

Normes de sûreté de l'AIEA

pour la protection des personnes et de l'environnement

Classification des déchets radioactifs

Guide général de sûreté

N° GSG-1



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA ET PUBLICATIONS CONNEXES

NORMES DE SÛRETÉ

En vertu de l'article III de son Statut, l'AIEA a pour attributions d'établir ou d'adopter des normes de sûreté 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 l'application de ces normes.

Les publications par lesquelles l'AIEA établit des normes paraissent dans la collection **Normes de sûreté de l'AIEA**. Cette collection couvre la sûreté nucléaire, la sûreté radiologique, la sûreté du transport et la sûreté des déchets, et comporte les catégories suivantes : **fondements de sûreté, prescriptions de sûreté et guides de sûreté**.

Des informations sur le programme de normes de sûreté de l'AIEA sont disponibles sur le site web de l'AIEA :

www.iaea.org/fr/ressources/normes-de-surete

Le site donne accès aux textes en anglais des normes publiées et en projet. Les textes des normes publiées en arabe, chinois, espagnol, français et russe, le Glossaire de sûreté de l'AIEA et un rapport d'étape sur les normes de sûreté en préparation sont aussi disponibles. Pour d'autres informations, il convient de contacter l'AIEA à l'adresse suivante : Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche).

Tous les utilisateurs des normes de sûreté sont invités à faire connaître à l'AIEA l'expérience qu'ils ont de cette utilisation (c'est-à-dire comme base de la réglementation nationale, pour des examens de la sûreté, pour des cours) afin que les normes continuent de répondre aux besoins des utilisateurs. Les informations peuvent être données sur le site web de l'AIEA, par courrier (à l'adresse ci-dessus) ou par courriel (Official.Mail@iaea.org).

PUBLICATIONS CONNEXES

L'AIEA prend des dispositions pour l'application des normes et, en vertu des articles III et VIII.C de son Statut, elle favorise l'échange d'informations sur les activités nucléaires pacifiques et sert d'intermédiaire entre ses États Membres à cette fin.

Les rapports sur la sûreté dans le cadre des activités nucléaires sont publiés dans la collection **Rapports de sûreté**. Ces rapports donnent des exemples concrets et proposent des méthodes détaillées à l'appui des normes de sûreté.

Les autres publications de l'AIEA concernant la sûreté paraissent dans les collections **Préparation et conduite des interventions d'urgence, Radiological Assessment Reports, INSAG Reports** (Groupe international pour la sûreté nucléaire), **Rapports techniques** et **TECDOC**. L'AIEA édite aussi des rapports sur les accidents radiologiques, des manuels de formation et des manuels pratiques, ainsi que d'autres publications spéciales concernant la sûreté.

Les publications ayant trait à la sécurité paraissent dans la collection **Sécurité nucléaire de l'AIEA**.

La collection **Énergie nucléaire de l'AIEA** est constituée de publications informatives dont le but est d'encourager et de faciliter le développement et l'utilisation pratique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, ainsi que la recherche dans ce domaine. Elle comprend des rapports et des guides sur l'état de la technologie et sur ses avancées, ainsi que sur des données d'expérience, des bonnes pratiques et des exemples concrets dans les domaines de l'électronucléaire, du cycle du combustible nucléaire, de la gestion des déchets radioactifs et du déclassé.

**CLASSIFICATION DES
DÉCHETS RADIOACTIFS**

Les États ci-après sont Membres de l'Agence internationale de l'énergie atomique :

AFGHANISTAN	GABON	PAPOUASIE-NOUVELLE-GUINÉE
AFRIQUE DU SUD	GÉORGIE	PARAGUAY
ALBANIE	GHANA	PAYS-BAS
ALGÉRIE	GRÈCE	PÉROU
ALLEMAGNE	GRENADE	PHILIPPINES
ANGOLA	GUATEMALA	POLOGNE
ANTIGUA-ET-BARBUDA	GUYANA	PORTUGAL
ARABIE SAOUDITE	HAÏTI	QATAR
ARGENTINE	HONDURAS	RÉPUBLIQUE ARABE
ARMÉNIE	HONGRIE	SYRIENNE
AUSTRALIE	ÎLES MARSHALL	RÉPUBLIQUE
AUTRICHE	INDE	CENTRAFRICAINE
AZERBAÏDJAN	INDONÉSIE	RÉPUBLIQUE DE MOLDOVA
BAHAMAS	IRAN, RÉP. ISLAMIQUE D'	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
BAHREÏN	IRAQ	DU CONGO
BANGLADESH	IRLANDE	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
BARBADE	ISLANDE	POPULAIRE LAO
BÉLARUS	ISRAËL	RÉPUBLIQUE DOMINICAINE
BELGIQUE	ITALIE	RÉPUBLIQUE TCHÈQUE
BELIZE	JAMAÏQUE	RÉPUBLIQUE-UNIE
BÉNIN	JAPON	DE TANZANIE
BOLIVIE, ÉTAT	JORDANIE	ROUMANIE
PLURINATIONAL DE	KAZAKHSTAN	ROYAUME-UNI
BOSNIE-HERZÉGOVINE	KENYA	DE GRANDE-BRETAGNE
BOTSWANA	KIRGHIZISTAN	ET D'IRLANDE DU NORD
BRÉSIL	KOWEÏT	RWANDA
BRUNÉI DARUSSALAM	LESOTHO	SAINTE-LUCIE
BULGARIE	LETTONIE	SAINT-KITTS-ET-NEVIS
BURKINA FASO	LIBAN	SAINT-MARIN
BURUNDI	LIBÉRIA	SAINT-SIÈGE
CAMBODGE	LIBYE	SAINT-VINCENT-ET-LES-
CAMEROUN	LIECHTENSTEIN	GRENADINES
CANADA	LITUANIE	SAMOA
CHILI	LUXEMBOURG	SÉNÉGAL
CHINE	MACÉDOINE DU NORD	SERBIE
CHYPRE	MADAGASCAR	SEYCHELLES
COLOMBIE	MALAISIE	SIERRA LEONE
COMORES	MALAWI	SINGAPOUR
CONGO	MALI	SLOVAQUIE
CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	MALTE	SLOVÉNIE
COSTA RICA	MAROC	SOUDAN
CÔTE D'IVOIRE	MAURICE	SRI LANKA
CROATIE	MAURITANIE	SUÈDE
CUBA	MEXIQUE	SUISSE
DANEMARK	MONACO	TADJIKISTAN
DJIBOUTI	MONGOLIE	TCHAD
DOMINIQUE	MONTÉNÉGRO	THAÏLANDE
ÉGYPTE	MOZAMBIQUE	TOGO
EL SALVADOR	MYANMAR	TONGA
ÉMIRATS ARABES UNIS	NAMIBIE	TRINITÉ-ET-TOBAGO
ÉQUATEUR	NÉPAL	TUNISIE
ÉRYTHRÉE	NICARAGUA	TÛRKIYE
ESPAGNE	NIGER	TURKMÉNISTAN
ESTONIE	NIGERIA	UKRAINE
ESWATINI	NORVÈGE	URUGUAY
ÉTATS-UNIS	NOUVELLE-ZÉLANDE	VANUATU
D'AMÉRIQUE	OMAN	VENEZUELA,
ÉTHIOPIE	OUGANDA	RÉP. BOLIVARIENNE DU
FÉDÉRATION DE RUSSIE	OUZBÉKISTAN	VIET NAM
FIDJI	PAKISTAN	YÉMEN
FINLANDE	PALAUOS	ZAMBIE
FRANCE	PANAMA	ZIMBABWE

Le Statut de l'Agence a été approuvé le 23 octobre 1956 par la Conférence sur le Statut de l'AIEA, tenue au Siège de l'Organisation des Nations Unies, à New York ; il est entré en vigueur le 29 juillet 1957. L'Agence a son Siège à Vienne. Son principal objectif est « de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier ».

COLLECTION
NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA N° GSG-1

CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

GUIDE GÉNÉRAL DE SÛRETÉ

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2023

DROIT D'AUTEUR

Toutes les publications scientifiques et techniques de l'AIEA sont protégées par les dispositions de la Convention universelle sur le droit d'auteur adoptée en 1952 (Berne) et révisée en 1972 (Paris). Depuis, l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (Genève) a étendu le droit d'auteur à la propriété intellectuelle sous forme électronique et virtuelle. La reproduction totale ou partielle des textes contenus dans les publications de l'AIEA sous forme imprimée ou électronique est soumise à autorisation préalable et habituellement au versement de redevances. Les propositions de reproduction et de traduction à des fins non commerciales sont les bienvenues et examinées au cas par cas. Les demandes doivent être adressées à la Section d'édition de l'AIEA :

Unité de la promotion et de la vente
Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne (Autriche)
Télécopie: +43 1 26007 22529
Téléphone : +43 1 2600 22417
Courriel : sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/fr/publications>

© AIEA, 2023

Imprimé par l'AIEA en Autriche
Novembre 2023
STI/PUB/1419

CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

AIEA, VIENNE, 2023

STI/PUB/1419

ISBN 978-92-0-212323-6

ISSN 1020-5829

ISBN PDF 978-92-0-212223-9

AVANT-PROPOS

de Rafael Mariano Grossi
Directeur général

De par son Statut, l'AIEA est habilitée à établir des « normes de sûreté destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens ». Il s'agit de normes qu'elle doit appliquer à ses propres opérations et que les États peuvent mettre en œuvre par l'intermédiaire de leurs règlements nationaux.

Depuis le lancement du programme de normes de sûreté en 1958 par l'AIEA, de nombreux changements sont intervenus. En tant que Directeur général, j'entends veiller à ce que l'AIEA entretienne et améliore cet ensemble intégré, complet et cohérent de normes de grande qualité adaptées à l'utilisateur, aux réalités de l'époque et aux besoins en matière de sûreté. Leur utilisation adéquate dans le cadre des applications de la science et de la technologie nucléaires devrait permettre d'assurer un niveau élevé de protection des populations et de l'environnement à travers le monde et établir la confiance nécessaire à l'utilisation continue de la technologie nucléaire pour le bien de tous.

C'est aux pays qu'il appartient de garantir la sûreté en s'appuyant sur un certain nombre de conventions internationales. Les normes de l'AIEA dans ce domaine constituent la base de ces instruments juridiques et servent de référence mondiale pour aider les parties à s'acquitter de leurs obligations. Bien qu'elles ne soient pas juridiquement contraignantes pour les États Membres, elles sont largement appliquées. Elles sont devenues une référence indispensable et un dénominateur commun pour la grande majorité des États Membres qui les appliquent dans leur réglementation nationale pour améliorer la sûreté des centrales nucléaires, des réacteurs de recherche et des installations du cycle du combustible ainsi que des applications nucléaires en médecine, dans l'industrie, l'agriculture et la recherche.

Les normes de sûreté de l'AIEA sont fondées sur l'expérience pratique des États Membres et font l'objet d'un consensus international. La participation des membres des comités des normes de sûreté, du Comité des orientations sur la sécurité nucléaire et de la Commission des normes de sûreté est particulièrement importante, et je suis reconnaissant à tous ceux qui, par leurs connaissances et leurs compétences, contribuent à leur élaboration.

L'AIEA utilise également ces normes de sûreté lorsqu'elle apporte une assistance aux États Membres dans le cadre de missions d'examen et de services consultatifs, aidant ainsi ces derniers à les appliquer et facilitant l'échange de données d'expérience et d'idées utiles. Les informations en retour sur ces missions et services, de même que les enseignements tirés des événements et l'expérience

relative à l'utilisation et à l'application des normes de sûreté, sont pris en compte lors de la révision périodique de ces dernières.

Je suis convaincu que les normes de sûreté de l'AIEA et leur application contribuent de manière inestimable à assurer un niveau élevé de sûreté dans le cadre de l'utilisation de la technologie nucléaire. J'encourage tous les États Membres à les promouvoir et à les appliquer, et à collaborer avec l'AIEA pour en maintenir la qualité, aujourd'hui comme demain.

LES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

CONTEXTE

La radioactivité est un phénomène naturel et des sources naturelles de rayonnements sont présentes dans l'environnement. Les rayonnements et les substances radioactives ont de nombreuses applications utiles, allant de la production d'électricité aux applications médicales, industrielles et agricoles. Les risques radiologiques pour les travailleurs, le public et l'environnement pouvant découler de ces applications doivent être évalués et, le cas échéant, contrôlés.

Des activités telles que les utilisations médicales des rayonnements, l'exploitation des installations nucléaires, la production, le transport et l'utilisation de matières radioactives, et la gestion de déchets radioactifs doivent donc être soumises à des normes de sûreté.

La réglementation de la sûreté est une responsabilité nationale. Cependant, les risques radiologiques peuvent dépasser les frontières nationales, et la coopération internationale sert à promouvoir et à renforcer la sûreté au niveau mondial par l'échange de données d'expérience et l'amélioration des capacités de contrôle des risques afin de prévenir les accidents, d'intervenir dans les cas d'urgence et d'atténuer toute conséquence dommageable.

Les États ont une obligation de diligence et un devoir de précaution, et doivent en outre remplir leurs obligations et leurs engagements nationaux et internationaux.

Les normes de sûreté internationales aident les États à s'acquitter de leurs obligations en vertu de principes généraux du droit international, tels que ceux ayant trait à la protection de l'environnement. Elles servent aussi à promouvoir et à garantir la confiance dans la sûreté, ainsi qu'à faciliter le commerce international.

Le régime mondial de sûreté nucléaire fait l'objet d'améliorations continues. Les normes de sûreté de l'AIEA, qui soutiennent la mise en œuvre des instruments internationaux contraignants et les infrastructures nationales de sûreté, sont une pierre angulaire de ce régime mondial. Elles constituent un outil que les parties contractantes peuvent utiliser pour évaluer leur performance dans le cadre de ces conventions internationales.

LES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Le rôle des normes de sûreté de l'AIEA découle du Statut, qui autorise l'AIEA à établir ou adopter, en consultation et, le cas échéant, en collaboration avec les organes compétents des Nations Unies et avec les institutions spécialisées

intéressées, des normes de sûreté destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens, et à prendre des dispositions pour l'application de ces normes.

Afin d'assurer la protection des personnes et de l'environnement contre les effets dommageables des rayonnements ionisants, les normes de sûreté de l'AIEA établissent des principes de sûreté fondamentaux, des prescriptions et des mesures pour contrôler l'exposition des personnes et le rejet de matières radioactives dans l'environnement, pour restreindre la probabilité d'événements qui pourraient entraîner la perte du contrôle du cœur d'un réacteur nucléaire, et pour atténuer les conséquences de tels événements s'ils se produisent. Les normes s'appliquent aux installations et aux activités qui donnent lieu à des risques radiologiques, y compris les installations nucléaires, à l'utilisation des rayonnements et des sources radioactives, au transport des matières radioactives et à la gestion des déchets radioactifs.

Les mesures de sûreté et les mesures de sécurité¹ ont comme objectif commun de protéger la vie et la santé humaines et l'environnement. Ces mesures doivent être conçues et mises en œuvre de manière intégrée de sorte que les mesures de sécurité ne portent pas préjudice à la sûreté et que les mesures de sûreté ne portent pas préjudice à la sécurité.

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 et de l'environnement contre les effets dommageables des rayonnements ionisants. Elles sont publiées dans la collection Normes de sûreté de l'AIEA, qui est constituée de trois catégories (voir la figure 1).

Fondements de sûreté

Les fondements de sûreté présentent les objectifs et les principes de protection et de sûreté qui constituent la base des prescriptions de sûreté.

Prescriptions de sûreté

Un ensemble intégré et cohérent de prescriptions de sûreté établit les prescriptions qui doivent être respectées pour assurer la protection des personnes et de l'environnement, actuellement et à l'avenir. Les prescriptions sont régies par l'objectif et les principes énoncés dans les Fondements de sûreté. S'il n'y est pas satisfait, des mesures doivent être prises pour atteindre ou rétablir le niveau de sûreté requis. La présentation et le style des prescriptions facilitent leur utilisation pour l'établissement, de manière harmonisée, d'un cadre réglementaire national.

¹ Voir aussi les publications parues dans la collection Sécurité nucléaire de l'AIEA.



FIG. 1. Structure à long terme de la collection Normes de sûreté de l'AIEA.

Ces prescriptions, notamment les prescriptions globales numérotées, sont énoncées au présent de l'indicatif. De nombreuses prescriptions ne s'adressent pas à une partie en particulier, ce qui signifie que la responsabilité de leur application revient à toutes les parties concernées.

Guides de sûreté

Les guides de sûreté contiennent des recommandations et des orientations sur la façon de se conformer aux prescriptions de sûreté, traduisant un consensus international selon lequel il est nécessaire de prendre les mesures recommandées (ou des mesures équivalentes). Ils présentent 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 recommandations qu'ils contiennent sont énoncées au conditionnel.

APPLICATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Les principaux utilisateurs des normes de sûreté dans les États Membres de l'AIEA sont les organismes de réglementation et d'autres autorités nationales pertinentes. Les normes de sûreté de l'AIEA sont aussi utilisées par les organisations parrainantes et par de nombreux organismes qui conçoivent,

construisent et exploitent des installations nucléaires, ainsi que par les utilisateurs de rayonnements et de sources radioactives.

Les normes de sûreté de l'AIEA sont applicables, selon que de besoin, pendant la durée de vie de toutes les installations et activités, existantes et nouvelles, utilisées à des fins pacifiques ainsi qu'aux mesures de protection visant à réduire les risques radiologiques existants. Les États peuvent les utiliser comme référence pour la réglementation nationale concernant les installations et les activités.

En vertu de son Statut, l'AIEA est tenue d'appliquer les normes de sûreté à ses propres opérations et les États doivent les appliquer aux opérations pour lesquelles l'AIEA fournit une assistance.

Les normes de sûreté sont aussi utilisées par l'AIEA comme référence pour ses services d'examen de la sûreté, ainsi que pour le développement des compétences, y compris l'élaboration de programmes de formation théorique et de cours pratiques.

Les conventions internationales contiennent des prescriptions semblables à celles des normes de sûreté qui sont juridiquement contraignantes pour les parties contractantes. Les normes de sûreté de l'AIEA, complétées par les conventions internationales, les normes industrielles et les prescriptions nationales détaillées, constituent une base cohérente pour la protection des personnes et de l'environnement. Il y a aussi des aspects particuliers de la sûreté qui doivent être évalués à l'échelle nationale. Par exemple, de nombreuses normes de sûreté de l'AIEA, en particulier celles portant sur les aspects de la sûreté relatifs à la planification ou à la conception, sont surtout applicables aux installations et activités nouvelles. Les prescriptions établies dans les normes de sûreté de l'AIEA peuvent n'être pas pleinement satisfaites par certaines installations existantes construites selon des normes antérieures. Il revient à chaque État de déterminer le mode d'application des normes de sûreté de l'AIEA dans le cas de telles installations.

Les considérations scientifiques qui sous-tendent les normes de sûreté de l'AIEA constituent une base objective pour les décisions concernant la sûreté ; cependant, les décideurs doivent également juger en connaissance de cause et déterminer la meilleure manière d'équilibrer les avantages d'une mesure ou d'une activité par rapport aux risques radiologiques et autres qui y sont associés ainsi qu'à tout autre impact négatif qui en découle.

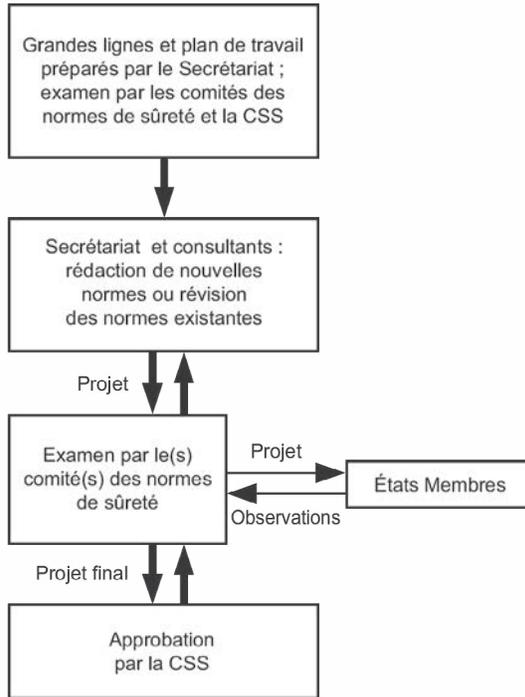


FIG. 2. Processus d'élaboration d'une nouvelle norme de sûreté ou de révision d'une norme existante.

PROCESSUS D'ÉLABORATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

La préparation et l'examen des normes de sûreté sont l'œuvre commune du Secrétariat de l'AIEA et de cinq comités – le Comité des normes de préparation et de conduite des interventions d'urgence (EPRéSC), le Comité des normes de sûreté nucléaire (NUSSC), le Comité des normes de sûreté radiologique (RASSC), le Comité des normes de sûreté des déchets (WASSC), le Comité des normes de sûreté du transport (TRANSSC) – et de la Commission des normes de sûreté (CSS), qui supervise tout le programme des normes de sûreté (voir la figure 2).

Tous les États Membres de l'AIEA peuvent nommer des experts pour siéger dans ces comités et présenter des observations sur les projets de normes. Les membres de la Commission des normes de sûreté sont nommés par le Directeur général et comprennent des responsables de la normalisation au niveau national.

Un système de gestion a été mis en place pour la planification, l'élaboration, le réexamen, la révision et l'établissement des normes de sûreté de l'AIEA. Il structure le mandat de l'AIEA, la vision de l'application future des normes, politiques et stratégies de sûreté, et les fonctions et responsabilités correspondantes.

INTERACTION AVEC D'AUTRES ORGANISATIONS INTERNATIONALES

Les conclusions du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) et les recommandations d'organismes internationaux spécialisés, notamment de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), sont prises en compte lors de l'élaboration des normes de sûreté de l'AIEA. Certaines normes de sûreté sont élaborées en collaboration avec d'autres organismes des Nations Unies ou d'autres organisations spécialisées, dont l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Organisation internationale du Travail, l'Organisation mondiale de la santé, l'Organisation panaméricaine de la santé et le Programme des Nations Unies pour l'environnement.

INTERPRÉTATION DU TEXTE

Les termes relatifs à la sûreté et à la sécurité nucléaires ont le sens donné dans le glossaire de l'AIEA sur la sûreté et la sécurité nucléaires (voir <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>). L'orthographe et le sens des autres mots sont conformes à la dernière édition du Concise Oxford Dictionary. Pour les guides de sûreté, c'est la version anglaise qui fait foi.

Le contexte de chaque volume de la collection Normes de sûreté de l'AIEA et son objectif, sa portée et sa structure sont expliqués dans le chapitre premier (introduction) de chaque publication.

Les informations qui ne trouvent pas leur place dans le corps du texte (par exemple celles qui sont subsidiaires ou séparées du corps du texte, sont incluses pour compléter des passages du texte principal ou décrivent des méthodes de calcul, des procédures ou des limites et conditions) peuvent être présentées dans des appendices ou des annexes.

Lorsqu'une norme comporte un appendice, celui-ci est réputé faire partie intégrante de la norme. Les informations données dans un appendice ont le même statut que le corps du texte et l'AIEA en assume la paternité. Les annexes et notes de bas de page du texte principal ont pour objet de donner des exemples concrets ou des précisions ou explications. Elles ne sont pas considérées comme faisant partie intégrante du texte principal. Les informations contenues dans les annexes n'ont pas nécessairement l'AIEA pour auteur ; les informations publiées par d'autres auteurs figurant dans des normes de sûreté peuvent être présentées dans des annexes. Les informations provenant de sources extérieures présentées dans les annexes sont adaptées pour être d'utilité générale.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
Contexte (1.1–1.7).....	1
Objectif (1.8–1.9).....	3
Portée (1.10–1.13).....	3
Structure (1.14).....	4
2. LE SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS.....	5
Aperçu général (2.1–2.3).....	5
Classes de déchets (2.4–2.31).....	7
Considérations supplémentaires (2.32–2.33).....	17
APPENDICE : LA CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	19
RÉFÉRENCES.....	25
ANNEXE I : L'ÉVOLUTION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA RELATIVES À LA CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS.....	27
ANNEXE II : MÉTHODES DE CLASSIFICATION.....	28
RÉFÉRENCES RELATIVES À L'ANNEXE II.....	34
ANNEXE III : ORIGINE DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET TYPES DE DÉCHETS.....	35
RÉFÉRENCES RELATIVES À L'ANNEXE III.....	44
PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN DU TEXTE.....	45
ORGANES D'APPROBATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA	47

1. INTRODUCTION

CONTEXTE

1.1. Les déchets radioactifs sont produits par différents types d'installations et peuvent se présenter sous des formes physiques et chimiques variées et contenir des radionucléides dans des concentrations très diverses. Étant donné ces différences, un large éventail de solutions existent également pour gérer ces déchets. Il peut être fait appel à diverses possibilités de traitement et d'entreposage des déchets radioactifs à court ou à long terme avant leur stockage définitif. De même, il existe plusieurs options pour garantir un stockage définitif sûr des déchets radioactifs, allant du stockage en surface ou à faible profondeur au stockage géologique.

1.2. Conformément à la prescription 9 de la publication parue dans la catégorie Prescriptions de sûreté et intitulée *Gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif* [1], « [à] différentes étapes de la gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif, les déchets radioactifs sont caractérisés et classés conformément aux prescriptions établies ou approuvées par l'organisme de réglementation. » Cette prescription vise à garantir que des dispositions pertinentes et adéquates seront prises au regard des incidences sur la sûreté qui découlent de la gestion et du stockage définitif des déchets radioactifs.

1.3. Plusieurs systèmes de classification des déchets radioactifs ont été mis au point, sur la base des propriétés physiques, chimiques et radiologiques pertinentes pour des installations ou des situations données impliquant la gestion de déchets radioactifs. Ces différents systèmes ont donné naissance à diverses terminologies, qui peuvent différer d'un État à l'autre, voire d'une installation à l'autre dans un même État. Dans certains cas, cette hétérogénéité a compromis l'établissement de politiques nationales de gestion des déchets uniformes et cohérentes et la mise en œuvre de stratégies en la matière, et peut aboutir à des niveaux de sûreté sous-optimaux. Elle nuit également à la communication nationale et internationale sur les pratiques de gestion des déchets, en particulier dans le contexte de la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs [2]. Les données publiées dans la littérature scientifique sont difficilement comparables et les différents programmes et pratiques de gestion des déchets d'un même État et d'États différents peuvent être difficiles à comprendre.

1.4. Afin de remédier à ces problèmes, des normes de sûreté internationales relatives à la gestion des déchets radioactifs ont été établies pour la classification des déchets. Les premières normes en la matière ont été publiées en 1970¹, puis révisées en 1981² et 1994³. Des explications relatives à l'évolution de ces normes sont présentées à l'annexe I. Le système de classification exposé dans le présent guide de sûreté remplace les systèmes proposés dans les publications précédentes.

1.5. Différents types de déchets peuvent être regroupés aux fins de la gestion des déchets d'exploitation. Par exemple, les déchets contenant des radionucléides à courte période peuvent être séparés de ceux contenant des radionucléides à période plus longue, ou les déchets compactables peuvent être séparés des déchets non compactables. La gestion des déchets d'exploitation est traitée dans la référence [3]. À l'exception des déchets contenant uniquement des radionucléides à courte période, tous les autres types de déchets radioactifs doivent tôt ou tard être stockés définitivement conformément aux Principes fondamentaux de sûreté [4] et aux prescriptions de sûreté relatives à la gestion et au stockage définitif des déchets radioactifs.

1.6. Le système de classification précédent³ n'est pas tout à fait complet : il ne couvre pas tous les types de déchets radioactifs et ne fournit pas d'indications claires sur les solutions de stockage définitif appropriées pour chaque type de déchets radioactifs. Il a été estimé que ces lacunes limitaient l'utilisation et l'application du système de classification précédent.

1.7. Le présent guide de sûreté propose d'associer, de manière générique, des solutions de stockage définitif à chaque classe de déchet. Il convient toutefois, dans chaque cas, de vérifier qu'une installation de stockage définitif donnée convient pour le stockage des déchets concernés sur la base de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté de l'installation en question [5].

¹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Standardization of Radioactive Waste Categories, Technical Reports Series No. 101, IAEA, Vienna (1970).

² INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Underground Disposal of Radioactive Waste: Basic Guidance, Safety Series No. 54, IAEA, Vienna (1981).

³ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).

OBJECTIF

1.8. Le présent guide de sûreté a pour objet d'établir un système général de classification des déchets radioactifs fondé avant tout sur les aspects relatifs à la sûreté à long terme et, par conséquent, au stockage définitif des déchets radioactifs. Associé à d'autres normes de sûreté de l'AIEA sur les déchets radioactifs, il contribuera à l'élaboration et à la mise en œuvre de stratégies de gestion des déchets adéquates et facilitera la communication et l'échange d'informations au sein des États et entre eux. Le stockage définitif constitue l'étape finale de la gestion des déchets radioactifs, conformément aux publications de la catégorie Prescriptions de sûreté relatives à la gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif ainsi qu'à leur stockage définitif [1, 5].

1.9. Le présent guide de sûreté établit les limites conceptuelles entre différentes classes de déchets et fournit des orientations aux fins de leur définition sur la base d'aspects relatifs à la sûreté à long terme. Bien que l'utilité des systèmes de classification pour garantir la sûreté de la gestion opérationnelle des déchets radioactifs, notamment le transport des déchets, soit reconnue, de tels systèmes tiennent compte d'autres considérations et ne sont pas traités dans le présent guide.

PORTÉE

1.10. Le présent guide de sûreté fournit des orientations sur la classification de tout l'éventail des déchets radioactifs, du combustible nucléaire usé, lorsqu'il est considéré comme déchet radioactif, aux déchets dont les concentrations d'activité sont tellement faibles qu'ils ne sont pas soumis aux réglementations sur les déchets radioactifs et n'ont pas besoin d'être gérés comme tels. Il couvre également les sources scellées retirées du service considérées comme des déchets ainsi que les déchets contenant des radionucléides d'origine naturelle. Les recommandations énoncées dans le présent guide de sûreté s'appliquent aux déchets de toute origine, notamment aux déchets produits par des installations et des activités, à ceux émanant de situations existantes et à ceux susceptibles d'être engendrés par des accidents.

1.11. Le système de classification élaboré dans le présent guide de sûreté porte spécifiquement sur les déchets radioactifs solides. Cependant, l'approche fondamentale décrite pourrait également s'appliquer à la gestion des déchets liquides et gazeux, pour autant que les considérations propres à ces déchets soient

prises en compte, notamment leur transformation pour leur donner une forme solide qui convienne à leur stockage définitif.

1.12. Le présent guide de sûreté ne tient pas compte des constituants dangereux non radioactifs des déchets radioactifs qui n'ont aucune incidence sur la sûreté radiologique. Il conviendra de prendre en compte les risques non radiologiques que présentent de tels constituants conformément aux prescriptions nationales, mais ces considérations ne font pas l'objet du présent guide. Dans certains États, ces déchets sont parfois dénommés « déchets mixtes ».

1.13. Il est important de connaître les propriétés des différents types de déchets radioactifs afin de prendre des décisions quant à leur traitement, à leur entreposage et à leur stockage définitif, mais les approches et méthodes de caractérisation des déchets radioactifs ne sont pas non plus abordées dans le présent guide.

STRUCTURE

1.14. Le présent guide de sûreté est composé de deux sections, d'un appendice et de trois annexes. Le système de classification des déchets radioactifs est présenté à la section 2. L'appendice détaille la portée et les objectifs généraux des systèmes de classification des déchets radioactifs. Il examine la finalité et les limites du système de classification décrit dans le présent guide et explique l'approche adoptée pour son élaboration. Il présente également les activités de gestion des déchets et les critères pris en compte pour délimiter les différentes classes de déchets. L'annexe I décrit l'évolution des normes de sûreté de l'AIEA relatives à la classification des déchets radioactifs. L'annexe II présente les différents objectifs de la classification des déchets et les diverses approches en la matière, ainsi que les méthodes qualitatives et quantitatives de classification des déchets. L'annexe III décrit différents types de déchets radioactifs et illustre comment le système de classification établi dans le présent guide de sûreté peut être utilisé pour classer ces types de déchets.

2. LE SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

APERÇU GÉNÉRAL

2.1. Un certain nombre d'éléments du système de classification précédent³ ont été conservés. Le système a toutefois été modifié afin de combler les lacunes du précédent système recensées au paragraphe 1.6 et de tenir compte de l'expérience acquise dans l'élaboration, l'exploitation et l'évaluation de la sûreté des installations de stockage définitif. Un système complet de classes de déchets a été établi et les conditions générales qui délimitent les différentes classes sont présentées. Des limites quantitatives plus précises, prenant en compte davantage de paramètres, peuvent être élaborées conformément aux prescriptions et programmes nationaux. Dans les pays qui disposent de plus d'une installation de stockage définitif, les délimitations quantitatives des différentes classes peuvent différer d'une installation de stockage définitif à l'autre, en fonction des scénarios, des paramètres géologiques et techniques et d'autres paramètres pertinents pour l'évaluation de la sûreté d'un site donné.

2.2. Conformément à l'approche présentée dans l'appendice, six classes de déchets ont été définies et constituent la base du système de classification :

- 1) Déchets exemptés⁴ (DE) : déchets qui satisfont aux critères de libération, d'exemption ou d'exclusion du contrôle réglementaire aux fins de la radioprotection, comme indiqué dans la référence [6].
- 2) Déchets à très courte période (DTCP) : déchets qui peuvent être entreposés pour décroissance pendant une période limitée, allant jusqu'à quelques années, puis libérés du contrôle réglementaire conformément aux modalités approuvées par l'organisme de réglementation, aux fins de leur stockage définitif, de leur utilisation ou de leur rejet non contrôlés. Cette classe comprend des déchets contenant principalement des radionucléides à très courte période souvent utilisés à des fins médicales ou dans la recherche.

⁴ Le terme « déchet exempté » a été conservé du système de classification précédent (voir note 3) par souci de cohérence ; toutefois, une fois qu'un tel déchet est libéré du contrôle réglementaire, il n'est plus considéré comme déchet radioactif.

- 3) Déchets de très faible activité (DTFA) : déchets qui ne satisfont pas nécessairement aux critères pour les DE, mais qui ne nécessitent pas un niveau élevé de confinement et d'isolement et qui se prêtent donc au stockage définitif en surface ou à faible profondeur dans une installation de type décharge avec un contrôle réglementaire limité. Ce type de décharge peut contenir d'autres déchets dangereux. Cette classe de déchets comprend habituellement des sols et des gravats présentant une concentration d'activité faible. On trouve généralement très peu de radionucléides à période relativement longue dans les DTFA.
- 4) Déchets de faible activité (DFA) : déchets dont l'activité dépasse les niveaux de libération, mais contenant des quantités limitées de radionucléides à longue période. Ces déchets exigent un isolement et un confinement poussés pour des périodes allant jusqu'à quelques centaines d'années et peuvent être stockés définitivement dans des installations construites en surface ou à faible profondeur. Cette classe comprend une très large gamme de déchets. Les DFA peuvent contenir des radionucléides à courte période présentant des concentrations d'activité relativement élevées, ainsi que des radionucléides à longue période, mais seulement si les concentrations d'activité sont relativement faibles.
- 5) Déchets de moyenne activité (DMA) : déchets qui, du fait de leur contenu, en particulier en radionucléides à longue période, exigent un degré de confinement et d'isolement plus élevé que ne permet le stockage en surface ou à faible profondeur. Toutefois, les DMA ne nécessitent au plus qu'un système limité de dissipation de la chaleur pendant leur entreposage et leur stockage définitif. Ils peuvent contenir des radionucléides à longue période, en particulier des émetteurs alpha, dont l'activité volumique ne tombera pas à un niveau suffisamment bas pour un stockage définitif en surface ou à faible profondeur pendant la période durant laquelle on peut s'en remettre aux contrôles institutionnels. Les déchets de cette classe doivent donc être stockés à des profondeurs plus grandes, de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.
- 6) Déchets de haute activité (DHA) : déchets présentant une concentration d'activité suffisamment élevée pour produire d'importantes quantités de chaleur par décroissance radioactive ou déchets contenant de grandes quantités de radionucléides à longue période dont il faut tenir compte pour la conception de l'installation de stockage définitif destinée à accueillir ces déchets. L'option habituellement retenue pour les DHA

est le stockage définitif dans des formations géologiques stables et profondes, généralement à plusieurs centaines de mètres ou plus sous la surface.

2.3. Les valeurs quantitatives relatives à l'activité du contenu admissibles pour chaque radionucléide important seront précisées sur la base de l'évaluation de la sûreté du site de stockage définitif considéré (ce qui ne fait pas l'objet du présent guide de sûreté).

CLASSES DE DÉCHETS

2.4. La figure 1 illustre le concept du système de classification des déchets. L'axe vertical représente l'activité du contenu⁵ des déchets, et l'axe horizontal la période des radionucléides contenus dans les déchets. Dans certains cas, la classe à laquelle appartient un déchet peut être déterminée sur la base de la quantité d'activité plutôt que de la concentration d'activité du déchet en question. Par exemple, les déchets ne contenant que de très faibles quantités de certains radionucléides (comme les émetteurs bêta de faible énergie) peuvent être exclus ou libérés du contrôle réglementaire.

2.5. Le niveau d'activité du contenu, tel que représenté par l'axe vertical de la figure 1, s'étend de négligeable à très élevé, ce dernier niveau correspondant à une très forte concentration de radionucléides ou à une activité spécifique très élevée. Plus l'activité du contenu d'un déchet est élevée, plus son confinement et son isolement de la biosphère devront être poussés. Les déchets qui se situent dans la portion basse de l'axe vertical, dont l'activité est inférieure aux niveaux de libération, peuvent être gérés sans tenir compte de leurs propriétés radiologiques.

2.6. La période des radionucléides contenus dans les déchets, telle que représentée par l'axe horizontal de la figure 1, peut s'étendre de courte (en secondes) à très longue (en millions d'années). Dans le contexte de la sûreté des déchets radioactifs, un radionucléide ayant une période de moins d'une trentaine d'années est considéré comme un radionucléide à courte période. Il est judicieux de distinguer les déchets contenant principalement des radionucléides à courte période de ceux contenant des radionucléides à longue période, car les risques radiologiques associés aux radionucléides à courte période diminuent nettement

⁵ L'expression « activité du contenu » est utilisée en raison du caractère généralement hétérogène des déchets radioactifs ; il s'agit d'un terme générique qui recouvre la concentration d'activité, l'activité spécifique et l'activité totale.

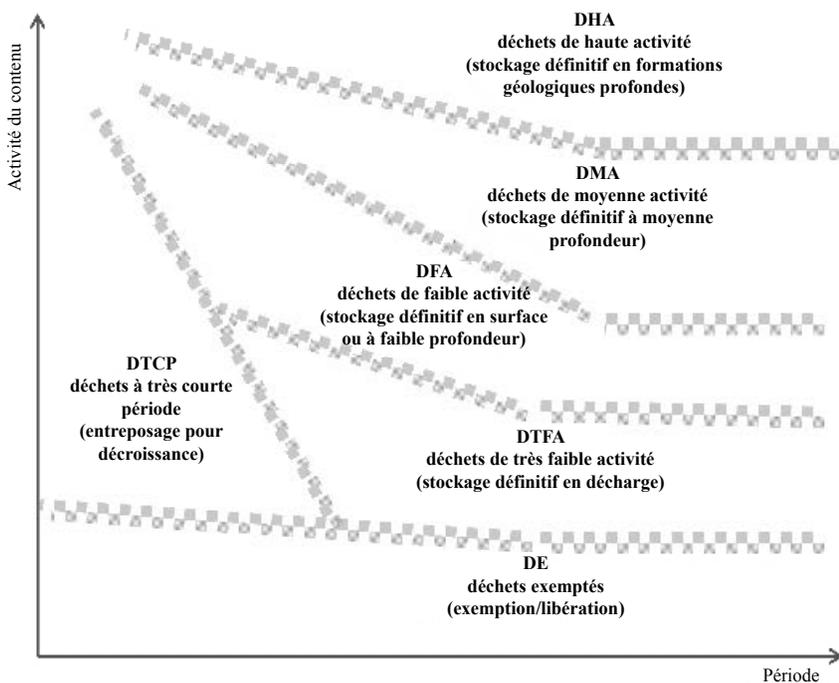


FIG. 1. Illustration du concept du système de classification des déchets.

après quelques centaines d'années en raison de leur décroissance radioactive. Un niveau d'assurance raisonnable peut être fourni quant à la capacité de maintenir, sur de telles périodes, les mesures de contrôle institutionnelles destinées à garantir la sûreté des installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur accueillant des déchets contenant principalement des radionucléides à courte période. Les niveaux d'activité maximaux (activité totale, activité spécifique ou concentration d'activité) des déchets autorisés dans une installation de stockage définitif donnée dépendront des propriétés radiologiques, chimiques, physiques et biologiques des déchets concernés et des radionucléides qu'ils contiennent.

2.7. Un examen plus détaillé des différentes classes de déchets est présenté aux paragraphes 2.8 à 2.31.

Déchets exemptés (DE)

2.8. Les déchets exemptés présentent des concentrations de radionucléides tellement faibles qu'ils ne nécessitent aucune disposition particulière de

radioprotection, qu'ils soient stockés dans une décharge classique ou recyclés. De telles matières peuvent être libérées de tout contrôle réglementaire sans autre examen.

2.9. Les effluents liquides et gazeux rejetés dans l'environnement dans le cadre d'un contrôle réglementaire approprié sont en quelque sorte assimilables aux déchets libérés, étant donné que les matières rejetées ne requièrent aucun examen supplémentaire en matière de protection et de sûreté radiologiques. Il existe toutefois des différences notables quant à l'établissement des quantités maximales d'effluents qui peuvent être rejetées ; dans le cas des rejets d'effluents, un contrôle radiologique de l'environnement est en principe effectué à des fins de confirmation [7].

2.10. Des études menées à l'échelle nationale et internationale ont calculé les niveaux de concentration d'activité propres à différents radionucléides autorisés pour l'exemption et la libération des matières solides. La référence [6] fournit des explications et des orientations sur les notions d'exclusion, d'exemption et de libération. Elle indique des valeurs de concentration d'activité pour les radionucléides d'origine naturelle et artificielle qui peuvent être utilisées par l'organisme de réglementation pour déterminer si le contrôle de matières solides en grandes quantités n'est pas ou plus nécessaire.

2.11. Les valeurs de concentration d'activité des radionucléides artificiels sont calculées sur la base de scénarios génériques de recyclage et de stockage définitif des déchets :

« La base radiologique principale pour déterminer les valeurs de concentration d'activité autorisées pour l'exemption et la libération de matières en grandes quantités correspond à une dose efficace reçue en un an par toute personne du fait de ces matières ne dépassant pas 10 μ Sv. Afin de tenir compte des scénarios à faible probabilité susceptibles d'engendrer des expositions à des doses de rayonnements plus élevées, un critère supplémentaire a été défini, selon lequel la dose efficace reçue par toute personne du fait de tels scénarios ne doit pas dépasser 1 mSv en un an. Dans ce contexte, un critère de dose a également été défini pour tenir compte des doses reçues par la peau, à savoir que la dose équivalente à la peau ne doit pas dépasser 50 mSv par an. Cette approche est conforme à celle utilisée pour la définition des valeurs d'exemption indiquées dans l'appendice I des Normes fondamentales internationales de sûreté » [6].

Une approche différente a été employée pour les radionucléides d'origine naturelle : les valeurs ont été calculées à partir de la limite supérieure de la distribution des concentrations d'activité dans le sol à l'échelle mondiale [6].

2.12. Des niveaux de concentration d'activité différents de ceux recommandés dans la référence [6] pour les déchets exemptés peuvent être définis par l'organisme de réglementation au cas par cas, à condition que soient prises en compte les spécificités du contexte national qui auront une incidence importante sur les scénarios d'exposition ou que soient fixées des prescriptions ou des conditions spécifiques pour l'exemption ou la libération des déchets. S'il existe une possibilité que les matières en question soient exportées, il convient de tenir compte de toutes les conséquences transfrontières potentielles. Les niveaux de concentration d'activité définis par l'organisme de réglementation seront hautement tributaires des conditions d'exemption ou de libération.

2.13. Un objectif important de la référence [6] est de définir une limite, qui fasse consensus, pour les matières exemptées ou libérées sans condition qui peuvent être transférées d'un État à un autre (par exemple, pour être recyclées ou réutilisées), sans être soumises à un contrôle réglementaire à des fins de radioprotection. Un tel consensus facilite grandement les procédures d'exemption et de libération et permet de renforcer la confiance du public dans les pratiques de sûreté.

Déchets à très courte période (DTCP)

2.14. Les déchets à très courte période ne contiennent que des radionucléides à très courte période dont les concentrations d'activité sont supérieures aux niveaux de libération. Ces déchets peuvent être entreposés jusqu'à ce que leur niveau d'activité tombe sous les niveaux de libération, les déchets libérés pouvant ensuite être gérés comme des déchets classiques. Des exemples de déchets à très courte période sont les déchets résultant de sources à l'iridium 192 et au technétium 99m et les déchets contenant d'autres radionucléides à courte période provenant d'applications industrielles et médicales. Bien que le présent guide de sûreté porte spécifiquement sur la classification des déchets radioactifs solides, il convient de noter que l'entreposage pour décroissance est souvent utilisé pour la gestion des déchets liquides et gazeux contenant des radionucléides à courte période, qui sont entreposés jusqu'à ce que leur concentration d'activité tombe en dessous des niveaux autorisés pour le rejet dans l'environnement.

2.15. Les critères principaux pour catégoriser les déchets comme DTCP sont la période radioactive des principaux radionucléides et les quantités de radionucléides à plus longue période tolérées. Étant donné que la finalité de

l'entreposage pour décroissance est la libération des matières, les niveaux de concentration tolérés de radionucléides à longue période sont établis sur la base des niveaux de libération. Il n'est pas possible de spécifier, de manière générique, une période maximale pour les radionucléides principaux puisque celle-ci dépend de la durée prévue de l'entreposage et de la concentration d'activité initiale des déchets concernés. Cependant, en principe, l'entreposage pour décroissance est une solution de gestion utilisée pour les déchets contenant des radionucléides dont la période ne dépasse pas 100 jours.

2.16. La classification des déchets en tant que DTCP dépend évidemment du moment précis où les déchets en question sont catégorisés. Du fait de la décroissance radioactive, les DTCP vont tôt ou tard changer de classe et être considérés comme déchets exemptés. Ainsi, la catégorisation des déchets à l'aide du système n'est pas fixe, mais dépend des propriétés des déchets en question au moment de l'examen, ce qui reflète la flexibilité qu'apporte la décroissance radioactive à la gestion des déchets radioactifs.

Déchets de très faible activité (DTFA)

2.17. D'importantes quantités de déchets présentant des concentrations d'activité proches des niveaux définis pour la libération des matières du contrôle réglementaire ou légèrement supérieures à ces niveaux résultent de l'exploitation et du déclassement d'installations nucléaires. D'autres déchets de ce type, contenant des radionucléides naturels, peuvent être produits par les activités d'extraction ou de traitement de minerais et de minéraux. Contrairement aux déchets exemptés, la gestion de ces déchets nécessite une prise en compte des aspects de radioprotection et de sûreté radiologique, mais l'étendue des dispositions à prendre est limitée par rapport à celles requises pour la gestion des déchets des classes supérieures (DFA, DMA ou DHA). Les déchets présentant des risques réduits, mais dont les niveaux d'activité sont proches de ceux spécifiés pour les déchets exemptés ou supérieurs à ceux-ci, sont dénommés « déchets de très faible activité ».

2.18. Le stockage définitif dans des installations de type décharge construites en surface ou à faible profondeur peut offrir un niveau de sûreté adéquat pour les DTFA. C'est la pratique habituelle pour les déchets provenant de certaines opérations minières et d'autres déchets contenant des radionucléides naturels générés par diverses opérations de traitement de minéraux et d'autres activités. Certains États ont également recours à cette méthode de stockage définitif pour les déchets présentant des concentrations d'activité faibles produits par des installations nucléaires [8, 9]. Les modèles de telles installations de stockage

définitif vont des simples revêtements aux systèmes de stockage plus complexes et exigent en général des contrôles institutionnels actifs et passifs. La période durant laquelle les installations sont soumises à des contrôles institutionnels doit être suffisante pour garantir le respect des critères de sûreté pour le stockage définitif des déchets.

2.19. Afin de déterminer si un type de déchet donné peut être catégorisé comme un DTFA, des critères d'acceptation doivent être calculés pour les installations de type décharge construites en surface ou à faible profondeur. De tels critères peuvent être établis au moyen de scénarios génériques semblables à ceux utilisés dans la référence [6] pour calculer les niveaux d'exemption et de libération, ou d'une évaluation de la sûreté de l'installation considérée qui soit approuvée par l'organisme de réglementation. Les critères établis dépendront des conditions réelles du site en question et de la conception des structures artificielles ou, si des scénarios génériques sont utilisés, des hypothèses formulées pour tenir compte de ces facteurs. Pour cette raison, le présent guide de sûreté ne peut pas définir de critères généraux. On peut toutefois s'attendre à ce qu'une installation de type décharge, de configuration modérément complexe et soumise à un niveau de contrôle moyen, puisse accueillir en toute sûreté des déchets contenant des radionucléides artificiels ayant des concentrations d'activité de 10 à 100 fois supérieures aux niveaux tolérés pour les déchets exemptés, pourvu qu'il s'agisse de déchets contenant des radionucléides à courte période et dont l'activité totale est limitée. Les doses que peuvent recevoir les personnes du public ne doivent toutefois jamais dépasser les critères établis par l'organisme de réglementation. Les niveaux de concentration d'activité acceptables devront généralement être plus faibles pour les déchets contenant des radionucléides naturels que pour ceux contenant des radionucléides artificiels, étant donné que les radionucléides naturels ont des périodes relativement longues. En fonction des facteurs propres à un site donné et de sa conception, il peut être possible de démontrer que le site en question est capable de garantir la sûreté de déchets présentant des concentrations d'activité plus élevées.

2.20. Une autre possibilité de gestion de certains déchets relevant de cette classe, tels que les stériles provenant d'opérations minières, consiste en l'utilisation autorisée de ces matières (par exemple, pour la construction de routes). Dans ce cas, les critères peuvent être calculés au moyen d'approches semblables à celles détaillées dans la référence [6] aux fins de la définition des valeurs génériques de libération (voir paragraphe 3.1 de la référence [6]).

Déchets de faible activité (DFA)

2.21. Dans les systèmes de classification précédents, les déchets de faible activité étaient définis comme des déchets radioactifs ne nécessitant aucune protection lorsqu'ils sont manipulés ou transportés normalement⁶. Les déchets radioactifs exigeant une protection, mais ne nécessitant au plus qu'un système limité de dissipation de la chaleur, étaient considérés comme des déchets de moyenne activité⁷. Un débit de dose de contact de 2 mSv/h constituait généralement la limite entre ces deux classes de déchets. Toutefois, aujourd'hui, le débit de dose de rayonnements de contact n'est plus utilisé pour opérer une distinction entre les classes dans le système de classification révisé, qui est essentiellement fondé sur la sûreté à long terme. Le débit de dose de contact reste certes un aspect dont il faut tenir compte lors de la manutention ou du transport des déchets et à des fins de radioprotection opérationnelle dans les installations de gestion et de stockage définitif des déchets, mais il ne constitue pas nécessairement un facteur déterminant pour la sûreté à long terme d'une installation de stockage définitif.

2.22. Selon le système de classification établi dans le présent guide de sûreté, les déchets de faible activité sont des déchets qui peuvent être stockés définitivement en surface ou à faible profondeur. Cette solution de stockage définitif convient pour les déchets qui contiennent des quantités de matières radioactives exigeant un confinement et un isolement robustes pour des périodes limitées, allant jusqu'à quelques centaines d'années. Cette classe comprend une très vaste gamme de déchets radioactifs, allant des déchets dont l'activité du contenu est tout juste supérieure à celle des DTFA et qui ne nécessitent aucune protection ni de système de confinement ou d'isolement particulièrement robuste, aux déchets présentant une concentration d'activité plus élevée et qui requièrent donc une protection et un système de confinement ou d'isolement plus robuste pour des périodes allant jusqu'à plusieurs centaines d'années.

2.23. Étant donné que la fourchette de concentrations d'activité des DFA est très large et que ces déchets peuvent contenir un grand éventail de radionucléides, il existe diverses solutions de conception pour les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur. Les options possibles vont d'installations de configuration simple à plus complexe, offrant des possibilités de stockage définitif à diverses profondeurs, en général de la surface jusqu'à 30 m de profondeur. Les solutions retenues dépendront des évaluations de la sûreté et des pratiques nationales et sont soumises à l'approbation de l'organisme de réglementation.

⁶ Voir la note 2.

⁷ Voir la note 3.

2.24. Les DFA peuvent contenir de faibles concentrations de radionucléides à longue période. Bien que ces déchets puissent contenir des concentrations élevées de radionucléides à courte période, ceux-ci connaîtront une décroissance radioactive importante durant la période de confinement et d'isolement fiables offerts par le site, les barrières artificielles et le contrôle institutionnel. Pour catégoriser les déchets comme DFA, il convient donc d'examiner les radionucléides spécifiques contenus dans les déchets et de tenir compte des différentes voies d'exposition, telles que l'ingestion (par exemple, en cas de migration à long terme des radionucléides dans la biosphère accessible dans la phase post-fermeture d'une installation de stockage définitif) et l'inhalation (par exemple, en cas d'intrusion humaine dans les déchets). Par conséquent, dans la plupart des cas, la détermination des déchets radioactifs pouvant être définitivement stockés en surface ou à moyenne profondeur dépend de la possibilité de garantir le contrôle institutionnel tout au long de la période pour laquelle un contrôle est requis et donc d'empêcher toute intrusion humaine dans les déchets. La démonstration qu'une installation de stockage définitif donnée convient pour un inventaire de déchets spécifique doit être fondée sur l'argumentaire de sûreté pour l'installation en question [5].

2.25. Dans de nombreux États, on estime que les contrôles institutionnels peuvent être assurés pour des périodes allant jusqu'à environ 300 ans. Sur la base de cette hypothèse, les valeurs seuil de concentration d'activité pour les déchets de faible activité peuvent être calculées à partir d'une estimation des doses que recevraient les personnes exposées une fois cette période de contrôle institutionnel arrivée à échéance. Les déchets provenant des opérations d'extraction et de traitement de l'uranium et d'autres matières contenant des quantités importantes de radionucléides d'origine naturelle constituent un cas spécial, car l'activité de leur contenu ne diminuera que de façon limitée au cours d'une telle période. Puisque les installations en surface ou à faible profondeur constituent souvent la seule option envisageable pour gérer ce type de déchets, il faudra compter sur des périodes de contrôle institutionnel plus longues associées à des examens périodiques de la sûreté des installations concernées.

2.26. Il n'est pas possible de définir une valeur seuil précise permettant de distinguer les DFA des déchets de moyenne activité (DMA), puisque les seuils de concentration d'activité tolérés différeront d'un radionucléide ou d'un groupe de radionucléides à l'autre. Les critères d'acceptation des déchets pour une installation de stockage définitif en surface ou à faible profondeur donnée dépendront de la conception de l'installation en question et de la planification pour cette installation (par exemple, barrières artificielles, durée du contrôle institutionnel, facteurs propres au site). Les restrictions imposées concernant les

niveaux de concentration d'activité des radionucléides à longue période contenus dans chaque colis de déchets peuvent être complétées par des restrictions relatives aux niveaux moyens de concentration d'activité, ou par le recours à de simples techniques opérationnelles, telles que le placement des colis de déchets présentant des concentrations d'activité plus élevées à des endroits dédiés dans l'installation de stockage définitif. Il se peut que l'organisme de réglementation définisse des niveaux limites de concentration d'activité pour les DFA sur la base de caractéristiques génériques de sites et de modèles types d'installations, ainsi que de durées de contrôle institutionnel données et de limites de dose spécifiques que peuvent recevoir les personnes.

2.27. L'organisme de réglementation devrait établir les limites relatives au stockage définitif des radionucléides à longue période en se fondant sur l'évaluation de la sûreté de l'installation de stockage définitif considérée. Certains États ont adopté une limite de 400 Bq/g en moyenne (et ne dépassant pas 4 000 Bq/g dans chaque colis) pour les radionucléides émetteurs alpha à longue période [10-12]. Pour les radionucléides émetteurs bêta ou gamma à longue période, tels que le ^{14}C , le ^{36}Cl , le ^{63}Ni , le ^{93}Zr , le ^{94}Nb , le ^{99}Tc et l' ^{129}I , les concentrations d'activité moyennes autorisées peuvent être nettement supérieures (jusqu'à plusieurs dizaines de kilobecquerels par gramme) et spécifiques à un site et à une installation de stockage définitif donnés.

Déchets de moyenne activité (DMA)

2.28. Les déchets de moyenne activité sont des déchets contenant des radionucléides à longue période dans des quantités qui requièrent un niveau de confinement et d'isolement de la biosphère plus élevé que ne permet le stockage définitif en surface ou à faible profondeur. Les DMA peuvent être stockés définitivement dans des installations situées à des profondeurs allant de quelques dizaines à quelques centaines de mètres sous la surface. Le stockage définitif à ces profondeurs permet d'isoler les déchets de l'environnement accessible pour de longues périodes, pourvu que les barrières naturelles et artificielles du système de stockage définitif soient adéquatement sélectionnées. En particulier, à de telles profondeurs, l'érosion ne produit généralement aucun effet négatif à court ou à moyen terme. Un autre avantage notable du stockage définitif à des profondeurs moyennes, par comparaison aux installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur qui conviennent pour les DFA, est que la probabilité d'intrusion humaine par inadvertance est fortement réduite. Par conséquent, la sûreté à long terme des installations de stockage définitif à moyenne profondeur ne dépendra pas de la capacité d'appliquer des contrôles institutionnels.

2.29. Comme indiqué au paragraphe 2.26, la limite de concentration d'activité permettant de distinguer la classe des DFA de celle des DMA ne peut pas être spécifiée de manière générique, car les niveaux de concentration d'activité autorisés dépendront de l'installation de stockage définitif des déchets envisagée, de son argumentaire de sûreté et de son évaluation de la sûreté. À des fins de communication, en attendant l'établissement d'installations de stockage définitif pour les DMA, l'organisme de réglementation peut déterminer la classe (DFA ou DMA) à laquelle appartiennent certains déchets en se fondant sur des argumentaires de sûreté génériques.

Déchets de haute activité (DHA)

2.30. Les déchets de haute activité sont des déchets qui contiennent des radionucléides à courte et à longue période dans des concentrations telles qu'un degré de confinement et d'isolement de l'environnement accessible plus élevé que pour les DMA est requis pour garantir la sûreté à long terme. Un tel degré de confinement et d'isolement est généralement garanti par l'intégrité et la stabilité des solutions de stockage définitif en formations géologiques profondes associées à des barrières artificielles. Les DHA produisent d'importantes quantités de chaleur du fait de leur décroissance radioactive et continuent en général de produire de la chaleur durant plusieurs siècles. La dissipation de la chaleur est un important facteur à prendre en compte lors de la conception des installations de stockage géologique.

2.31. Les DHA présentent en général des concentrations d'activité⁸ de l'ordre de 10^4 à 10^6 TBq/m³ (c'est le cas, par exemple, du combustible usé peu refroidi des réacteurs de puissance, que certains États considèrent comme déchet radioactif). Les DHA comprennent les déchets conditionnés issus du retraitement du combustible usé et tous autres déchets nécessitant un degré similaire de confinement et d'isolement. Au moment du stockage définitif, après un temps de refroidissement de quelques décennies, ce type de déchets, contenant des produits de fission mixtes, présente généralement des niveaux de concentration d'activité d'environ 10^4 TBq/m³. À des fins de communication, en attendant l'établissement d'installations de stockage définitif pour les DHA, les autorités nationales peuvent déterminer la classe (DMA ou DHA) à laquelle appartiennent certains déchets en se fondant sur des argumentaires de sûreté génériques.

⁸ Dans le système de classification précédent (voir note 3), l'équivalent spécifié était une énergie thermique de 2 à 20 kW/m³. Le présent guide de sûreté ne spécifie pas de niveau d'énergie thermique, car il s'agit d'un aspect qui doit être examiné de manière détaillée lors de la démonstration de la sûreté d'une installation de stockage définitif géologique donnée.

CONSIDÉRATIONS SUPPLÉMENTAIRES

2.32. Si le système de classification est utilisé, les types de déchets radioactifs dont il est question et leurs propriétés spécifiques doivent être pris en compte. Les critères spécifiques retenus pour assigner des déchets à une certaine classe dépendront de la situation propre à l'État concerné quant à la nature des déchets et aux solutions de stockage définitif disponibles ou envisagées. Les sources scellées retirées du service constituent un des principaux types de déchets nécessitant une attention particulière. Les déchets contenant des niveaux élevés de radionucléides d'origine naturelle constituent un autre type de déchets important requérant une attention particulière, eu égard aux grandes quantités produites et aux différentes approches réglementaires adoptées. L'annexe III présente un aperçu général des principaux types de déchets radioactifs et les aspects particuliers qui doivent être pris en compte pour catégoriser ces différents types de déchets à l'aide du système de classification. La figure 2, qui constitue un diagramme logique illustrant comment le système de classification peut être utilisé pour déterminer les solutions de stockage définitif appropriées, est expliquée plus en détail à l'annexe III.

2.33. Bien que la production de chaleur soit une des caractéristiques des DHA, d'autres déchets peuvent aussi produire de la chaleur, quoique dans des proportions moindres. La quantité de chaleur produite dépend des types et des quantités de radionucléides présents dans les déchets (par exemple, période, énergie de désintégration, concentration d'activité et activité totale). Par ailleurs, les aspects relatifs à l'évacuation de la chaleur sont également très importants (par exemple, conductivité thermique, géométrie et ventilation de l'installation de stockage). Par conséquent, il n'est pas possible de déterminer l'incidence de la production de chaleur au moyen d'un paramètre quantitatif unique. Les effets de la production de chaleur peuvent varier de plusieurs ordres de grandeur, en fonction des différents facteurs qui l'influencent et des méthodes d'évacuation de la chaleur mises en place. La chaleur de décroissance devrait être gérée si l'énergie thermique des colis de déchets atteint plusieurs watts par mètre cube. Des valeurs plus conservatrices peuvent être appliquées, surtout dans le cas des déchets contenant des radionucléides à longue période.

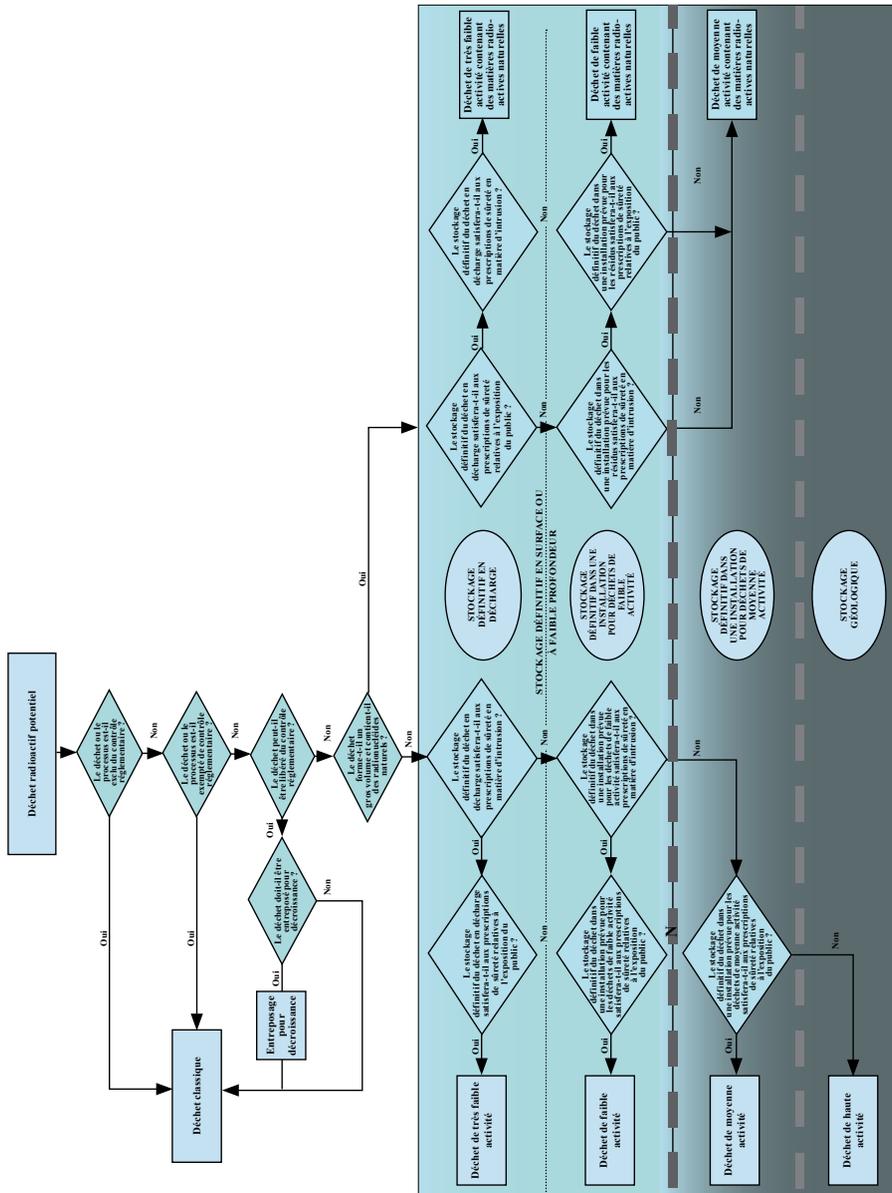


FIG 2. Illustration de l'utilisation du système de classification.

Appendice

LA CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

A.1. Les systèmes de classification des déchets radioactifs peuvent être fondés sur différentes bases, telles que la sûreté d'exploitation ou à long terme, les exigences relatives au génie des procédés, la disponibilité des installations de gestion et de stockage définitif ou les sources de production des déchets. Les différentes finalités et approches des systèmes de classification des déchets radioactifs sont examinées à l'annexe II. Le présent guide de sûreté met avant tout l'accent sur la sûreté à long terme de la gestion des déchets, puisque c'est un aspect primordial dans la plupart des cas mettant en jeu un entreposage prolongé et le stockage définitif des déchets. La présente approche n'exclut pas la prise en compte d'autres aspects pertinents pour la gestion des déchets d'exploitation, tels que la sûreté des travailleurs.

A.2. La classification des déchets radioactifs peut être utile aux fins de la planification d'une installation de stockage définitif et à toutes les étapes comprises entre la production des déchets primaires et leur stockage définitif. Elle contribuera :

- sur le plan de la conception :
 - à l'élaboration de stratégies de gestion des déchets ;
 - à la planification et à la conception d'installations de gestion des déchets ;
 - à la sélection d'une technique de conditionnement ou d'une installation de stockage définitif appropriée pour des déchets radioactifs donnés.
- sur le plan juridique et réglementaire :
 - à l'élaboration de législations ;
 - à l'établissement de prescriptions et de critères réglementaires.
- sur le plan opérationnel :
 - à l'établissement d'activités opérationnelles et à l'organisation d'opérations à mener sur les déchets ;
 - à la fourniture d'informations générales sur les risques que présentent les différents types de déchets radioactifs ;
 - à la facilitation de la tenue des dossiers.
- sur le plan de la communication :
 - à l'établissement de termes et acronymes qui soient compris de tous, afin d'améliorer la communication entre toutes les parties intéressées par la gestion des déchets radioactifs, notamment les producteurs et responsables de la gestion des déchets radioactifs, les organismes de réglementation et le public.

A.3. Pour remplir l'intégralité de ces objectifs, un système de classification des déchets radioactifs devrait dans l'idéal satisfaire à un certain nombre de critères, à savoir :

- couvrir tous les types de déchets radioactifs ;
- être utile à toutes les étapes de la gestion des déchets radioactifs et pouvoir tenir compte de tous les liens d'interdépendance entre ces différentes étapes ;
- établir un lien entre les classes de déchets radioactifs et les risques pour les générations actuelle et futures associés à chacune d'entre elles ;
- être suffisamment souple pour répondre à des besoins spécifiques ;
- être clair et aisément compréhensible ;
- être accepté comme base commune pour la caractérisation des déchets par toutes les parties, notamment les organismes de réglementation, les exploitants et les autres parties intéressées ;
- être applicable au plus grand nombre de cas possible.

A.4. Il n'est évidemment pas possible d'élaborer un système de classification unique qui respecte pleinement l'intégralité de ces critères. Par exemple, un système de classification ne peut pas simultanément être universellement applicable et prendre en compte dans les moindres détails toutes les étapes de la gestion des déchets radioactifs. Des compromis devront être faits afin de garantir la simplicité, la flexibilité et l'applicabilité étendue du système. Lors de l'élaboration d'un système de classification :

- les définitions des classes de déchets devraient être fondées sur une base technique solide, et être claires et aisément compréhensibles ;
- le caractère général et l'application du système de classification devraient être aisément compréhensibles ;
- le nombre de classes du système devrait être le résultat d'un équilibre entre le degré de distinction voulu entre les types de déchets et la facilité d'emploi du système de classification.

A.5. Le système de classification élaboré dans la présente publication vise à fournir un cadre aux fins de la définition des classes de déchets dans le cadre des stratégies nationales de gestion des déchets et à faciliter la communication sur la sûreté des déchets radioactifs. Les frontières entre les classes ne doivent pas être considérées comme des lignes de démarcation nettes, mais plutôt comme des zones de transition dont les contours précis dépendront de la situation propre à chaque État (la référence [12] en fournit un exemple). Le système de classification entend couvrir tous les types de déchets radioactifs. Par conséquent, à ce niveau

générique, les définitions des différentes classes de déchets ne peuvent pas inclure toutes les propriétés spécifiques des différents déchets. Elles reposent dès lors sur des concepts généraux, desquels devraient être tirés des critères spécifiques pour différents types de déchets. Il convient également de définir quand et comment une matière peut être déclarée déchet, c'est-à-dire une matière pour laquelle aucune utilisation ultérieure n'est prévue ; les dispositions et procédures relatives à une telle déclaration devraient être soumises à l'approbation de l'organisme de réglementation.

A.6. Le système de classification élaboré dans la présente publication est essentiellement fondé sur des considérations de sûreté à long terme et peut être appliqué à toutes les activités de gestion des déchets. Le classement d'un déchet dans une certaine classe ne dépend pas des activités exécutées, sauf lorsqu'on considère son stockage définitif. Cependant, pour certaines étapes de la gestion des déchets (par exemple, le traitement, le transport et l'entreposage), une classification plus détaillée peut être nécessaire. À cet effet, les classes de déchets générales établies dans la présente publication pourraient être subdivisées en sous-classes. L'annexe II présente des aspects qui pourraient être pris en compte dans l'élaboration d'un système de classification plus détaillé pour des activités spécifiques de gestion des déchets.

A.7. Le système de classification n'est pas destiné à — ni ne peut — remplacer l'évaluation de la sûreté requise pour chaque installation ou activité de gestion des déchets. Il se peut qu'une solution de gestion des déchets autre que celle indiquée par le système général de classification des déchets pour un certain type de déchets soit tout de même considérée comme sûre et viable sur la base de l'évaluation de la sûreté effectuée dans le cas d'espèce.

A.8. La considération principale dont la présente publication tient compte aux fins de la définition des classes de déchets est la sûreté à long terme. Les déchets sont catégorisés en fonction du degré de confinement et d'isolement requis pour garantir leur sûreté à long terme, en tenant compte des risques associés aux différents types de déchets. Cette classification des déchets correspond à une approche graduée de la sûreté, puisqu'elle est fondée sur les caractéristiques des pratiques et des sources et tient compte de l'ampleur et de la probabilité des expositions.

A.9. Les paramètres utilisés dans le système de classification sont les niveaux d'activité du contenu des déchets et la période des radionucléides contenus dans les déchets, en tenant compte des risques présentés par les différents radionucléides et des types de rayonnements émis. Les niveaux d'activité

peuvent être exprimés en termes d'activité totale des déchets, de concentration d'activité ou d'activité spécifique, en fonction du type de déchets considéré. Ces paramètres ne sont pas utilisés pour définir des limites quantitatives précises entre les différentes classes de déchets, mais ils visent à fournir des indications relatives à la gravité des dangers que présentent différents types de déchets.

A.10. La spécification des critères de définition des différentes classes de déchets devra tenir compte des types de déchets. Par exemple, les critères spécifiés en termes d'activité totale ou de niveau de concentration d'activité pour les déchets en grandes quantités ne conviendront pas, en principe, à la définition des sources scellées retirées du service. L'application du système de classification à un cas particulier devra donc tenir compte des particularités du risque que présente le type de déchet considéré.

A.11. Les critères de dose utilisés pour la gestion des déchets contenant des radionucléides naturels peuvent différer de ceux employés pour la gestion des déchets produits par des installations nucléaires et être établis en tenant compte de l'optimisation de la protection. Ces distinctions peuvent avoir une incidence sur la solution de stockage définitif retenue pour les déchets en grande quantité contenant des radionucléides d'origine naturelle, tels que les résidus provenant d'opérations d'extraction et de traitement des minerais.

A.12. Le système de classification présenté dans la présente publication est fondé sur les aspects de la gestion des déchets relatifs à la sûreté, en particulier ceux ayant trait à la sûreté du stockage définitif. Toutefois, l'importance des aspects de la gestion des déchets radioactifs liés à la sécurité est également considérée. Bien que la sécurité ne soit pas explicitement prise en compte dans la détermination des classes de déchets, les aspects de la gestion des déchets relatifs à la sûreté et à la sécurité vont généralement de pair, étant donné que les déchets présentant des concentrations d'activité relativement élevées et contenant des radionucléides à période relativement longue requièrent des solutions de stockage définitif offrant un degré plus élevé de confinement et d'isolement. Il peut toutefois y avoir une différence importante entre les aspects relatifs à la sûreté et ceux relatifs à la sécurité en ce qui concerne la gestion des déchets contenant essentiellement des radionucléides à courte période. Le degré de confinement et d'isolement requis pour assurer la sécurité à court terme sera probablement plus élevé que le degré de confinement et d'isolement nécessaire pour garantir la sûreté à long terme.

A.13. Le degré de confinement et d'isolement garanti à long terme dépend de la solution de stockage définitif sélectionnée. Le système de classification élaboré dans la présente publication est fondé sur le degré de sûreté à long terme offert

par les différentes options de stockage définitif des déchets radioactifs qui sont actuellement adoptées ou envisagées. Le système de classification intègre les options de gestion des déchets radioactifs suivantes, classées dans l'ordre croissant du degré de confinement et d'isolement qu'elles offrent à long terme :

- exemption ou libération ;
- entreposage pour décroissance ;
- stockage définitif dans des installations de type décharge construites en surface ou à faible profondeur ;
- stockage définitif dans des installations en structures artificielles, telles que des tranchées, des casemates ou des forages peu profonds, en surface ou jusqu'à quelques dizaines de mètres de profondeur ;
- stockage définitif dans des installations en structures artificielles à des profondeurs moyennes, allant de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres (dont des cavernes existantes), et stockage définitif dans des puits de petit diamètre ;
- stockage définitif dans des installations en structures artificielles placées dans des formations géologiques stables et profondes, à quelques centaines de mètres sous la surface ou plus.

La profondeur à laquelle les déchets sont stockés n'est qu'un des facteurs permettant de déterminer si une installation de stockage définitif donnée convient pour un certain type de déchets ; toutes les prescriptions de sûreté relatives au stockage définitif établies dans la référence [5] doivent être appliquées.

RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif, n° GSR Part 5 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2010).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, IAEA International Law Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorizing Operational Radioactive Wastes, IAEA-TECDOC-1538, IAEA, Vienna (2007).
- [4] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Principes fondamentaux de sûreté, publication n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2007).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Geological Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-R-4, IAEA, Vienna (2006).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.7, IAEA, Vienna (2004).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).
- [8] AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE, Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs : Deuxième rapport national sur la mise en œuvre par la France des obligations de la Convention, ASN, Paris (2005).
- [9] INTERNATIONAL AFFAIRS OFFICE, NUCLEAR AND INDUSTRIAL SAFETY AGENCY, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management: National Report of Japan for the Second Review Meeting, METI, Tokyo (2005).
- [10] Code of Federal Regulations, Title 10, Part 61, "Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste", 1992.
- [11] MINISTÈRE FRANÇAIS DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE, Objectifs de sûreté et bases de conception pour les centres de surface destinés au stockage à long terme de déchets radioactifs solides de période courte ou moyenne et de faible ou moyenne activité massique, Règles fondamentales de sûreté, règle I.2., Paris (1984).
- [12] KIM, J.I., et al., German approaches to closing the nuclear fuel cycle and final disposal of HLW, "Corrosion Behavior of Spent Fuel" (Proc. Int. Workshop Überlingen, 1995), J. Nucl. Mater. **238** (1996) 1–10.

Annexe I

L'ÉVOLUTION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA RELATIVES À LA CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

I-1. Des publications antérieures de l'AIEA sur la classification des déchets radioactifs sont parues en 1970⁹ et 1981¹⁰. En général, les déchets radioactifs étaient divisés en trois classes : 1) les déchets de haute activité (DHA), 2) les déchets de moyenne activité (DMA), et 3) les déchets de faible activité (DFA). La dernière publication établissait des distinctions supplémentaires dans les classes des DMA et des DFA, entre les déchets contenant des radionucléides à courte période, ceux contenant des radionucléides à longue période, et ceux contenant des radionucléides émetteurs alpha. Ce système de classification s'est révélé utile à des fins générales ; des limites ont néanmoins été recensées. En particulier, ce système de classification n'établissait pas de lien systématique et cohérent avec les aspects de la gestion des déchets radioactifs relatifs à la sûreté, et plus spécifiquement au stockage définitif.

I-2. Afin de remédier à ces lacunes et d'améliorer la communication, une nouvelle version du système de classification a été publiée par l'AIEA en 1994¹¹. Ce nouveau système reposait sur trois classes principales de déchets :

- les déchets contenant des concentrations de radionucléides suffisamment faibles pour être exemptés de tout contrôle réglementaire, les risques radiologiques qu'ils présentent étant considérés comme négligeables ;
- les déchets contenant des matières radioactives dans des quantités telles que des mesures doivent être prises pour garantir la protection des travailleurs et du public, à court ou à long terme. Cette classe recouvre une large gamme de déchets radioactifs, allant des déchets dont les niveaux d'activité sont tout juste supérieurs aux niveaux d'exemption et qui n'exigent aucune protection ni aucun confinement particulier, aux déchets présentant des niveaux d'activité tels qu'une protection et un système de dissipation de la chaleur peuvent être nécessaires. Différentes méthodes de stockage définitif peuvent être prévues pour ce type de déchets ; et
- les déchets contenant des niveaux de matières radioactives tels qu'un degré élevé d'isolement de la biosphère est requis sur de longues périodes, en principe dans des installations de stockage géologique. Une protection et un système de dissipation de la chaleur sont généralement nécessaires pour ce type de déchets.

⁹ Voir la note 1.

¹⁰ Voir la note 2.

¹¹ Voir la note 3.

Annexe II

MÉTHODES DE CLASSIFICATION

II-1. Les systèmes de classification des déchets radioactifs peuvent être fondés sur différentes bases, telles que la sûreté, des aspects réglementaires ou des exigences relatives au génie des procédés. La présente annexe examine les différentes finalités et approches des systèmes de classification des déchets radioactifs.

II-2. Les systèmes de classification des déchets radioactifs peuvent être établis pour différentes échelles et à des fins diverses. Un système de classification peut être élaboré à l'échelle internationale, à l'échelle nationale ou à l'échelle d'un exploitant. Ainsi, en fonction de l'échelle considérée, la perspective adoptée et la finalité du système ne seront pas les mêmes. Le système peut par exemple tenir compte des aspects relatifs à la sûreté, de l'origine et des caractéristiques des déchets, des exigences en matière d'ingénierie ou du contrôle réglementaire.

II-3. L'approche adoptée en matière de classification dépendra de la finalité du système de classification des déchets radioactifs. Une des approches fondamentales de la classification consiste simplement à décrire qualitativement les différentes classes du système, c'est-à-dire que les caractéristiques générales des déchets radioactifs constituent le critère principal pour classer les déchets. Toutefois, même dans une telle approche qualitative, des valeurs numériques peuvent se révéler utiles pour spécifier des fourchettes ou des ordres de grandeur. Une autre approche fondamentale de la classification consiste à faire appel à des critères quantitatifs, c'est-à-dire que les différentes classes de déchets sont délimitées à l'aide de valeurs numériques.

II-4. L'approche décrite à la section 2 du présent guide de sûreté est essentiellement fondée sur les aspects de sûreté à long terme relatifs au stockage définitif des déchets, mais peut être utilisée aux différentes étapes de la gestion des déchets. Il est raisonnable d'établir un système de classification sur la base de considérations relatives au stockage définitif afin de garantir la compatibilité et la cohérence à toutes les étapes de la gestion des déchets.

II-5. Une distinction nette doit être établie entre un système de classification et un ensemble de limites réglementaires. L'objectif de la classification est de garantir la gestion sûre et économique des déchets dans le cadre d'une stratégie nationale et de faciliter la communication, alors que les limites réglementaires visent à garantir la sûreté de chacune des installations et activités autorisées.

Par conséquent, l'établissement de limites précises doit se faire dans le cadre réglementaire de l'octroi d'autorisations ou de licences pour des activités et des installations de gestion des déchets radioactifs spécifiques. C'est à l'organisme de réglementation de chaque État qu'il revient de définir les limites de quantité et de concentration spécifiques pour la classification des déchets radioactifs. Bien qu'un système de classification des déchets puisse se révéler utile pour des considérations générales de sûreté, il ne peut se substituer aux évaluations de la sûreté des installations qui intègrent une caractérisation appropriée des déchets radioactifs.

CLASSIFICATION QUALITATIVE

II-6. Il existe des systèmes de classification dits « naturels », qui permettent par exemple de classer les déchets en fonction de leur origine. L'annexe III présente un exemple d'un tel système de classification qualitatif. Bien que les systèmes naturels facilitent la tenue des dossiers et les notifications à l'organisme de réglementation, ils ne satisfont pas à la plupart des critères énumérés au paragraphe A.3 de l'appendice. En outre, les déchets appartenant à une même classe peuvent présenter des caractéristiques relatives à la sûreté très hétérogènes et nécessiter différents types de traitement.

II-7. Un autre système de classification « naturel » consiste à établir une distinction entre les différents types de déchets radioactifs en fonction de leur état physique, à savoir solide, liquide ou gazeux. Ce système a été élaboré pour répondre aux exigences relatives au génie des procédés aux fins du traitement de différents flux de déchets, et il est souvent affiné pour être adapté à des systèmes de traitement des déchets spécifiques. Un tel système de classification est fondé sur les exigences et les possibilités techniques et est donc généralement propre à une installation. Il peut toutefois tenir compte d'aspects liés à la sûreté, tels que les mesures de radioprotection requises pour les classes de déchets radioactifs présentant des risques radiologiques plus élevés.

II-8. Le système de classification proposé en 1994 était constitué de trois classes principales de déchets : les déchets exemptés, les déchets de faible et moyenne activité (subdivisés en déchets à courte période et déchets à longue période), et les déchets de haute activité. Ces différentes classes de déchets étaient délimitées au moyen d'ordres de grandeur de niveaux d'activité.

II-9. Différents États utilisent différents systèmes de classification. Aux États-Unis d'Amérique, par exemple, la classe des déchets de faible et moyenne

activité est divisée en quatre sous-classes [II-1]. Certains États ont établi une classe pour les déchets de très faible activité [II-2, II-3]. Dans de nombreux États, des distinctions supplémentaires sont opérées en fonction de la période des radionucléides contenus dans les déchets, de l'état physique des déchets et d'autres facteurs [II-4].

CLASSIFICATION QUANTITATIVE

II-10. La classification des déchets radioactifs est souvent liée aux aspects de la gestion de ces déchets relatifs à la sûreté. Un tel système établit donc un lien entre les caractéristiques des déchets et les objectifs de sûreté établis par un organisme de réglementation ou l'exploitant d'une installation de gestion des déchets. Étant donné que les critères de sûreté sont généralement énoncés au moyen de valeurs numériques, une approche quantitative de la classification devra être adoptée. Les critères quantitatifs d'un système de classification des déchets radioactifs peuvent être formulés à l'aide de niveaux de concentration d'activité, de période des radionucléides contenus dans les déchets, de chaleur produite par les déchets ou de dose ou débit de dose. Pour calculer les critères d'un système de classification quantitatif, une procédure telle que celle présentée aux paragraphes II-11 à II-17 devrait être utilisée.

II-11. La première étape de l'élaboration d'un système de classification quantitatif consiste à définir la finalité du système de classification, étant donné qu'un système de classification donné ne peut prendre en compte qu'un aspect spécifique de la gestion des déchets radioactifs. Le choix de la finalité du système de classification dépendra de différents aspects, tels que :

- le type de déchets radioactifs ;
- l'installation ou l'activité considérée ;
- les options de traitement disponibles ;
- les objectifs de sûreté à remplir ;
- les facteurs économiques et sociaux associés ;
- le besoin de communication.

II-12. La deuxième étape consiste à déterminer quels aspects doivent être pris en compte par le système, par exemple :

- l'exposition du personnel ;
- l'exposition du public ;
- la contamination environnementale ;

- la sûreté relative à la criticité ;
- les conditions normales ou les accidents ;
- la chaleur produite par les déchets ;
- les aspects relatifs au génie des procédés.

II-13. Pour certains des aspects énumérés au paragraphe II-12, il peut exister des contraintes réglementaires ou techniques qui devront être prises en compte. En voici quelques exemples :

- les limites et prescriptions fixées par l'organisme de réglementation ;
- les caractéristiques des déchets eux-mêmes, c'est-à-dire la quantité annuelle de déchets produite, le volume total de déchets produit et la diversité et les concentrations des radionucléides contenus dans les déchets ;
- les conditions propres à une installation (par exemple, formes ou colis de déchets acceptés, conception technique) ;
- les limites d'exploitation ;
- les voies ou scénarios prescrits pour les évaluations de la sûreté ;
- les conditions propres au site (par exemple, dans le cas du stockage définitif des déchets, les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et climatiques peuvent limiter les choix de sites de stockage définitif ou les types de déchets qui peuvent être stockés dans un site donné) ;
- les aspects sociaux et politiques ;
- les définitions et prescriptions juridiques.

Ces facteurs peuvent restreindre le choix du système de classification et limiter son élaboration ; leurs effets doivent donc être évalués avant d'établir le système de classification.

II-14. Une fois le cadre pour la classification des déchets établi, on peut passer à la troisième étape, qui consiste à sélectionner les paramètres qui seront utilisés pour classer les déchets. Le tableau II-I liste des caractéristiques importantes des déchets qui peuvent servir de paramètres de classification.

II-15. La quatrième étape consiste à évaluer les scénarios possibles, les options de conception de l'installation et les options propres au site afin de déterminer s'ils constituent des paramètres de classification appropriés. Dans le cas des DFA, des scénarios possibles sont examinés dans la référence [II-4].

II-16. Une fois qu'un ensemble de paramètres de classification a été sélectionné, des intervalles numériques ou des caractéristiques qualitatives sont spécifiés pour délimiter les différentes classes. C'est en procédant au classement

des déchets dans les différentes classes que l'on pourra se rendre compte si le système établi est approprié.

II-17. En principe, les étapes décrites aux paragraphes II-11 à II-16 sont répétées jusqu'à l'obtention d'un résultat satisfaisant.

TABLEAU II-I. CARACTÉRISTIQUES IMPORTANTES DES DÉCHETS RADIOACTIFS
SUSCEPTIBLES DE SERVIR DE PARAMÈTRES DE CLASSIFICATION

Origine

Criticité

Propriétés radiologiques

- Période des radionucléides
- Production de chaleur
- Intensité des rayonnements pénétrants
- Concentration d'activité des radionucléides
- Contamination superficielle
- Facteurs de dose des radionucléides pertinents
- Produits de désintégration

Propriétés physiques

- État physique (solide, liquide ou gazeux)
- Taille et poids
- Compactibilité
- Dispersibilité
- Volatilité
- Miscibilité
- Quantité de liquide libre

Propriétés chimiques

- Composition chimique
- Solubilité et chélateurs
- Dangers chimiques potentiels
- Résistance à la corrosion/corrosivité
- Teneur en matières organiques
- Combustibilité et inflammabilité
- Réactivité chimique et capacité de gonflement
- Production de gaz
- Sorption des radionucléides

Propriétés biologiques

- Dangers biologiques potentiels
- Bioaccumulation

Autres facteurs

- Volume
 - Quantité de déchets produite par unité de temps
 - Répartition physique
-

RÉFÉRENCES RELATIVES À L'ANNEXE II

- [II-1] Code of Federal Regulations, Title 10, Part 61, “Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste”, 1992.
- [II-2] AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE, Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs : Deuxième rapport national sur la mise en œuvre par la France des obligations de la Convention, ASN, Paris (2005).
- [II-3] MINISTRY OF INDUSTRY, TOURISM AND TRADE (MITYC), Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, October 2008, Third Spanish National Report.
- [II-4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Near Surface Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).

Annexe III

ORIGINE DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET TYPES DE DÉCHETS

III-1. De nombreuses activités mettant en jeu des radionucléides et la production d'énergie nucléaire, notamment toutes les étapes du cycle du combustible nucléaire, produisent des déchets radioactifs. Des déchets radioactifs peuvent aussi résulter d'autres activités, telles que les applications médicales et industrielles des radio-isotopes et des sources de rayonnements scellées, les programmes de défense et d'armement, ainsi que le traitement (le plus souvent à grande échelle) de minerais ou d'autres matières contenant des radionucléides naturels, qui doivent dans certains cas être gérés comme des déchets radioactifs. C'est par exemple le cas du traitement du minerai de phosphate ou de la prospection pétrolière ou gazière. Les déchets radioactifs peuvent également être générés par des activités d'intervention devant être menées après des accidents ou aux fins de la remédiation de régions contaminées par des pratiques passées.

III-2. Les déchets radioactifs produits peuvent être très variés, que ce soit sur le plan de leur forme, de leur concentration d'activité, du type de contamination qu'ils engendrent ou du type d'activité dont ils sont issus. Ils peuvent être solides, liquides ou gazeux. Les niveaux de concentration d'activité peuvent aller d'extrêmement élevés, dans le cas du combustible usé et des résidus issus du retraitement du combustible, à très faibles, dans le cas des applications des radio-isotopes utilisées dans les laboratoires, les hôpitaux, etc. L'étendue des périodes radioactives des radionucléides contenus dans les déchets radioactifs est tout aussi large.

III-3. La présente annexe décrit brièvement, sous un angle qualitatif, les principales activités qui produisent des déchets et les types de déchets radioactifs produits par chacune d'entre elles. Les descriptions et valeurs numériques indiquées sont tirées de la référence [III-1]. La présente annexe montre également comment le système de classification élaboré dans le présent guide de sûreté peut être appliqué à certains des types de déchets radioactifs décrits.

DÉCHETS ISSUS DE L'EXTRACTION ET DU TRAITEMENT DE MINERAIS CONTENANT DES NIVEAUX ÉLEVÉS DE RADIONUCLÉIDES NATURELS

III-4. L'extraction des minerais d'uranium ou de thorium, qui serviront ensuite à produire le combustible nucléaire, constitue la première étape du cycle du

combustible nucléaire. Toutefois, d'autres produits radioactifs, tels que le radium, peuvent également être séparés des minerais pour diverses applications. Les activités minières mènent à l'extraction non seulement de minerais suffisamment riches pour être traités, mais aussi de relativement grandes quantités de matières contenant de l'uranium ou du thorium dans des quantités trop faibles pour que leur traitement se justifie d'un point de vue économique. Les matières extraites qui ne seront pas traitées ultérieurement constituent les résidus miniers qui sont généralement amoncelés sous forme d'amas de déchets, souvent à proximité des mines. Les résidus miniers issus de l'extraction des minerais d'uranium et de thorium contiennent en général des niveaux élevés de radionucléides naturels et doivent être gérés comme des déchets radioactifs afin de garantir la radioprotection et la sûreté.

III-5. Les minerais riches desquels l'uranium ou le thorium doivent être séparés sont envoyés dans des usines de traitement, où ils seront en principe broyés et soumis à des traitements chimiques. Après séparation de l'uranium, les résidus de traitement ne contiennent plus qu'une faible quantité du précurseur de la chaîne de désintégration de l'élément extrait, mais ils contiennent encore la plupart des produits de sa désintégration. Certains des descendants radioactifs peuvent s'échapper plus facilement des résidus que du minerai original par lixiviation ou émanation. En outre, les résidus de traitement contiennent des quantités importantes de produits chimiques dangereux, dont des métaux lourds tels que du cuivre, de l'arsenic, du molybdène et du vanadium. Ces aspects doivent être pris en compte lors de l'évaluation de la sûreté des solutions de gestion prévues.

III-6. Des types et quantités similaires de déchets radioactifs contenant des radionucléides naturels proviennent également de l'extraction ou du traitement d'autres matières riches en matières radioactives naturelles, telles que les minéraux phosphatés, les sables minéralisés, certaines roches aurifères, le charbon et les hydrocarbures, qui contiennent des radionucléides à longue période dans des concentrations relativement faibles. Les concentrations de radionucléides contenus dans ces flux de déchets peuvent dépasser les niveaux limites pour les déchets exemptés recommandés à la section 2 du présent guide de sûreté. Depuis quelques années, il y a une prise de conscience croissante que des mesures doivent être prises afin de réduire les doses résultant de l'exposition à ces déchets (souvent appelées « matières radioactives naturelles », NORM, et « matières radioactives naturelles à concentration technologiquement amplifiée », TENORM) et qu'un contrôle réglementaire est nécessaire pour garantir la sûreté. Ces déchets présentent des caractéristiques suffisamment différentes de celles d'autres types de déchets pour qu'il soit nécessaire de tenir compte d'aspects réglementaires spécifiques. Il convient de prêter une attention particulière aux

longues périodes des radionucléides contenus dans ce type de déchets et aux grands volumes de matières habituellement produits.

III-7. Le système de classification décrit à la section 2 du présent guide de sûreté couvre les déchets issus des opérations d'extraction et de traitement, mais une attention particulière doit être accordée à leurs propriétés spécifiques et à l'approche réglementaire adoptée. Certains déchets, tels que certains tartres produits par l'industrie pétrolière et gazière, peuvent présenter des concentrations d'activité très élevées. Il peut être nécessaire de gérer de tels déchets en tant que DFA, voire DMA dans certains cas. Toutefois, le volume de ces déchets est généralement très limité.

DÉCHETS ISSUS DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE D'ORIGINE NUCLÉAIRE

III-8. La production d'énergie d'origine nucléaire engendre différents types de déchets radioactifs, notamment du combustible usé (lorsqu'il est déclaré déchet), d'autres déchets de haute activité (DHA) issus essentiellement du retraitement chimique du combustible usé, et des déchets de très faible activité (DTFA), de faible activité (DFA) et de moyenne activité (DMA) issus de l'exploitation de réacteurs, du retraitement, de la décontamination, du déclassement et d'autres activités relatives au cycle du combustible nucléaire.

Déchets de haute activité (DHA)

III-9. Le combustible nucléaire usé contient des quantités importantes de matières fissiles, d'autres actinides et de produits de fission. Une fois retiré du réacteur, il continue de dégager une chaleur importante et est souvent placé dans des piscines d'entreposage, situées en général dans le bâtiment du réacteur. Le combustible usé finira par être enlevé pour être géré au moyen d'une des options suivantes :

- retraitement : dans ce cas, le combustible est dissous et traité afin de séparer les composants fissiles restants des produits de fission et d'activation. Les opérations de retraitement produisent des flux de déchets radioactifs solides, liquides et gazeux. La dissolution du combustible donne lieu à des déchets solides, tels que des coques de dégainage des éléments combustibles, du matériel et d'autres résidus insolubles. Ces déchets peuvent contenir des produits d'activation ainsi que des produits de fission non dissous, de l'uranium et du plutonium. Le principal flux de déchets liquide produit est la

solution d'acide nitrique, qui contient des produits de fission présentant des niveaux de concentration d'activité élevés ainsi que de fortes concentrations d'actinides. Le principal flux de déchets gazeux est l'effluent gazeux, qui comprend des gaz rares et des produits de fission volatils qui sont libérés du combustible utilisé durant le processus de dissolution. Après solidification, les DHA issus du retraitement du combustible utilisé doivent être définitivement stockés dans des installations de stockage géologique qui offrent un degré d'isolement et de confinement suffisant à long terme ;

- stockage définitif : un certain nombre d'États ont décidé de ne pas retraiter le combustible utilisé et de le considérer directement comme déchet, rendant ainsi nécessaire son stockage définitif. La solution de stockage définitif généralement envisagée est le placement dans des installations de stockage géologique ;
- entreposage à long terme : si les déchets ne sont pas retraités et qu'aucune installation de stockage géologique n'est en service, le combustible doit nécessairement être entreposé. La plupart des États qui ne retraitent pas le combustible utilisé élaborent des plans d'entreposage à long terme. L'entreposage à long terme peut se faire sur les sites de réacteurs ou dans des installations d'entreposage hors des sites des réacteurs.

III-10. Les DHA liquides sont en général entreposés dans des cuves avant d'être solidifiés (la méthode actuellement utilisée à cette fin est la vitrification). S'il est généralement admis que les DHA liquides doivent être solidifiés, dans un certain nombre de sites, des DHA liquides ont été entreposés dans des cuves pour des durées qui atteignent aujourd'hui plusieurs décennies. La plupart des DHA liquides soumis à un entreposage à long terme proviennent d'activités menées dans le cadre de programmes de défense (voir paragraphe III-21).

Déchets de faible ou de moyenne activité issus de l'exploitation

III-11. Des déchets sont produits par les opérations de fabrication des combustibles destinés aux réacteurs, telles que la purification, la conversion et l'enrichissement de l'uranium et la fabrication des éléments combustibles. Ces déchets comprennent les matériaux filtrants contaminés utilisés dans les systèmes d'effluents gazeux, les déchets faiblement contaminés et les résidus des opérations de recyclage ou de récupération. Ils contiennent souvent de l'uranium, ainsi que du plutonium dans le cas des déchets provenant de la fabrication de combustibles à mélange d'oxydes.

III-12. Dans le cadre de l'exploitation des centrales nucléaires, des déchets sont produits lors du traitement de l'eau de refroidissement et de l'eau des piscines

d'entreposage du combustible, de la décontamination du matériel et des opérations courantes de maintenance des installations. Les déchets issus de l'exploitation des centrales nucléaires sont en général contaminés par des produits de fission et d'activation. Les déchets produits durant les opérations courantes comprennent les vêtements, les déchets de balayage, le papier et le plastique contaminés. Les déchets provenant du traitement de l'eau utilisée comme caloporteur primaire et du système d'effluent gazeux comprennent les résines et filtres usagés ainsi que certains équipements contaminés. Des déchets peuvent également être générés par le remplacement de composants du cœur activés, tels que des barres de commande ou des sources de neutrons.

Déchets provenant du déclassement d'installations nucléaires

III-14. Au terme de la durée de vie utile d'une installation nucléaire, des mesures administratives et techniques sont prises pour permettre de lever une partie ou l'ensemble des prescriptions réglementaires sur l'installation en question. Les opérations de décontamination et de démantèlement d'une installation nucléaire et la remédiation du site donneront lieu à la production de déchets radioactifs de tout type, de toute taille et de tout volume, susceptibles d'être activés ou contaminés, et présentant des niveaux de concentration d'activité très différents. Il peut s'agir de matières solides, telles que des équipements de traitement, des matériaux de construction, des outils et des sols. Les DTFA et les DFA constituent la plus grande part du volume des déchets issus du démantèlement d'installations nucléaires. Afin de réduire la quantité de déchets radioactifs, une grande partie des matières sont décontaminées. Les processus de décontamination peuvent aussi être à l'origine de flux de déchets liquides et gazeux.

DÉCHETS PROVENANT D'ACTIVITÉS INSTITUTIONNELLES

III-15. Les utilisations institutionnelles des matières radioactives comprennent les activités menées dans les domaines de la recherche, de l'industrie et de la médecine. De telles activités, en particulier dans le domaine de la recherche, sont très diverses et aboutissent à la production de déchets de différentes classes. À l'instar des déchets produits par l'industrie nucléaire, les déchets institutionnels peuvent se présenter sous forme gazeuse, liquide ou solide. La plupart des déchets institutionnels se présentent sous forme solide et sont généralement gérés de façon semblable aux déchets issus du cycle du combustible nucléaire.

Déchets produits par les réacteurs de recherche

III-16. Les déchets produits par les réacteurs de recherche et provenant de certaines sources radioactives retirées du service requièrent une attention particulière, car leurs concentrations d'activité et les périodes des radionucléides qu'ils contiennent ne satisfont pas aux critères d'acceptation des déchets fixés pour les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur.

Déchets provenant d'installations de recherche

III-17. Les installations de recherche (par exemple, chaînes de cellules chaudes, chaînes de boîtes à gants) ou les installations pilotes consacrées à la vérification des processus de fabrication du combustible (en particulier la fabrication des mélanges d'oxydes d'uranium et de plutonium, ou MOX), au retraitement du combustible (en particulier les systèmes avancés) et aux examens après irradiation, ainsi que leurs laboratoires d'analyse, produisent des types de déchets qui diffèrent souvent de ceux généralement produits par les installations industrielles. En raison de la présence de quantités non négligeables d'émetteurs alpha à longue période, les déchets issus d'installations de recherche relèvent en général de la classe des DMA, voire, dans certains cas, des DHA. Les activités de recherche sont menées dans des installations telles que des réacteurs de recherche et des accélérateurs, et comprennent également des activités de laboratoire. Le type et le volume des déchets produits par les activités de recherche dépendent de la recherche menée.

Déchets issus de la production et de l'utilisation de radio-isotopes

III-18. La production et l'utilisation de radio-isotopes génèrent de moindres quantités de déchets que les activités relatives au cycle du combustible.

- Production de radio-isotopes : le type et le volume des déchets produits dépendent du radio-isotope et de sa méthode de production. En principe, le volume de déchets radioactifs produit par ce genre d'activités est faible, mais les niveaux de concentration d'activité de ces déchets peuvent être élevés.
- Applications des radio-isotopes : l'utilisation des radio-isotopes peut générer de faibles volumes de déchets. Le type et le volume des déchets produits dépendront de l'application en question.

Déchets provenant du déclasséement d'autres installations nucléaires

III-19. Les installations nucléaires utilisées par le secteur institutionnel devront aussi finir par être déclassées. Les déchets issus du déclasséement de ces installations seront semblables à ceux produits par le déclasséement des installations nucléaires (en particulier dans le cas du déclasséement des réacteurs de recherche), mais les volumes de déchets produits seront nettement moindres.

Sources scellées retirées du service

III-20. Les sources radioactives scellées retirées du service constituent un type de déchets particulier. Elles se caractérisent par un contenu radioactif particulièrement concentré et sont largement répandues dans les applications médicales et industrielles. Elles peuvent toujours représenter un danger même à la fin de leur vie utile et devront être gérées de manière appropriée, car elles contiennent de grandes quantités d'un seul type de radionucléide dans des concentrations élevées. Dans de nombreux cas, elles ne satisfont pas aux critères d'acceptation des déchets des installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, même lorsque la période du radionucléide qu'elles contiennent n'est pas particulièrement longue. Les sources radioactives qui ne peuvent pas être stockées dans des installations en surface ou à faible profondeur doivent être placées à des profondeurs plus grandes et appartiennent donc à la classe des DMA, voire, dans certains cas, des DHA.

III-21. Les sources peuvent être décrites à l'aide de l'activité et de la période du radionucléide qu'elles contiennent. Les sources contenant des radionucléides dont la période est inférieure à 100 jours (par exemple, ^{90}Y , ^{192}Ir ou ^{198}Au utilisés en curiethérapie) peuvent être entreposées pour décroissance, puis stockées en tant que déchets exemptés. D'autres sources, telles que celles contenant du ^{137}Cs , du ^{60}Co ou du ^{238}Pu , ont des périodes plus longues et d'autres options de gestion doivent être employées. Différents types de sources sont détaillés dans le tableau III-1 (tiré de la référence [III-2]).

DÉCHETS ISSUS DE PROGRAMMES DE DÉFENSE ET DE LA FABRICATION D'ARMES

III-22. De grandes quantités de déchets ont été générées par des programmes de défense et la fabrication d'armes nucléaires dans les premiers temps de la mise au point et des essais d'armes nucléaires. Dans ce contexte, les DHA les plus mobiles sont ceux qui sont entreposés en attente de solidification. Le déclasséement des

armes nucléaires se fait généralement en diluant l'uranium hautement enrichi ou le plutonium avec de l'uranium naturel pour produire de l' UO_2 ou du combustible à mélange d'uranium et de plutonium, qui seront utilisés dans des réacteurs commerciaux ou entreposés avant d'être stockés définitivement dans des dépôts géologiques avec des DHA et le combustible usé.

MATIÈRES RADIOACTIVES PRÉSENTES DANS L'ENVIRONNEMENT

III-23. Des résidus radioactifs sont déposés sur la surface terrestre du fait de diverses activités, telles que les essais d'armes nucléaires, les accidents survenus dans des installations nucléaires et des pratiques antérieures, comme l'extraction d'uranium, qui étaient soumises à un contrôle réglementaire moins strict que celui imposé par les normes de sûreté actuelles. Les déchets issus des opérations de remédiation devront être gérés comme des déchets radioactifs et stabilisés in situ ou placés dans des installations de stockage définitif appropriées [III-3].

EXEMPLE D'UTILISATION DU SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES DÉCHETS

III-24. La figure III-1 présente un exemple d'application du système de classification décrit dans le présent guide de sûreté aux déchets qui ne sont pas produits par des activités nucléaires. Elle montre à quelles classes de déchets appartiennent généralement les différents types de sources scellées décrites dans le tableau III-1 et les déchets contenant des radionucléides d'origine naturelle. Les déchets contenant des radionucléides naturels peuvent présenter des propriétés très diverses et donc relever de différentes classes aux fins de leur stockage définitif. Comme indiqué précédemment, certains déchets peuvent présenter des concentrations d'activité très faibles et n'ont donc pas besoin d'être stockés définitivement en tant que déchets radioactifs. D'autres déchets présentant des concentrations d'activité plus élevées, mais limitées, peuvent être placés dans des installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, et les déchets contenant certains types de radionucléides avec des concentrations d'activité plus élevées devront peut-être être stockés plus profondément que ne permettent en général les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur. Cet exemple montre que ce système permet de classer un large éventail de types de déchets. Des schémas similaires peuvent être élaborés pour d'autres types de déchets.

TABLEAU III-1. SOURCES RADIOACTIVES SCÉLÉES RETIRÉES DU SERVICE

Exemple dans la figure III-1	Période	Activité	Volume	Exemples
i	<100 jours	100 MBq	Faible	^{90}Y , ^{198}Au (curiethérapie)
ii	<100 jours	5 TBq	Faible	^{192}Ir (curiethérapie)
iii	<15 ans	<10 MBq	Faible	^{60}Co , ^3H (cibles de tritium), ^{85}Kr
iv	<15 ans	<100 TBq	Faible	^{60}Co (irradiateurs)
v	<30 ans	<1 MBq	Faible	^{137}Cs (curiethérapie, jauges d'humidité et de densité)
vi	<30 ans	<1 PBq	Faible	^{137}Cs (irradiateurs) ^{90}Sr [jauges d'épaisseur, générateurs thermo-électriques à radio-isotopes (GTR)]
vii	>30 ans	<40 MBq	Faible, mais le nombre de sources peut être élevé (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers)	Pu, Am, Ra (éliminateurs d'électricité statique)
viii	>30 ans	<10 GBq		^{241}Am , ^{226}Ra (jauges)

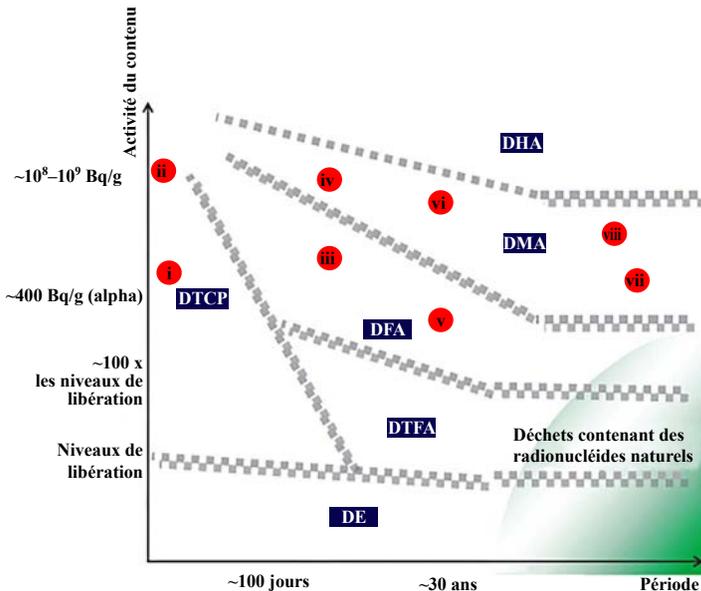


FIG III-1 Exemple illustrant l'utilisation du système de classification des déchets. Les chiffres correspondent aux exemples de sources scellées retirées du service décrits dans le tableau III-1 (voir paragraphes 2.2 et 2.27 et figure 1).

RÉFÉRENCES RELATIVES À L'ANNEXE III

- [III-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Estimation of Global Inventories of Radioactive Waste and Other Radioactive Materials, IAEA-TECDOC-1591, IAEA, Vienna (2008).
- [III-2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Near Surface Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [III-3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents, IAEA Safety Standards Series No. WSR-3, IAEA, Vienna (2003).

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN DU TEXTE

Batandjieva, B.	Agence internationale de l'énergie atomique
Delcheva, T.	Ministère de l'énergie et des ressources énergétiques, Bulgarie
Duhovnik, B.	IBE, Consulting Engineers, Slovénie
Embumbulu, E.	Ministère de la santé et des services sociaux, Namibie
Gandhi, P.M.	Centre de recherche atomique Bhabha (BARC), Inde
Goldammer, W.	Consultant, Allemagne
Greeves, J.	JTG Consulting, États-Unis d'Amérique
Hedberg, B.	Service d'inspection de l'énergie nucléaire (SKI), Suède
Hutri, K.-L.	Autorité de sûreté radiologique et nucléaire (STUK), Finlande
Lavrinovich, A.	Service fédéral de supervision environnementale, technologique et nucléaire, Fédération de Russie
López, M.M.	Commission nationale pour la sûreté nucléaire et les garanties (CNSNS), Mexique
Metcalfe, P.	Agence internationale de l'énergie atomique
Nangu, M.B.	Autorité nationale de réglementation nucléaire (NNR), Afrique du Sud
Pather, T.	Autorité nationale de réglementation nucléaire (NNR), Afrique du Sud
Raicević, J.	Institut des sciences nucléaires de Vinča, Serbie
Simeonov, G.	Agence de réglementation nucléaire, Bulgarie

Smetnik, A.	Autorité fédérale de sûreté nucléaire et radiologique (Gosatomnadzor), Fédération de Russie
Smith, G.	Enviros Consulting Ltd, Royaume-Uni
von Dobschütz, P.	Ministère fédéral de l'environnement, de la protection de la nature et de la sûreté nucléaire (BMU), Allemagne
Xavier, A.M.	Commission nationale de l'énergie nucléaire (CNEN), Brésil
Zhebrovska, K.	Institut de géochimie environnementale, Académie nationale des sciences, Ministère des situations d'urgence, Ukraine

ORGANES D'APPROBATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Les membres correspondants sont signalés par un astérisque. Ils reçoivent les projets à commenter et le reste de la documentation, mais n'assistent généralement pas aux réunions. Les suppléants sont signalés par deux astérisques.

Commission des normes de sûreté

Argentine : González, A.J. ; Australie : Loy, J. ; Belgique : Samain, J.-P. ; Brésil : Vinhas, L.A. ; Canada : Jammal, R. ; Chine : Liu Hua ; Égypte : Barakat, M. ; Finlande : Laaksonen, J. ; France : Lacoste, A.-C. (présidence) ; Allemagne : Majer, D. ; Inde : Sharma, S.K. ; Israël : Levanon, I. ; Japon : Fukushima, A. ; Corée, République de : Choul-Ho Yun ; Lituanie : Maksimovas, G. ; Pakistan : Rahman, M.S. ; Fédération de Russie : Adamchik, S. ; Afrique du Sud : Magugumela, M.T. ; Espagne : Barceló Vernet, J. ; Suède : Larsson, C.M. ; Ukraine : Mykolaichuk, O. ; Royaume-Uni : Weightman, M. ; États-Unis d'Amérique : Virgilio, M. ; Viet Nam : Le-chi Dung ; AIEA : Delattre, D. (coordination) ; Groupe consultatif sur la sécurité nucléaire : Hashmi, J.A. ; Commission européenne : Faross, P. ; Groupe international pour la sûreté nucléaire : Meserve, R. ; Commission internationale de protection radiologique : Holm, L.-E. ; Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire : Yoshimura, U. ; présidents des comités des normes de sûreté : Brach, E.W. (TRANSSC) ; Magnusson, S. (RASSC) ; Pather, T. (WASSC) ; Vaughan, G.J. (NUSSC).

Comité des normes de sûreté nucléaire

*Algérie : Merrouche, D. ; Argentine : Waldman, R. ; Australie : Le Cann, G. ; Autriche : Sholly, S. ; Belgique : De Boeck, B. ; Brésil : Gromann, A. ; *Bulgarie : Gledachev, Y. ; Canada : Rzentkowski, G. ; Chine : Jingxi Li ; Croatie : Valčić, I. ; *Chypre : Demetriades, P. ; République tchèque : Šváb, M. ; Égypte : Ibrahim, M. ; Finlande : Järvinen, M.-L. ; France : Feron, F. ; Allemagne : Wassilew, C. ; Ghana : Emi-Reynolds, G. ; *Grèce : Camarinopoulos, L. ; Hongrie : Adorján, F. ; Inde : Vaze, K. ; Indonésie : Antariksawan, A. ; Iran, République islamique d' : Asgharizadeh, F. ; Israël : Hirshfeld, H. ; Italie : Bava, G. ; Japon : Kanda, T. ; Corée, République de : HyunKoon Kim ; Jamahiriya arabe libyenne : Abuzid, O. ; Lituanie : Demčenko, M. ; Malaisie : Azlina Mohammed Jais ; Mexique : Carrera, A. ; Maroc : Soufi, I. ; Pays-Bas : van der Wiel, L. ; Pakistan : Habib, M.A. ; Pologne : Jurkowski, M. ; Roumanie : Biro, L. ; Fédération de Russie : Baranaev, Y. ; Slovaquie : Uhrik, P. ; Slovénie : Vojnovič, D. ; Afrique du Sud :*

Leotwane, W. ; *Espagne* : Zarzuela, J. ; *Suède* : Hallman, A. ; *Suisse* : Flury, P. ; *Tunisie* : Baccouche, S. ; *Türkiye* : Bezdegumeli, U. ; *Ukraine* : Shumkova, N. ; *Royaume-Uni* : Vaughan, G.J. (présidence) ; *États-Unis d'Amérique* : Mayfield, M. ; *Uruguay* : Nader, A. ; *Commission européenne* : Vigne, S. ; *FORATOM* : Fourest, B. ; *AIEA* : Feige, G. (coordination) ; *Commission électrotechnique internationale* : Bouard, J.-P. ; *Organisation internationale de normalisation* : Sevestre, B. ; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire* : Reig, J. ; **Association nucléaire mondiale* : Borysova, I.

Comité des normes de sûreté radiologique

**Algérie* : Chelbani, S. ; *Argentine* : Massera, G. ; *Australie* : Melbourne, A. ; **Autriche* : Karg, V. ; *Belgique* : van Bladel, L. ; *Brésil* : Rodriguez Rochedo, E.R. ; **Bulgarie* : Katzarska, L. ; *Canada* : Clement, C. ; *Chine* : Huating Yang ; *Croatie* : Kralik, I. ; **Cuba* : Betancourt Hernandez, L. ; **Chypre* : Demetriades, P. ; *République tchèque* : Petrova, K. ; *Danemark* : Øhlenschlæger, M. ; *Égypte* : Hassib, G.M. ; *Estonie* : Lust, M. ; *Finlande* : Markkanen, M. ; *France* : Godet, J.-L. ; *Allemagne* : Helming, M. ; *Ghana* : Amoako, J. ; **Grèce* : Kamenopoulou, V. ; *Hongrie* : Koblinger, L. ; *Islande* : Magnusson, S. (présidence) ; *Inde* : Sharma, D.N. ; *Indonésie* : Widodo, S. ; *Iran, République islamique d'* : Kardan, M.R. ; *Irlande* : Colgan, T. ; *Israël* : Koch, J. ; *Italie* : Bologna, L. ; *Japon* : Kiryu, Y. ; *Corée, République de* : ByungSoo Lee ; **Lettonie* : Salmins, A. ; *Jamahiriya arabe libyenne* : Busitta, M. ; *Lituanie* : Mastauskas, A. ; *Malaisie* : Hamrah, M.A. ; *Mexique* : Delgado Guardado, J. ; *Maroc* : Tazi, S. ; *Pays-Bas* : Zuur, C. ; *Norvège* : Saxebol, G. ; *Pakistan* : Ali, M. ; *Paraguay* : Romero de Gonzalez, V. ; *Philippines* : Valdezco, E. ; *Pologne* : Merta, A. ; *Portugal* : Dias de Oliveira, A.M. ; *Roumanie* : Rodna, A. ; *Fédération de Russie* : Savkin, M. ; *Slovaquie* : Jurina, V. ; *Slovénie* : Sutej, T. ; *Afrique du Sud* : Olivier, J.H.I. ; *Espagne* : Amor Calvo, I. ; *Suède* : Almen, A. ; *Suisse* : Piller, G. ; **Thaïlande* : Suntarapai, P. ; *Tunisie* : Chékir, Z. ; *Türkiye* : Okyar, H.B. ; *Ukraine* : Pavlenko, T. ; *Royaume-Uni* : Robinson, I. ; *États-Unis d'Amérique* : Lewis, R. ; **Uruguay* : Nader, A. ; *Commission européenne* : Janssens, A. ; *Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture* : Byron, D. ; *AIEA* : Boal, T. (coordination) ; *Commission internationale de protection radiologique* : Valentin, J. ; *Commission électrotechnique internationale* : Thompson, I. ; *Bureau international du Travail* : Niu, S. ; *Organisation internationale de normalisation* : Rannou, A. ; *Association internationale de producteurs et de fournisseurs de sources* : Fasten, W. ; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire* : Lazo, T.E. ; *Organisation panaméricaine de la Santé* : Jiménez, P. ; *Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants* : Crick, M. ;

Organisation mondiale de la Santé : Carr, Z. ; *Association nucléaire mondiale* : Saint-Pierre, S.

Comité des normes de sûreté du transport

Argentine : López Vietri, J. ; ****Capadona**, N.M. ; *Australie* : Sarkar, S. ; *Autriche* : Kirchnawy, F. ; *Belgique* : Cottens, E. ; *Brésil* : Xavier, A.M. ; *Bulgarie* : Bakalova, A. ; *Canada* : Régimbald, A. ; *Chine* : Xiaoqing Li ; *Croatie* : Belamarić, N. ; ***Cuba** : Quevedo García, J.R. ; ***Chypre** : Demetriades, P. ; *République tchèque* : Ducháček, V. ; *Danemark* : Breddam, K. ; *Égypte* : El-Shinawy, R.M.K. ; *Finlande* : Lahkola, A. ; *France* : Landier, D. ; *Allemagne* : Rein, H. ; ***Nitsche**, F. ; ****Alter**, U. ; *Ghana* : Emi-Reynolds, G. ; ***Grèce** : Vogiatzi, S. ; *Hongrie* : Sáfár, J. ; *Inde* : Agarwal, S.P. ; *Indonésie* : Wisnubroto, D. ; *Iran, République islamique d'* : Eshraghi, A. ; ***Emamjomeh**, A. ; *Irlande* : Duffy, J. ; *Israël* : Koch, J. ; *Italie* : Trivelloni, S. ; ****Orsini**, A. ; *Japon* : Hanaki, I. ; *Corée, République de* : Dae-Hyung Cho ; *Jamahiriya arabe libyenne* : Kekli, A.T. ; *Lituanie* : Statkus, V. ; *Malaisie* : Sobari, M.P.M. ; ****Husain**, Z.A. ; *Mexique* : Bautista Arteaga, D.M. ; ****Delgado Guardado**, J.L. ; ***Maroc** : Allach, A. ; *Pays-Bas* : Ter Morshuizen, M. ; ***Nouvelle-Zélande** : Ardouin, C. ; *Norvège* : Hornkjøl, S. ; *Pakistan* : Rashid, M. ; ***Paraguay** : More Torres, L.E. ; *Pologne* : Dziubiak, T. ; *Portugal* : Buxo da Trindade, R. ; *Fédération de Russie* : Buchelnikov, A.E. ; *Afrique du Sud* : Hinrichsen, P. ; *Espagne* : Zamora Martin, F. ; *Suède* : Häggblom, E. ; ****Svahn**, B. ; *Suisse* : Krietsch, T. ; *Thaïlande* : Jerachanchai, S. ; *Türkiye* : Ertürk, K. ; *Ukraine* : Lopatin, S. ; *Royaume-Uni* : Sallit, G. ; *États-Unis d'Amérique* : Boyle, R.W. ; Brach, E.W. (présidence) ; *Uruguay* : Nader, A. ; ***Cabral**, W. ; *Commission européenne* : Binet, J. ; *AIEA* : Stewart, J.T. (coordination) ; *Association du transport aérien international* : Brennan, D. ; *Organisation de l'aviation civile internationale* : Rooney, K. ; *Fédération internationale des associations de pilotes de ligne* : Tisdall, A. ; ****Gessl**, M. ; *Organisation maritime internationale* : Rahim, I. ; *Organisation internationale de normalisation* : Malesys, P. ; *Association internationale de producteurs et de fournisseurs de sources* : Miller, J.J. ; ****Roughan**, K. ; *Commission économique des Nations Unies pour l'Europe* : Kervella, O. ; *Union postale universelle* : Bowers, D.G. ; *Association nucléaire mondiale* : Gorlin, S. ; *Institut mondial des transports nucléaires* : Green, L.

Comité des normes de sûreté des déchets

Algérie : Abdenacer, G. ; *Argentine* : Biaggio, A. ; *Australie* : Williams, G. ; ***Autriche** : Fischer, H. ; *Belgique* : Blommaert, W. ; *Brésil* : Tostes, M. ; ***Bulgarie** : Simeonov, G. ; *Canada* : Howard, D. ; *Chine* : Zhimin Qu ; *Croatie* :

Trifunovic, D. ; *Cuba* : Fernandez, A. ; *Chypre* : Demetriades, P. ; *République tchèque* : Lietava, P. ; *Danemark* : Nielsen, C. ; *Égypte* : Mohamed, Y. ; *Estonie* : Lust, M. ; *Finlande* : Hutri, K. ; *France* : Rieu, J. ; *Allemagne* : Götz, C. ; *Ghana* : Faanu, A. ; *Grèce* : Tzika, F. ; *Hongrie* : Czoch, I. ; *Inde* : Rana, D. ; *Indonésie* : Wisnubroto, D. ; *Iran, République islamique d'* : Assadi, M. ; *Zarghami, R. ; *Iraq* : Abbas, H. ; *Israël* : Dody, A. ; *Italie* : Dionisi, M. ; *Japon* : Matsuo, H. ; *Corée, République de* : Won-Jae Park ; *Lettonie : Salmins, A. ; *Jamahiriya arabe libyenne* : Elfawares, A. ; *Lituanie* : Paulikas, V. ; *Malaisie* : Sudin, M. ; *Mexique* : Aguirre Gómez, J. ; *Maroc : Barkouch, R. ; *Pays-Bas* : van der Shaaf, M. ; *Pakistan* : Mannan, A. ; *Paraguay : Idoyaga Navarro, M. ; *Pologne* : Wlodarski, J. ; *Portugal* : Flausino de Paiva, M. ; *Slovaquie* : Homola, J. ; *Slovénie* : Mele, I. ; *Afrique du Sud* : Pather, T. (présidence) ; *Espagne* : Sanz Aludan, M. ; *Suède* : Frise, L. ; *Suisse* : Wanner, H. ; *Thaïlande : Supaokit, P. ; *Tunisie* : Bousselmi, M. ; *Türkiye* : Özdemir, T. ; *Ukraine* : Makarovska, O. ; *Royaume-Uni* : Chandler, S. ; *États-Unis d'Amérique* : Camper, L. ; *Uruguay : Nader, A. ; *Commission européenne* : Necheva, C. ; *Normes européennes de sûreté des installations nucléaires* : Lorenz, B. ; *Normes européennes de sûreté des installations nucléaires : Zaiss, W. ; *AIEA* : Siraky, G. (coordination) ; *Organisation internationale de normalisation* : Hutson, G. ; *Association internationale de producteurs et de fournisseurs de sources* : Fasten, W. ; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire* : Riotte, H. ; *Association nucléaire mondiale* : Saint-Pierre, S.



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 26

OÙ COMMANDER ?

Vous pouvez vous procurer les publications de l'AIEA disponibles à la vente chez nos dépositaires ci-dessous ou dans les grandes librairies.

Les publications non destinées à la vente doivent être commandées directement à l'AIEA. Les coordonnées figurent à la fin de la liste ci-dessous.

AMÉRIQUE DU NORD

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214 (États-Unis d'Amérique)

Téléphone : +1 800 462 6420 • Télécopie : +1 800 338 4550

Courriel : orders@rowman.com • Site web : www.rowman.com/bernan

RESTE DU MONDE

Veuillez-vous adresser à votre libraire préféré ou à notre principal distributeur :

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

(Royaume-Uni)

Commandes commerciales et renseignements :

Téléphone : +44 (0) 176 760 4972 • Télécopie : +44 (0) 176 760 1640

Courriel : eurospan@turpin-distribution.com

Commandes individuelles :

www.eurospanbookstore.com/iaea

Pour plus d'informations :

Téléphone : +44 (0) 207 240 0856 • Télécopie : +44 (0) 207 379 0609

Courriel : info@eurospangroup.com • Site web : www.eurospangroup.com

Les commandes de publications destinées ou non à la vente peuvent être adressées directement à :

Unité de la promotion et de la vente

Agence internationale de l'énergie atomique

Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)

Téléphone : +43 1 2600 22529 ou 22530 • Télécopie : +43 1 26007 22529

Courriel : sales.publications@iaea.org • Site web : <https://www.iaea.org/fr/publications>

Des normes internationales pour la sûreté