustible comprenant des réacteurs différeront de ceux qui sont appliqués dans des pays où le stock de sources radioactives retirées du service est restreint.

Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets de l'AIEA et Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

CRÉATION DE CAPACITÉS DANS LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Le programme de coopération technique (CT) de l'AIEA joue un rôle important en tant que principal mécanisme de prestation de services de l'Agence : il appuie les activités de gestion des déchets radioactifs dans le monde ; il facilite l'échange d'informations sur ce sujet ; et il soutient la formation de personnel pour que le traitement et le stockage définitif des déchets radioactifs soient effectués correctement. Il appuie également l'élaboration de politiques et de stratégies, l'évaluation et la modernisation (si nécessaire) des installations existantes et la création de nouvelles installations, notamment pour le stockage définitif en surface ou à faible profondeur. Il aide enfin les États Membres exploitant des centrales nucléaires à développer des compétences dans le stockage géologique. L'article contient seulement quelques exemples de projets pour illustrer la portée du programme.

En Afrique, les principales difficultés que les États Membres rencontrent avec les déchets radioactifs sont liées à l'absence d'infrastructure nationale adéquate et de personnel correctement formé. Au moyen de son programme de CT, l'AIEA aide les États Membres africains à améliorer leurs capacités de gestion des déchets radioactifs et à acquérir de l'expérience grâce à des programmes complets et appropriés de création de capacités, à l'appui du transfert de connaissances et de technologie.

Par exemple, la Commission tanzanienne de l'énergie atomique exploite une installation centrale de gestion des déchets radioactifs qui a été créée avec l'assistance du programme de CT de l'AIEA. Cette installation sert pour l'entreposage à long terme, en toute sûreté, des sources radioactives retirées du service qui sont collectées dans différents coins du pays. La République-Unie de Tanzanie a aussi reçu une assistance sur les aspects techniques et de sûreté de l'entreposage provisoire, de la gestion, de la surveillance, du contrôle et de la manipulation des déchets radioactifs. De ce fait, le pays dispose de mesures de contrôle de l'exposition du public, assorties d'une stratégie de gestion des déchets radioactifs et d'un cadre juridique correspondant. Aujourd'hui, la République-Unie de Tanzanie utilise une technologie qui lui permet de gérer correctement des déchets radioactifs de tous types, conformément aux normes de sûreté internationales.

La République-Unie de Tanzanie est aussi en train de participer à un projet régional de CT sur l'amélioration de l'infrastructure de gestion des déchets en Afrique. Entre autres questions, ce projet porte sur l'amélioration de l'inventaire des sources radioactives, leur gestion de bout en bout et l'application des technologies de gestion des déchets et de remédiation au secteur des matières radioactives naturelles (NORM).

Dans la région Asie et Pacifique, plus de 90 experts de 22 États Membres participent actuellement à un projet régional



Centre d'entreposage de déchets en Tanzanie

(Photo : Commission tanzanienne de l'énergie atomique, Tanzanie)

de CT, sur la création d'une infrastructure de gestion des déchets radioactifs. Ce projet porte sur la conception modulaire d'installations de traitement et d'entreposage pour de petits volumes de déchets de faible ou moyenne activité, dont les sources radioactives scellées retirées du service ; il appuie la formation à la gestion de ces sources, selon le concept de stockage définitif en puits et de gestion de bout en bout, mais aussi des déchets provenant de matières radioactives naturelles.

La gestion des déchets radioactifs s'inspire des politiques et stratégies nationales, auxquelles l'AIEA assure aussi un appui important. Au titre du même projet, le Bangladesh, Oman, la Thaïlande et le Viet Nam ont reçu un appui pour l'élaboration de politiques et stratégies nationales relatives à la gestion des déchets radioactifs et des sources retirées du service. L'Indonésie a reçu une assistance dans le domaine de la caractérisation des déchets radioactifs solides et la sélection d'options de stockage définitif pour les déchets radioactifs et les sources radioactives scellées retirées du service. Une aide a été accordée à la République islamique d'Iran pour évaluer le stock national et les capacités nationales et pour établir un plan d'action sur la gestion des sources radioactives scellées retirées du service.

L'exemple choisi pour l'Europe est l'aide accordée à la Roumanie, dans le cadre du programme de CT, pour évaluer la politique et la stratégie nationales en matière de gestion des déchets radioactifs, y compris analyser les documents et conseiller sur les principes directeurs de l'AIEA, les meilleures

Le programme de coopération technique de l'AIEA permet aux États Membres de se doter des compétences et des capacités de base dans la gestion des déchets radioactifs. Les statistiques ci-dessous portent sur l'assistance accordée ces dix dernières années.

Projets de coopération technique	122
Bénéficiaires de bourses	130
Visiteurs scientifiques	397
Participants non locaux à des cours de formation	740
Participants à des réunions	1567

pratiques internationales et la réglementation recommandée dans ce domaine. Ce projet a facilité le dialogue national et a renforcé sensiblement la capacité de l'Agence nucléaire et des déchets radioactifs en Roumanie à traiter les questions de gestion du combustible nucléaire et des déchets radioactifs.

Enfin, en Amérique latine, des projets régionaux ont permis de renforcer l'infrastructure nationale et les cadres réglementaires pour le contrôle de l'exposition du public et la gestion sûre des déchets radioactifs dans la région. Des pays ont reçu une assistance pour élaborer des politiques nationales de gestion des déchets radioactifs conformément aux recommandations internationales ; par ailleurs, le personnel chargé des activités réglementaires et les responsables dans le domaine des déchets radioactifs ont reçu une formation.

Réseau international de laboratoires pour la caractérisation des déchets nucléaires aide à caractériser avec précision et assurance de la qualité l'inventaire en radionucléides, ce qui est essentiel pour la prise de décisions quant aux options de gestion des déchets. Ces réseaux permettent aux États Membres de l'AIEA d'échanger et de diffuser des informations pour qu'ils soient plus à même de gérer de manière sûre tous déchets radioactifs.

Omar Yusuf, Département de la coopération technique de l'AIEA

Les interactions entre pays détenant des niveaux d'expérience différents dans les sciences et la technologie nucléaires tendent à confirmer les meilleures pratiques en matière de gestion des déchets.

Les interactions entre pays détenant des niveaux d'expérience différents dans les sciences et la technologie nucléaires tendent à confirmer les meilleures pratiques en matière de gestion des déchets. L'AIEA a créé plusieurs réseaux de connaissances dans différents domaines de la gestion des déchets radioactifs. Le Réseau de gestion et de remédiation de l'environnement héberge sur son site des documents ayant trait à la remédiation de l'environnement ; le Réseau international pour le stockage définitif des déchets de faible activité donne des informations sur le stockage définitif des déchets en surface ou à faible profondeur ; et le

CONTRIBUTEURS

Yukiya Amano
Gerard Bruno
Alexander V. Bychkov
Eleanor Cody
Aabha Dixit
Ayhan Evrensel
Jiri Faltejsek
Denis Flory
Vilmos Friedrich
Pil-Soo Hahn
Sasha Henriques
Nicole Jawerth
Bruna Lecossois
Juan Carlos Lentijo
Susanna Loof
Stefan Joerg Mayer
Vladimir Michal
Stefano Monti
Ruth Ellen Morgart
Kai Moeller
Michael Ojovan
Peter Ormai
Louise Potterton
Rodolfo Quevenco
Isabelle Robin
Rebecca Ann Robbins
Susanta Kumar Samanta
Anthony Wetherall
Omar Yusuf

International Atomic Energy Agency Scientific Forum

RADIOACTIVE WASTE: MEETING THE CHALLENGE

Science and Technology for
Safe and Sustainable Solutions

23–24 September 2014, Vienna, Austria

Boardroom D, C Building, 4th Floor



IAEA

International Atomic Energy Agency

