

Normes de sûreté de l'AIEA

pour la protection des personnes et de l'environnement

Stockage définitif des déchets radioactifs

Prescriptions de sûreté particulières
N° SSR-5



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

PUBLICATIONS DE L'AIEA CONCERNANT LA SÛRETÉ

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 internet de l'AIEA :

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

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 : BP 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 internet de l'AIEA, par courrier (à l'adresse ci-dessus) ou par courriel (Official.Mail@iaea.org).

AUTRES PUBLICATIONS CONCERNANT LA SÛRETÉ

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 et la protection 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 **Radiological Assessment Reports, INSAG Reports** (Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire), **Technical Reports** 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 concernant la sécurité paraissent dans la collection **IAEA Nuclear Security Series**.

STOCKAGE DÉFINITIF DES DÉCHETS RADIOACTIFS

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

AFGHANISTAN	GHANA	OUGANDA
AFRIQUE DU SUD	GRÈCE	OUZBÉKISTAN
ALBANIE	GUATEMALA	PAKISTAN
ALGÉRIE	HAÏTI	PALAOS
ALLEMAGNE	HONDURAS	PANAMA
ANGOLA	HONGRIE	PARAGUAY
ARABIE SAOUDITE	ÎLES MARSHALL	PAYS-BAS
ARGENTINE	INDE	PÉROU
ARMÉNIE	INDONÉSIE	PHILIPPINES
AUSTRALIE	IRAN, RÉP. ISLAMIQUE D'	POLOGNE
AUTRICHE	IRAQ	PORTUGAL
AZERBAÏDJAN	IRLANDE	QATAR
BAHREÏN	ISLANDE	RÉPUBLIQUE ARABE
BANGLADESH	ISRAËL	SYRIENNE
BÉLARUS	ITALIE	RÉPUBLIQUE
BELGIQUE	JAMAÏQUE	CENTRAFRICAINE
BELIZE	JAPON	RÉPUBLIQUE
BÉNIN	JORDANIE	DÉMOCRATIQUE
BOLIVIE	KAZAKHSTAN	DU CONGO
BOSNIE-HERZÉGOVINE	KENYA	RÉPUBLIQUE DE MOLDOVA
BOTSWANA	KIRGHIZISTAN	RÉPUBLIQUE DOMINICAINE
BRÉSIL	KOWEÏT	RÉPUBLIQUE TCHÈQUE
BULGARIE	LESOTHO	RÉPUBLIQUE-UNIE DE
BURKINA FASO	LETTONIE	TANZANIE
BURUNDI	L'EX-RÉPUBLIQUE YOUNGOLAVE DE MACÉDOINE	ROUMANIE
CAMBODGE	LIBAN	ROYAUME-UNI
CAMEROUN	LIBÉRIA	DE GRANDE-BRETAGNE
CANADA	LIBYE	ET D'IRLANDE DU NORD
CHILI	LIECHTENSTEIN	SAINT-SIÈGE
CHINE	LITUANIE	SÉNÉGAL
CHYPRE	LUXEMBOURG	SERBIE
COLOMBIE	MADAGASCAR	SEYCHELLES
CONGO	MALAISIE	SIERRA LEONE
CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	MALAWI	SINGAPOUR
COSTA RICA	MALI	SLOVAQUIE
CÔTE D'IVOIRE	MALTE	SLOVÉNIE
CROATIE	MAROC	SOUDAN
CUBA	MAURICE	SRI LANKA
DANEMARK	MAURITANIE	SUÈDE
ÉGYPTE	MEXIQUE	SUISSE
EL SALVADOR	MONACO	TADJIKISTAN
ÉMIRATS ARABES UNIS	MONGOLIE	TCHAD
ÉQUATEUR	MONTÉNÉGRO	THAÏLANDE
ÉRYTHRÉE	MOZAMBIQUE	TUNISIE
ESPAGNE	MYANMAR	TURQUIE
ESTONIE	NAMIBIE	UKRAINE
ÉTATS-UNIS	NÉPAL	URUGUAY
D'AMÉRIQUE	NICARAGUA	VENEZUELA
ÉTHIOPIE	NIGER	VIETNAM
FÉDÉRATION DE RUSSIE	NIGERIA	YÉMEN
FINLANDE	NORVÈGE	ZAMBIE
FRANCE	NOUVELLE-ZÉLANDE	ZIMBABWE
GABON	OMAN	
GÉORGIE		

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° SSR-5

STOCKAGE DÉFINITIF DES DÉCHETS RADIOACTIFS

PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ PARTICULIÈRES

La présente publication comprend un CD-ROM
contenant les versions arabe, anglaise, chinoise, espagnole, française et russe
de l'édition de 2007 du Glossaire de sûreté de l'AIEA
et des Principes fondamentaux de sûreté (2007).

Ce CD-ROM peut être acheté séparément.

Voir <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp>.

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2011

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, le droit d'auteur a été élargi par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (Genève) à la propriété intellectuelle sous forme électronique. 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 2600 29302
téléphone : +43 1 2600 22417
courriel : sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© AIEA, 2011

Imprimé par l'AIEA en Autriche
Octobre 2011

Stockage définitif des
déchets radioactifs
AIEA, VIENNE, 2011
STI/PUB/1449
ISBN 978-92-0-220310-5
ISSN 1020-5829

AVANT-PROPOS

de M. Yukiya Amano
Directeur général

De par son Statut, l'Agence a pour attribution « 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 » – normes qu'elle doit appliquer à ses propres opérations et que les États peuvent appliquer en adoptant les dispositions réglementaires nécessaires en matière de sûreté nucléaire et radiologique. L'AIEA remplit cette mission en consultation avec les organes compétents des Nations Unies et les institutions spécialisées intéressées. Un ensemble complet de normes de grande qualité faisant l'objet d'un réexamen régulier est un élément clé d'un régime mondial de sûreté stable et durable, de même que l'assistance de l'AIEA pour l'application de ces normes.

L'AIEA a débuté son programme de normes de sûreté en 1958. L'accent ayant été mis sur la qualité, l'adéquation à l'usage final et l'amélioration constante, le recours aux normes de l'AIEA s'est généralisé dans le monde entier. La collection Normes de sûreté comprend désormais une série unifiée de principes fondamentaux de sûreté qui sont l'expression d'un consensus international sur ce qui doit constituer un degré élevé de protection et de sûreté. Avec l'appui solide de la Commission des normes de sûreté, l'AIEA s'efforce de promouvoir l'acceptation et l'application de ses normes dans le monde.

Les normes ne sont efficaces que si elles sont correctement appliquées dans la pratique. Les services de l'AIEA en matière de sûreté englobent la sûreté concernant la conception, le choix du site et l'ingénierie, la sûreté d'exploitation, la sûreté radiologique, la sûreté du transport des matières radioactives et la gestion sûre des déchets radioactifs, ainsi que les questions de réglementation traitées par les organismes gouvernementaux, et la culture de sûreté dans les organisations. Ces services aident les États Membres dans l'application des Normes et permettent de partager des données d'expérience et des idées utiles.

Réglementer la sûreté est une responsabilité nationale et de nombreux États ont décidé d'adopter les normes de l'AIEA dans leur réglementation nationale. Pour les parties aux diverses conventions internationales sur la sûreté, les normes de l'AIEA sont un moyen cohérent et fiable d'assurer un respect effectif des obligations découlant de ces conventions. Les normes sont aussi appliquées par les organismes de réglementation et les exploitants partout dans le monde pour accroître la sûreté de la production d'énergie d'origine nucléaire et des applications nucléaires dans les domaines de la médecine, l'industrie, l'agriculture et la recherche.

La sûreté n'est pas une fin en soi mais est une condition sine qua non de la protection des personnes dans tous les États et de l'environnement, aujourd'hui et à l'avenir. Il faut évaluer et maîtriser les risques associés aux rayonnements ionisants sans limiter indûment le rôle joué par l'énergie nucléaire dans le développement équitable et durable. Les gouvernements, les organismes de réglementation et les exploitants, où qu'ils soient, doivent veiller à ce que les matières nucléaires et les sources de rayonnements soient utilisées de manière bénéfique, sûre et éthique. Les normes de sûreté de l'AIEA sont conçues pour faciliter cet objectif, et j'encourage tous les États Membres à les utiliser.

NOTE CONCERNANT LA RESPONSABILITÉ

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. Le processus d'élaboration, d'examen et d'établissement de ces normes est l'œuvre commune du Secrétariat de l'AIEA et de tous les États Membres, qui pour beaucoup sont représentés aux quatre comités des normes de sûreté et à la Commission des normes de sûreté de l'AIEA.

En tant qu'élément clé du régime mondial de sûreté, les normes de l'AIEA sont régulièrement examinées par le Secrétariat, les comités des normes de sûreté et la Commission des normes de sûreté. Le Secrétariat recueille des données d'expérience sur leur application et collecte des informations dans le cadre du suivi d'évènements afin de s'assurer que les normes continuent de répondre aux besoins des utilisateurs. La présente publication tient compte du retour d'information et de l'expérience accumulée jusqu'en 2010 et, s'agissant des normes, elle a fait l'objet d'un examen rigoureux.

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi au Japon provoqué par le tremblement de terre et le tsunami dévastateurs du 11 mars 2011 et les conséquences de cette situation d'urgence pour les personnes et l'environnement doivent faire l'objet d'une enquête approfondie. Ils sont déjà en cours d'étude au Japon, à l'AIEA et ailleurs. Les enseignements à tirer pour la sûreté nucléaire et la protection radiologique ainsi que pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence seront pris en compte dans la version révisée des normes de sûreté de l'AIEA publiée ultérieurement.

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.

Réglementer 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 en commun l'objectif de protéger les vies et la santé humaines ainsi que 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 les objectifs et principes présentés 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. Les prescriptions de sûreté sont rédigées au présent de l'indicatif et précisent les conditions annexes qui doivent être remplies. De nombreuses prescriptions ne

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

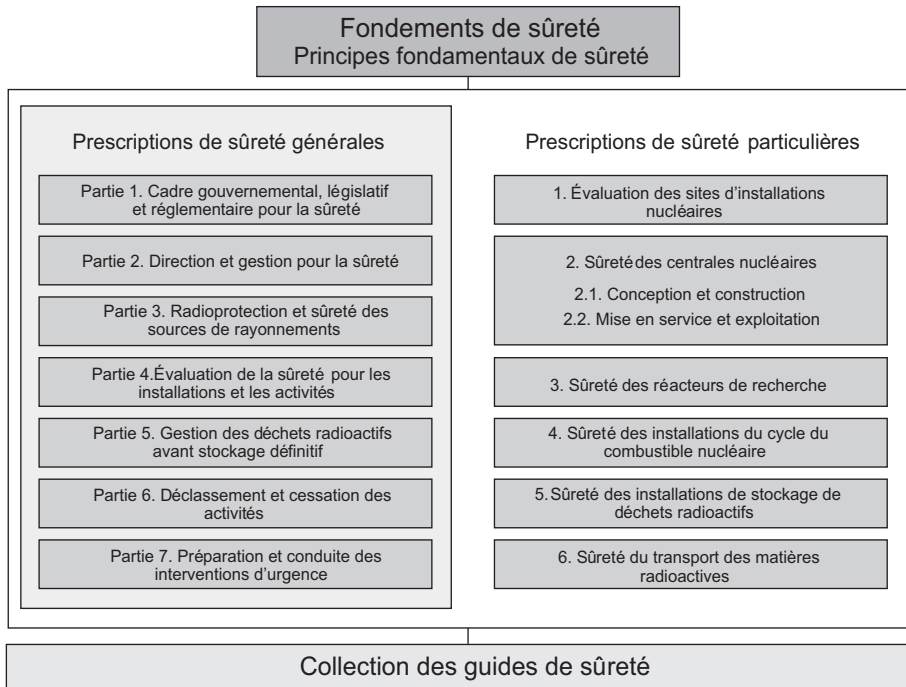


FIG.1. Structure à long terme de la collection Normes de sûreté de l'AIEA.

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). Ces guides 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.

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 quatre comités — 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

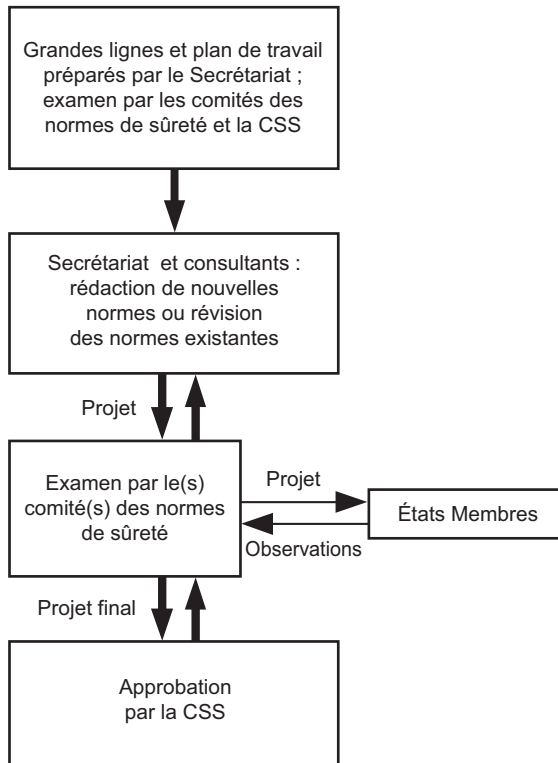


FIG. 2. Processus d'élaboration d'une nouvelle norme de sûreté ou de révision

sûreté du transport (TRANSSEC) — 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 ont le sens donné dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA (<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>). 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 (1.1–1.26)	1
	Objectif (1.27–1.28)	9
	Portée (1.29–1.32)	9
	Structure (1.33)	10
2.	PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT .	11
	Application des principes fondamentaux de sûreté (2.1–2.6)	11
	Radioprotection pendant la phase d'exploitation (2.7–2.14)	12
	Radioprotection pendant la phase post-fermeture (2.15–2.19)	14
	Préoccupations environnementales et d'ordre non radiologique (2.20–2.24)	16
3.	PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ POUR LA PLANIFICATION DU STOCKAGE DÉFINITIF DES DÉCHETS RADIOACTIFS (3.1–3.5)	17
	Cadre gouvernemental, législatif et réglementaire	19
	Prescription 1 : Responsabilités du gouvernement (3.6–3.7)	19
	Prescription 2 : Responsabilités de l'organisme de réglementation (3.8–3.11)	20
	Prescription 3 : Responsabilités de l'exploitant (3.12–3.16)	21
	Approche de la sûreté	22
	Prescription 4 : Importance de la sûreté dans la réalisation et l'exploitation d'une installation de stockage définitif (3.17–3.20)	22
	Prescription 5 : Moyens passifs pour la sûreté de l'installation de stockage définitif (3.21–3.25)	23
	Prescription 6 : Compréhension de l'installation de stockage définitif et confiance dans la sûreté (3.26–3.31)	25
	Principes de conception aux fins de la sûreté (3.32–3.34)	26
	Prescription 7 : Fonctions de sûreté multiples (3.35–3.38)	27
	Prescription 8 : Confinement des déchets radioactifs (3.39–3.42)	28
	Prescription 9 : Isolement des déchets radioactifs (3.43–3.47)	29
	Prescription 10 : Surveillance et contrôle des dispositifs de sûreté passive (3.48)	31

4.	PRESCRIPTIONS POUR LA RÉALISATION, L'EXPLOITATION ET LA FERMETURE D'UNE INSTALLATION DE STOCKAGE DÉFINITIF (4.1)	31
	Cadre pour le stockage définitif de déchets radioactifs	32
	Prescription 11 : Réalisation et évaluation par étapes des installations de stockage définitif (4.2–4.5)	32
	Argumentaire de sûreté et évaluation de la sûreté (4.6–4.11)	33
	Prescription 12 : Préparation, approbation et utilisation de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté pour une installation de stockage définitif (4.12–4.14)	34
	Prescription 13 : Portée de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté (4.15–4.22)	35
	Prescription 14 : Documentation de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté (4.23–4.25)	36
	Étapes de la réalisation, de l'exploitation et de la fermeture des installations de stockage définitif	38
	Prescription 15 : Caractérisation du site d'une installation de stockage définitif (4.26–4.29)	38
	Prescription 16 : Conception d'une installation de stockage définitif (4.30–4.32)	40
	Prescription 17 : Construction d'une installation de stockage définitif (4.33–4.34)	41
	Prescription 18 : Exploitation d'une installation de stockage définitif (4.35–4.37)	41
	Prescription 19 : Fermeture d'une installation de stockage définitif (4.38–4.41)	42
5.	ASSURANCE DE LA SÛRETÉ	43
	Prescription 20 : Acceptation des déchets dans une installation de stockage définitif (5.1–5.3)	43
	Prescription 21 : Programmes de surveillance dans une installation de stockage définitif (5.4–5.5)	44
	Prescription 22 : La période après fermeture et les contrôles institutionnels (5.6–5.14)	45
	Prescription 23 : Prise en compte du système national de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (5.15–5.19)	48
	Prescription 24 : Prescriptions relatives aux mesures de sécurité nucléaire (5.20–5.21)	49
	Prescription 25 : Systèmes de gestion (5.22–5.26)	49

6.	INSTALLATIONS DE STOCKAGE DÉFINITIF EXISTANTES (6.1).....	51
	Prescription 26 : Installations de stockage définitif existantes (6.2–6.3)	51
	APPENDICE : ASSURANCE DU RESPECT DE L’OBJECTIF ET DES CRITÈRES DE SÛRETÉ	53
	RÉFÉRENCES	57
	ANNEXE : CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	59
	PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L’EXAMEN.....	61
	ORGANES D’APPROBATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L’AIEA	63

1. INTRODUCTION

CONTEXTE

Généralités

1.1. Les déchets radioactifs résultent de la production d'électricité dans des centrales nucléaires, des opérations du cycle du combustible nucléaire et d'activités pour lesquelles des matières radioactives sont utilisées. Ils résultent aussi d'activités et de processus au cours desquels des matières radioactives naturelles se concentrent dans les rejets, dont la gestion requiert des mesures de sûreté. Des déchets radioactifs sont produits par une vaste gamme d'activités, allant des utilisations dans les hôpitaux aux centrales nucléaires, en passant par les mines et les installations de préparation de minerais.

1.2. Les propriétés des déchets radioactifs sont diverses elles-aussi, non seulement en termes de contenu radioactif et de concentration d'activité, mais aussi en termes de caractéristiques physiques et chimiques. Leur taux de production est aussi diversifié. Un trait commun à tous les déchets radioactifs est qu'ils sont potentiellement dangereux pour les personnes et l'environnement, et qu'ils doivent donc être gérés de façon que les risques qui peuvent y être associés soient ramenés à des niveaux acceptables. Le danger potentiel va de grand à négligeable ; cet écart transparaît dans les options de gestion et de stockage définitif pour les divers types de déchets.

1.3. Les principes à appliquer pour toutes les activités de gestion de déchets radioactifs sont énoncés dans les Fondements de sûreté de l'AIEA [1]. Ces principes constituent aussi la base éthique et conceptuelle 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 prescriptions en matière de radioprotection sont énoncées dans les Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements (Normes fondamentales internationales) [3]. Nombre des prescriptions de sûreté et concepts de protection adoptés dans ces normes et dans la Convention commune [2] découlent des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [4 à 7].

1.4. La présente publication de la catégorie Prescriptions de sûreté établit des prescriptions de sûreté pour le stockage définitif de tous les types de déchets

radioactifs. Elle énonce l'objectif et les critères de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les risques radiologiques que présentent les installations de stockage définitif de déchets radioactifs pendant leur exploitation et après leur fermeture. Pour satisfaire aux critères, il peut falloir prendre des mesures lors de la sélection et de l'évaluation des sites, et lors de la conception, de la construction, de l'exploitation et de la fermeture des installations de stockage définitif. Les prescriptions sont essentielles du point de vue de la sûreté, et il faut remédier à tout manquement à l'une quelconque de ces prescriptions.

1.5. La présente publication ne reprend pas toutes les prescriptions de sûreté concernant le cadre gouvernemental, législatif et réglementaire, la radioprotection et la planification pour les cas d'urgence qui sont énoncées dans d'autres publications de la catégorie Prescriptions de sûreté. Elle part du principe que des dispositions doivent généralement être en place pour assurer le respect de ces autres prescriptions. Elle énonce par contre certaines prescriptions qui sont étroitement liées aux domaines en question et qui sont particulièrement importantes pour la sûreté des installations de stockage définitif de déchets radioactifs. Des conseils sur l'application des prescriptions de sûreté énoncées dans la présente publication sont donnés dans plusieurs guides de sûreté concernant les différents types d'installations de stockage définitif de déchets radioactifs.

1.6. La stratégie préférée de gestion de tous les déchets radioactifs est de les confiner (c'est-à-dire de confiner les radionucléides dans la matrice de déchets, l'emballage et l'installation de stockage définitif) et de les isoler de la biosphère accessible. Cette stratégie n'exclut pas le rejet (c'est-à-dire l'émission contrôlée) des effluents, résultant des activités de gestion des déchets, qui contiennent des quantités résiduelles de radionucléides, ou la libération des matières qui répondent aux critères pertinents. Des normes internationales de sûreté ont été établies pour ces circonstances [8, 9].

1.7. Les déchets radioactifs peuvent se présenter initialement sous diverses formes gazeuses, liquides ou solides. Dans les activités de gestion des déchets, ceux-ci sont généralement traités pour obtenir des formes solides stables, leur volume est réduit, et ils sont immobilisés dans la mesure du possible pour en faciliter l'entreposage, le transport et le stockage définitif. La présente publication a trait à l'étape du stockage définitif de matières solides ou solidifiées, qui est la dernière du processus de gestion des déchets radioactifs.

Concepts relatifs au stockage définitif (et à l'entreposage) de déchets radioactifs

1.8. Par « stockage définitif », on entend la mise en place de déchets radioactifs dans une installation ou un emplacement sans intention de les récupérer¹. Les options de stockage définitif sont conçues pour confiner les déchets au moyen de dispositifs artificiels ou naturels passifs et les isoler de la biosphère accessible dans la mesure imposée par les risques associés. L'expression signifie que la récupération n'est pas prévue, mais non qu'elle n'est pas possible.

1.9. Par contre, on entend par « entreposage » la conservation de déchets radioactifs dans une installation ou un emplacement avec l'intention de les récupérer. Les deux options, stockage définitif et entreposage, sont conçues pour confiner les déchets et les isoler de la biosphère accessible dans la mesure nécessaire. La différence importante est que l'entreposage est une mesure temporaire après laquelle une action future quelconque est prévue. Il peut s'agir notamment d'un conditionnement ou d'un emballage supplémentaire des déchets et, à terme, de leur stockage définitif. Des orientations supplémentaires concernant la sûreté de l'entreposage des déchets radioactifs sont données dans [11].

1.10. Plusieurs modèles d'installations de stockage définitif ont été élaborés, et des installations de divers types ont été construites dans de nombreux États et sont en service. Ces modèles ont des capacités variables de confinement et d'isolement selon les déchets radioactifs qu'ils sont destinés à recevoir. Les objectifs spécifiques du stockage définitif sont les suivants :

- a) confiner les déchets ;
- b) isoler les déchets de la biosphère accessible et réduire sensiblement la probabilité et toutes les conséquences possibles d'une intrusion humaine² par inadvertance dans les déchets ;
- c) empêcher, réduire et retarder la migration des radionucléides à tout moment des déchets vers la biosphère accessible ;

¹ La terminologie employée dans la présente publication est définie et expliquée dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA [10] (<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>).

² Par « intrusion humaine », on entend les actions humaines qui affectent l'intégrité d'une installation de stockage définitif et pourraient avoir des conséquences radiologiques. Seules les actions humaines qui provoquent une perturbation directe de l'installation de stockage définitif (c'est-à-dire des déchets eux-mêmes, du champ proche contaminé ou des barrières artificielles) sont prises en considération.

- d) faire en sorte que les quantités de radionucléides qui parviennent dans la biosphère accessible du fait d'une migration quelconque depuis l'installation de stockage définitif soient telles que les conséquences radiologiques possibles sont à un faible niveau acceptable à tout moment.

1.11. L'équilibre entre l'importance de chacun des objectifs susmentionnés et la mesure dans laquelle ils sont atteints et la manière dont ils le sont varie en fonction des caractéristiques des déchets et du type de l'installation de stockage définitif.

1.12. Les installations de stockage définitif ne sont pas censées assurer un confinement et un isolement complets des déchets à tout jamais ; cela n'est ni possible ni nécessaire du fait des risques associés aux déchets, qui diminuent avec le temps.

Types d'installations de stockage définitif de déchets radioactifs

1.13. Comme indiqué au paragraphe 1.10, plusieurs modèles d'installations de stockage définitif ont été élaborés, et des installations de divers types ont été construites et sont en service dans le monde entier.

1.14. Dans un État ou une région, plusieurs installations de stockage définitif de différents modèles peuvent être nécessaires pour accueillir des déchets radioactifs de divers types. Les options de stockage définitif ci-après ont été adoptées dans un ou plusieurs États, selon les classes de déchets radioactifs qui ont été définies. La classification des déchets radioactifs est traitée dans un guide de sûreté de l'AIEA [12], et les différentes classes de déchets radioactifs sont présentées à l'annexe. Les options de stockage définitif ci-après ont été adoptées dans un ou plusieurs États, selon les classes de déchets radioactifs qui ont été définies.

- a) Stockage définitif en décharge spéciale : dans une installation similaire à une décharge classique pour les rebuts industriels, mais comportant un dispositif de couverture des déchets. Une telle installation peut être conçue comme une installation de stockage définitif de déchets de très faible activité (DTFA) avec de faibles concentrations ou quantités de contenu radioactif [12]. Les déchets habituellement stockés dans une installation de ce type sont notamment des sols et des gravats résultant des activités de déclassement.
- b) Stockage définitif en surface ou à faible profondeur : dans une installation constituée de tranchées artificielles ou de casemates construites à la surface ou jusqu'à quelques dizaines de mètres de profondeur. Une telle installation

peut être conçue comme une installation de stockage définitif de déchets de faible activité (DFA) [12].

- c) Stockage définitif de déchets de moyenne activité : selon leurs caractéristiques, les déchets de moyenne activité (DMA) peuvent être stockés dans des installations de différents types [12]. Les déchets peuvent être mis en place dans des installations construites dans des cavités, des casemates ou des silos situés d'au moins quelques dizaines de mètres à quelques centaines de mètres au-dessous de la surface. Il peut s'agir d'installations spécialement construites ou d'anciennes mines réaménagées. Il peut aussi s'agir d'installations situées dans des galeries creusées dans le flanc de montagnes ou de collines, auquel cas la couche de couverture peut être épaisse de plusieurs centaines de mètres.
- d) Stockage géologique : dans une installation construite dans des tunnels, des casemates ou des silos dans une formation géologique particulière (en termes de stabilité à long terme et de propriétés hydrogéologiques, par exemple) à au moins quelques centaines de mètres au-dessous de la surface. Une telle installation pourrait être conçue pour des déchets de haute activité (DHA) [12], y compris du combustible usé s'il est considéré comme déchet. Toutefois, avec une conception appropriée, une installation de stockage géologique pourrait recevoir tous types de déchets radioactifs.
- e) Stockage en puits : dans une installation constituée d'une série de puits, ou d'un puits unique, d'une profondeur de quelques dizaines à quelques centaines de mètres. Une telle installation n'est conçue que pour le stockage définitif de volumes relativement faibles de déchets, en particulier de sources radioactives scellées retirées du service. L'aménagement de puits très profonds, de plusieurs kilomètres, a été étudié comme option pour le stockage définitif de déchets solides de haute activité et de combustible usé, mais cette option n'a été retenue par aucun État.
- f) Stockage définitif de déchets d'extraction et de préparation de minerais : habituellement en surface ou à faible profondeur, mais la manière dont ces déchets sont générés, les grands volumes en jeu, la forme physico-chimique des déchets et leur teneur en radionucléides naturels à longue période les distinguent des autres déchets radioactifs. Les déchets sont en général stabilisés in situ et recouverts de plusieurs couches de roches et de sols.

1.15. La présente publication s'applique à tous les types susmentionnés de stockage définitif et d'installations de stockage définitif. Des orientations complètes sur la façon de satisfaire aux prescriptions énoncées dans la présente publication sont données dans des guides de sûreté de l'AIEA portant séparément sur les divers types de stockage définitif décrits ci-dessus.

1.16. Conformément à l'approche graduée requise par les Normes fondamentales internationales et d'autres normes [3, 13, 14], la capacité du système de stockage définitif choisi de confiner les déchets et de les isoler des personnes et de l'environnement doit être proportionnée au risque que présentent les déchets. Les prescriptions de la présente publication valent pour tous les types d'installations de stockage définitif. Toutefois, la portée des dispositions nécessaires pour satisfaire aux prescriptions variera conformément à l'approche graduée. Il en est tenu compte dans les guides de sûreté pour les différents types d'installations mentionnés au paragraphe 1.14.

Cycle de vie des installations de stockage définitif

1.17. La réalisation (sélection et évaluation du site, et conception et construction de l'installation) de la plupart des types d'installations de stockage définitif dure généralement longtemps. La période d'exploitation des installations de stockage définitif avant leur fermeture s'étend dans la plupart des cas sur plusieurs décennies. Différentes activités se déroulent pendant cette phase de réalisation, comme la sélection et l'évaluation du site et la conception et la construction de l'installation, et des décisions sont prises quant au passage à l'ensemble d'activités suivant ou à l'étape suivante de la réalisation de l'installation.

1.18. Cette approche par étapes permet l'accumulation et l'évaluation systématiques des données scientifiques et techniques nécessaires ; l'évaluation des sites possibles ; la mise au point de concepts de stockage définitif ; des études itératives pour l'avancement de la conception et l'évaluation de la sûreté à l'aide de données toujours meilleures ; des examens techniques et réglementaires ; des consultations publiques et des décisions politiques. Toutefois, le niveau des études et le processus dépendent du type d'installation et des pratiques nationales.

1.19. Parallèlement à la prise en considération de différentes options pour la conception et la gestion opérationnelle d'une installation de stockage définitif, cette approche devrait assurer la souplesse voulue pour tenir compte des informations techniques nouvelles et des avancées des techniques de gestion des déchets et de la technologie des matériaux. Elle permet aussi d'analyser les aspects sociaux, économiques et politiques de l'installation de stockage définitif, pour s'assurer que toutes les mesures raisonnables ont été prises afin de prévenir, d'empêcher ou de retarder les émissions de contaminants dans l'environnement.

1.20. L'approche peut comporter des options de réversibilité d'une étape déterminée voire, pour la plupart des types d'installations, de reprise des déchets après leur mise en place si cela était jugé opportun.

1.21. Les équipes de réalisation d'installations de stockage définitif peuvent définir un certain nombre d'étapes suivant les besoins de leur propre programme. Dans la présente publication, cependant, l'approche par étapes se réfère à celles qui sont imposées par l'organisme de réglementation et les processus de prise des décisions politiques.

1.22. Il est commode de distinguer trois phases associées à la réalisation, à l'exploitation et à la fermeture d'une installation de stockage définitif : i) la phase pré-opérationnelle, ii) la phase d'exploitation et iii) la phase post-fermeture. Diverses activités seront menées au cours de ces phases, et certaines pourront être exécutées à des degrés divers tout au long d'une partie ou de l'ensemble de la durée de vie de l'installation.

- i) La phase pré-opérationnelle comprend la définition du concept, l'évaluation du site (sélection, vérification et confirmation), l'évaluation de la sûreté et les études de conception. Elle comprend aussi la mise au point des aspects de l'argumentaire de sûreté relatifs à la sûreté en exploitation et après la fermeture qui sont nécessaires pour définir les conditions de l'autorisation, obtenir l'autorisation et passer à la construction de l'installation de stockage définitif et aux activités d'exploitation initiales. Les programmes de surveillance et d'essais sur lesquels reposent les décisions de gestion opérationnelle sont mis en place.
- ii) La phase d'exploitation commence avec l'arrivée des premiers déchets dans l'installation. À partir de ce moment, les activités de gestion des déchets peuvent donner lieu à des expositions aux rayonnements qui doivent être contrôlées conformément aux prescriptions concernant la protection et la sûreté. Les programmes de contrôle radiologique, de surveillance et d'essais restent la base des décisions de gestion opérationnelle et des décisions relatives à la fermeture de l'installation ou de parties de celle-ci. Les évaluations de la sûreté pendant l'exploitation et après la fermeture et l'argumentaire de sûreté sont actualisés en fonction de l'expérience effective et de l'accumulation de connaissances. Pendant la phase d'exploitation, on peut exécuter des activités de construction tout en mettant des déchets en place dans d'autres parties de l'installation ou en procédant à la fermeture de celles-ci. Cette phase peut comporter des activités de reprise de déchets, si cela est jugé nécessaire, avant la fermeture, des activités faisant suite à l'achèvement de la mise en place des déchets ainsi que la fermeture définitive et le scellement de l'installation.
- iii) La phase post-fermeture commence lorsque tous les dispositifs artificiels de confinement et d'isolement ont été mis en place, que les bâtiments opérationnels et les services d'appui ont été déclassés et que l'installation

est dans sa configuration finale. Après la fermeture, la sûreté de l'installation de stockage définitif est assurée par des moyens passifs inhérents aux caractéristiques du site et de l'installation et à celles des colis de déchets, ainsi que par certains contrôles institutionnels, en particulier pour les installations en surface et à faible profondeur. Ces contrôles institutionnels sont mis en place pour empêcher les intrusions dans l'installation et confirmer que le système de stockage définitif fonctionne comme prévu grâce à des mesures de contrôle radiologique et de surveillance. Le contrôle radiologique peut aussi servir à fournir des assurances au public. L'autorisation expire après la phase de contrôle institutionnel actif lorsqu'il a été satisfait à toutes les prescriptions techniques, juridiques et financières applicables.

1.23. La présente publication porte sur la protection des personnes et de l'environnement contre les dangers associés aux activités de gestion des déchets relevant du stockage définitif, y compris ceux qui pourraient surgir pendant l'exploitation et après la fermeture. L'application de prescriptions législatives et réglementaires pendant la phase pré-opérationnelle et la phase d'exploitation, et dans certains cas pendant la phase post-fermeture, donnera une assurance quant à cette protection.

1.24. Le système de stockage définitif (c'est-à-dire l'installation de stockage et le milieu dans lequel elle est implantée) est réalisé en une série d'étapes au cours desquelles la compréhension scientifique du système de stockage et de la conception de l'installation de stockage définitif s'affine progressivement. L'évaluation de la sûreté est importante pour guider la sélection et l'évaluation du site et la conception de l'installation. Elle sert aussi à évaluer le niveau de compréhension du système de stockage définitif et les incertitudes associées au long des diverses étapes de réalisation de l'installation. L'étendue et la complexité d'une telle évaluation varieront avec le type d'installation et dépendront du risque posé par les déchets.

1.25. En outre, la réalisation d'installations de stockage définitif comportant des dispositions de conception ou d'exploitation destinées à faciliter la réversibilité, y compris la reprise, est envisagée dans plusieurs programmes nationaux de gestion des déchets. Dans certains États, la possibilité de reprise après la fermeture est une obligation juridique et constitue une limitation aux options disponibles, qui doivent toujours satisfaire aux prescriptions de sûreté pour le stockage définitif. Aucun assouplissement des normes ou des prescriptions de sûreté ne pourrait être autorisé au motif que la reprise des déchets sera rendue possible ou facilitée par une disposition particulière. Il faudrait veiller à ce que toute disposition de cette

nature n'ait pas d'incidence négative inacceptable sur la sûreté ou le fonctionnement du système de stockage définitif. Cette question n'est pas examinée en détail dans la présente publication.

1.26. L'argumentaire de sûreté (c'est-à-dire l'ensemble des arguments et des preuves démontrant la sûreté d'une installation) pour une installation de stockage définitif sera préparé parallèlement à la réalisation de l'installation. Cette approche fournit une base pour les décisions relatives à la réalisation, à l'exploitation et à la fermeture de l'installation. Elle permet aussi de déterminer les domaines d'incertitude dont il faut se préoccuper afin de faire mieux comprendre les aspects qui influent sur la sûreté du système de stockage définitif.

OBJECTIF

1.27. La présente publication a pour objet d'énoncer l'objectif et les critères de sûreté pour le stockage définitif de tous les types de déchets radioactifs et de définir, sur la base des principes établis dans [1], les prescriptions auxquelles doit satisfaire le stockage définitif des déchets radioactifs.

1.28. Elle s'adresse à toutes les personnes qui sont responsables et s'occupent de la gestion des déchets radioactifs et prennent des décisions en ce qui concerne la réalisation, l'exploitation et la fermeture d'installations de stockage définitif, et en particulier à celles qui s'occupent des questions connexes de réglementation. Des guides de sûreté donnent des orientations complètes et présentent les meilleures pratiques internationales en ce qui concerne la manière de satisfaire aux prescriptions pour les différents types d'installations de stockage définitif.

PORTÉE

1.29. La présente publication s'applique au stockage définitif des déchets radioactifs de tous types par mise en place dans des installations spéciales, sous réserve des restrictions et des contrôles nécessaires pour le stockage des déchets et pour la réalisation, l'exploitation et la fermeture des installations. La classification des déchets radioactifs est traitée dans [12].

1.30. La présente publication établit des prescriptions visant à donner une assurance quant à la sûreté radiologique du stockage définitif des déchets radioactifs pendant la phase d'exploitation et, plus spécialement, après la fermeture d'une installation de stockage. L'objectif fondamental de sûreté est de

protéger les personnes et l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants. Pour l'atteindre, on fixe des prescriptions pour la sélection et l'évaluation du site et la conception de l'installation de stockage définitif, et pour sa construction, son exploitation et sa fermeture, et notamment des prescriptions organisationnelles et réglementaires.

1.31. Le respect de ces prescriptions s'inscrit dans le processus plus vaste de sélection et d'évaluation du site et de réalisation de l'installation de stockage définitif. Les questions de planification, financières, économiques et sociales plus larges ainsi que les questions de sûreté générale et d'impact sur l'environnement seront aussi prises en considération dans le cadre de ce processus. La présente publication ne traite ni de ces questions plus larges ni du transport des déchets jusqu'au site ou des impacts environnementaux autres que les conséquences radiologiques.

1.32. L'expérience acquise jusqu'ici dans la sélection de sites pour des installations de stockage définitif a montré que l'acceptation d'une telle installation par un large éventail de parties intéressées dépend d'un certain nombre de facteurs. Le processus visant à faire participer les parties intéressées à la prise des décisions concernant ces installations est considéré de plus en plus comme très important. Une analyse détaillée de ces processus sortirait cependant du cadre de la présente publication.

STRUCTURE

1.33. Le contexte, les concepts et l'objectif de sûreté du stockage définitif sont indiqués dans les sections 1 et 2. Les prescriptions de sûreté pour les installations de stockage définitif sont énoncées aux sections 3 à 6. Elles sont au nombre de 26 et apparaissent en caractères gras.

2. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT

APPLICATION DES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE SÛRETÉ

2.1. La publication de l'AIEA intitulée Principes fondamentaux de sûreté [1] énonce l'objectif et les principes fondamentaux de sûreté qui s'appliquent à toutes les installations et activités de gestion des déchets radioactifs, y compris le stockage définitif. Comme indiqué dans [1], l'objectif fondamental de sûreté est de protéger les personnes et l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants.

2.2. La stratégie actuellement mise en œuvre pour atteindre cet objectif fondamental de sûreté dans le cas du stockage définitif des déchets radioactifs consiste à confiner les déchets et à les isoler de la biosphère accessible dans la mesure où cela est nécessaire. La biosphère est la partie de l'environnement qui est normalement occupée par les organismes vivants et, dans la présente publication, la « biosphère accessible » est considérée généralement comme comprenant les éléments de l'environnement, y compris les eaux souterraines, les eaux superficielles et les ressources marines, accessibles aux humains ou utilisés par eux. Il s'agit donc de la partie de l'environnement que l'objectif, les critères et les prescriptions énoncés dans la présente publication visent à protéger.

2.3. Pour l'application de la stratégie de confinement et d'isolement des déchets, il est implicite que, si des déchets venaient à être dérangés après leur mise en place dans une installation, des doses de rayonnements pourraient être reçues.

2.4. Conformément à [1], les installations de stockage définitif doivent être réalisées de façon que les personnes et l'environnement soient protégés tant aujourd'hui qu'à l'avenir ([1], principe 7). À cet égard, la considération première est le risque radiologique que présentent les déchets radioactifs. La CIPR a élaboré le système de protection radiologique applicable à toutes les installations et activités, et ce système a été adopté dans les Normes fondamentales internationales [3].

2.5. La CIPR a traité en détail de l'application de ce système au stockage définitif des déchets radioactifs solides dans ses publications 77 et 81 [5, 6], qu'elle a reconfirmées dans la publication 103 [7]. Cela offre un point de départ pour examiner ici les questions de sûreté dans l'optique des installations de

stockage définitif. Les préoccupations environnementales et d'autres préoccupations d'ordre non radiologique sont examinées à la fin de la section 2.

2.6. L'objectif et les critères de sûreté énoncés dans la présente section sont applicables indépendamment des frontières nationales. Les questions transfrontières sont abordées dans le cadre des conventions, traités et accords bilatéraux en vigueur. Des obligations particulières incombent aux parties contractantes à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs [2].

RADIOPROTECTION PENDANT LA PHASE D'EXPLOITATION

2.7. Les prescriptions relatives à la sûreté radiologique pendant la phase d'exploitation d'une installation de stockage définitif et les critères de sûreté correspondants sont les mêmes que pour toute installation nucléaire ou activité mettant en jeu des matières radioactives et sont énoncés dans les Normes fondamentales internationales [3]. Les installations de stockage définitif qui reçoivent des déchets d'installations du cycle du combustible nucléaire sont généralement des installations nucléaires autorisées, et leur exploitation est soumise aux conditions de l'autorisation. Les installations de stockage définitif de petites quantités de déchets (par exemple les installations de stockage en puits) peuvent ne pas être considérées comme des installations nucléaires dans certains États, mais elles doivent être soumises à une procédure réglementaire appropriée et être autorisées en conséquence.

2.8. En termes de sûreté radiologique, l'installation de stockage définitif est considérée comme une source de rayonnements sous contrôle réglementaire dans une situation d'exposition planifiée. Pendant la phase d'exploitation, il est possible de vérifier les émissions radioactives, de contrôler les expositions et de prendre des mesures si besoin est. Les moyens techniques et pratiques requis pour assurer la sûreté sont bien connus, mais leur emploi dans une installation de stockage définitif fait intervenir des considérations particulières. L'objectif primordial est de faire en sorte que les doses de rayonnements soient aussi basses que raisonnablement possible et restent dans les limites de dose applicables.

2.9. L'optimisation de la protection (c'est-à-dire le processus consistant à choisir les mesures de protection et de sûreté qui font que les expositions, et la probabilité et l'ampleur d'expositions potentielles, sont « aussi basses que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux »)

est prise en compte dans la conception de l'installation de stockage définitif et dans la planification de toutes les activités [3].

2.10. Les éléments à prendre en considération pour l'optimisation de la protection et de la sûreté sont notamment les suivants : séparation des activités d'extraction minière et de construction des activités de mise en place des déchets ; recours à du matériel de télémanipulation et à du matériel blindé pour la mise en place des déchets, si besoin est ; contrôle du milieu de travail de façon à réduire le risque d'accident et les conséquences potentielles des accidents ; et réduction au minimum de l'entretien nécessaire dans les zones surveillées et contrôlées. Il convient de contrôler la contamination et de la prévenir dans la mesure du possible [3].

2.11. Il ne devrait y avoir aucune émission, ou que des émissions très minimes, de radionucléides, par exemple, de petites quantités de radionucléides gazeux, en exploitation normale dans une installation de stockage définitif de déchets radioactifs, et les personnes du public ne devraient donc pas recevoir de doses appréciables. Même en cas d'accident avec rupture d'un colis de déchets sur le site d'une installation de stockage définitif, il est peu probable que les émissions aient des conséquences radiologiques hors de l'installation.

2.12. L'absence de conséquences radiologiques appréciables hors de l'installation devrait être confirmée par une évaluation de la sûreté (voir les prescriptions 12 à 14, relatives à l'argumentaire de sûreté et à l'évaluation de la sûreté). Les considérations pertinentes sont notamment les suivantes : forme des déchets (c'est-à-dire emballage et teneur en radionucléides des déchets), contrôle de la contamination des colis de déchets et du matériel, et surveillance et contrôle de l'eau drainée de l'installation de stockage, le cas échéant, et de l'air de ventilation extrait des installations souterraines.

2.13. Dans le cas d'une installation de stockage définitif, comme dans celui de toute autre installation nucléaire en service ou installation où des matières nucléaires sont manipulées, utilisées, entreposées ou traitées, un programme de radioprotection opérationnelle, proportionné aux risques radiologiques, doit être en place pour assurer le contrôle des doses aux travailleurs en exploitation normale et le respect des prescriptions concernant la limitation des doses de rayonnements ([3], par. 2.24 à 2.26 ; [15]). En outre, il faut que des plans d'urgence soient en place pour faire face aux accidents et incidents et pour faire en sorte que les doses de rayonnements qui en résultent éventuellement soient maîtrisées dans la mesure du possible, compte dûment tenu des niveaux d'action urgente pertinents [16].

2.14. Les doses et les risques associés au transport des déchets radioactifs à travers des zones publiques jusqu'à l'installation de stockage définitif doivent être gérés de la même façon que les doses et les risques associés au transport d'autres matières radioactives. Le transport de déchets radioactifs est régi par les prescriptions du Règlement de transport des matières radioactives [17].

RADIOPROTECTION PENDANT LA PHASE POST-FERMETURE

2.15. L'objectif et les critères de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement après la fermeture d'une installation de stockage définitif sont les suivants :

Objectif de sûreté

L'objectif de sûreté est que les installations de stockage définitif soient implantées, conçues, construites, exploitées et fermées de façon à optimiser la protection après la fermeture, compte tenu des facteurs économiques et sociaux. Il faut donner une assurance raisonnable que les doses ou les risques pour les personnes du public à long terme ne dépasseront pas les contraintes de dose ou de risque utilisées comme critère de conception.

Critères

- a) La limite de dose aux personnes du public pour toutes les situations d'exposition planifiées est une dose efficace de 1 mSv par an [3]. Cette limite et son équivalent en termes de risque sont considérés comme des critères à ne pas dépasser à l'avenir.
- b) Pour que cette limite de dose soit respectée, une installation de stockage définitif (considérée comme une source unique) est conçue de façon que la dose ou le risque calculé pour la personne représentative qui pourrait être exposée à l'avenir à la suite de processus naturels³ possibles affectant l'installation de stockage définitif ne soit pas supérieur à une contrainte de

³ Les processus naturels comprennent l'ensemble des conditions anticipées sur la durée de vie de l'installation et les événements qui pourraient se produire avec une probabilité moindre. Cependant, les événements ayant une probabilité extrêmement faible ne seraient pas pris en compte.

dose de 0,3 mSv par an ou à une contrainte de risque de l'ordre de 10^{-5} par an⁴.

- c) S'agissant des effets d'une intrusion humaine par inadvertance après la fermeture, si l'on compte que cette intrusion entraînerait une dose annuelle inférieure à 1 mSv pour les personnes vivant autour du site, alors les efforts de réduction de la probabilité d'une intrusion ou de limitation de ses conséquences ne sont pas justifiés.
- d) Si l'on compte qu'une intrusion humaine pourrait entraîner une dose annuelle supérieure à 20 mSv ([7], tableau 8) aux personnes vivant autour du site, alors d'autres options de stockage définitif des déchets doivent être envisagées, par exemple le stockage définitif en profondeur ou la séparation des radionucléides causant les doses les plus élevées.
- e) Si l'on compte sur des doses annuelles entre 1 et 20 mSv ([7], tableau 8), alors des efforts raisonnables sont justifiés, à la phase de réalisation de l'installation, pour réduire la probabilité d'intrusion ou en limiter les conséquences en optimisant la conception de l'installation.
- f) Des considérations similaires s'appliquent lorsque les seuils pertinents pour les effets déterministes dans les organes peuvent être dépassés.

2.16. Il est admis qu'on ne peut qu'estimer les doses de rayonnements aux personnes à l'avenir et que les incertitudes associées à ces estimations augmentent avec l'éloignement dans le futur. Il faut être prudent quand on utilise ces critères pour des périodes éloignées dans le futur. À de telles échelles de temps, les incertitudes associées aux estimations de doses deviennent si grandes que les critères peuvent ne plus constituer une base raisonnable pour la prise des décisions.

2.17. L'objectif primordial du stockage définitif des déchets radioactifs est de protéger les personnes et l'environnement à long terme, après la fermeture de l'installation de stockage. Dans cette phase, il peut y avoir migration de radionucléides vers la biosphère accessible, dispersion de radionucléides dans la biosphère accessible et exposition consécutive de personnes. C'est une conséquence de la lente dégradation des composants artificiels et de la lente migration de radionucléides à partir de l'installation du fait de processus naturels. Des événements isolés peuvent conduire à une émission plus rapide ou plus importante. Ces événements pourraient être d'origine naturelle ou humaine.

⁴ Dans ce contexte, le risque associé à l'installation de stockage définitif est la probabilité de cancer mortel ou d'effets héréditaires graves.

2.18. L'optimisation sous contrainte constitue la principale approche adoptée pour assurer la sûreté d'une installation de stockage définitif [6]. Dans ce contexte, l'optimisation de la protection est un processus comportant une part de jugement, pour lequel il est tenu compte des facteurs économiques et sociaux. Elle est menée de manière structurée mais essentiellement qualitative, en s'appuyant sur une analyse quantitative.

2.19. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour évaluer les impacts du stockage définitif des déchets radioactifs après la fermeture de l'installation de stockage et pour démontrer que la réglementation nationale est respectée pour ce qui est des niveaux de dose et/ou de risque. Cette question est traitée dans le guide de sûreté sur l'argumentaire de sûreté et l'évaluation de la sûreté du stockage définitif⁵.

PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES ET D'ORDRE NON RADIOLOGIQUE

2.20. L'évaluation des impacts environnementaux classiques qui peuvent être subis au cours de la construction et de l'exploitation d'une installation de stockage définitif, par exemple en ce qui concerne la circulation, le bruit, l'agrément esthétique, la perturbation des habitats naturels, les restrictions à l'utilisation des terres et les facteurs économiques et sociaux, sort du cadre de la présente publication. Celle-ci porte sur la protection de l'environnement contre les risques radiologiques associés aux matières radioactives se trouvant dans l'installation de stockage définitif. La toxicité non radiologique doit aussi être évaluée lorsqu'elle est importante, comme indiqué dans les paragraphes suivants.

2.21. Aux fins des recommandations actuelles de la CIPR [4] et des prescriptions des Normes fondamentales internationales [3], on part de l'hypothèse que, sous réserve d'une définition appropriée des groupes exposés, la protection des personnes contre les risques radiologiques associés à une installation de stockage définitif satisfera également au principe de la protection de l'environnement [4 à 7]. La question de la protection de l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants et celle de l'élaboration de normes à cette fin sont examinées actuellement au niveau international [7].

⁵ Un guide de sûreté intitulé « The Safety Case and Safety Assessment for Disposal of Radioactive Waste » est en cours d'élaboration.

2.22. Les estimations des doses et/ou des risques qui pourraient résulter de la migration future de radionucléides à partir d'une installation de stockage définitif sont des indicateurs de la protection des personnes. Sur la base de l'hypothèse mentionnée au paragraphe 2.21, des estimations des doses tenant compte des diverses voies de transfert possibles dans l'environnement pourraient déjà être considérées comme des indicateurs de la protection de l'environnement.

2.23. D'autres indicateurs et comparaisons, comme les estimations des concentrations et des flux de contaminants et leur comparaison avec les concentrations et les flux de radionucléides naturels au sein de la géosphère ou de la biosphère, peuvent aussi se révéler utiles pour donner une idée d'un niveau de protection globale de l'environnement qui soit indépendant des hypothèses concernant les habitudes humaines⁶. Parmi les autres facteurs à prendre en considération peuvent figurer la protection des ressources en eaux souterraines et la sensibilité écologique du milieu dans lequel les contaminants pourraient être émis.

2.24. L'impact des matières non radioactives présentes dans une installation de stockage définitif doit être évalué conformément aux règlements particuliers nationaux ou autres ; il peut être important dans certains cas, par exemple pour certains déchets d'extraction et mélanges de déchets radioactifs et toxiques. Si des matières non radioactives peuvent influencer sur l'émission et la migration de contaminants radioactifs à partir des déchets radioactifs, il faut tenir compte de ces interactions dans l'évaluation de la sûreté.

3. PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ POUR LA PLANIFICATION DU STOCKAGE DÉFINITIF DES DÉCHETS RADIOACTIFS

3.1. Des prescriptions sont établies pour faire en sorte qu'il soit satisfait à l'objectif et aux critères de sûreté énoncés dans la section 2. La responsabilité de la sûreté incombe avant tout à l'exploitant [1], auquel s'appliquent la majorité des prescriptions. Toutefois, un processus réglementaire compétent s'inscrivant dans

⁶ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Indicators in Different Time Frames for the Safety Assessment of Underground Radioactive Waste Repositories, IAEA-TECDOC-767, IAEA, Vienna (1994).

un cadre législatif et réglementaire bien défini et l'attribution des responsabilités en ce qui concerne les activités pré-opérationnelles sont aussi nécessaires pour donner l'assurance de la sûreté et étendre la confiance dans cette dernière.

3.2. L'exploitant⁷ peut être une seule organisation ou une parmi plusieurs organisations concernées, selon l'approche retenue dans l'État. Les prescriptions de sûreté pour la planification des installations de stockage définitif s'appliquent aux éléments qui doivent être en place avant la réalisation de l'installation en vue d'assurer la sûreté pendant l'exploitation et après la fermeture.

3.3. Il convient d'assurer la sûreté d'exploitation des installations de stockage définitif de déchets radioactifs au moyen de divers dispositifs techniques et contrôles opérationnels similaires à ceux qui sont employés dans d'autres installations où des matières radioactives sont manipulées, utilisées, entreposées ou traitées. Il s'agit notamment du confinement et du blindage des déchets radioactifs, et des contrôles opérationnels périodiques de l'exposition et de la proximité des déchets. La protection des personnes est assurée en empêchant ou en contrôlant les émissions depuis l'installation et en contrôlant l'accès au site. Des programmes de surveillance opérationnelle donnent une assurance quant à ces divers contrôles.

3.4. La sûreté post-fermeture est assurée grâce à la réalisation d'un système de stockage définitif dont les divers éléments se conjuguent pour offrir et assurer le niveau de sûreté requis. Cette approche donne au concepteur d'une installation de stockage définitif une certaine latitude pour adapter le plan d'aménagement et les barrières artificielles de l'installation de manière à tirer parti des caractéristiques naturelles du site et, éventuellement, du potentiel de la géologie du milieu hôte en tant que barrière. Une assurance de la confiance dans la sûreté est aussi nécessaire, ce qui peut exiger que l'on examine un certain nombre de questions complexes, notamment celle de l'impact potentiel des opérations sur le fonctionnement de l'installation de stockage définitif après sa fermeture.

3.5. Les prescriptions relatives à la planification des installations de stockage définitif de déchets radioactifs sont énoncées sous trois rubriques : cadre

⁷ Dans les normes de sûreté de l'AIEA, on entend par « exploitant » tout organisme ou toute personne demandant une autorisation ou autorisé et/ou responsable de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique, de la sûreté des déchets ou de la sûreté du transport dans le cadre d'activités ou en ce qui concerne toute installation nucléaire ou source de rayonnements ionisants. Il peut s'agir notamment de particuliers, d'organismes publics, d'expéditeurs ou de transporteurs, de titulaires d'autorisation, d'hôpitaux, de travailleurs indépendants, etc.

gouvernemental, législatif et réglementaire, approche de la sûreté, et principes de conception aux fins de la sûreté.

CADRE GOUVERNEMENTAL, LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

Prescription 1 : Responsabilités du gouvernement

Le gouvernement est tenu d'établir et de maintenir un cadre gouvernemental, législatif et réglementaire approprié pour la sûreté dans lequel les responsabilités sont clairement attribuées en ce qui concerne le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation et la fermeture des installations de stockage définitif de déchets radioactifs. Ce cadre comprend les éléments suivants : confirmation au niveau national du besoin d'installations de stockage définitif de divers types ; spécification des étapes de réalisation et d'autorisation des installations de divers types ; et attribution claire des responsabilités, obtention des ressources financières et autres, et mise en place de fonctions réglementaires indépendantes concernant les installations planifiées de stockage définitif.

3.6. Cette prescription découle d'un principe énoncé dans les Principes fondamentaux de sûreté ([1], principe 2). Elle figure aussi dans la Convention commune [2]. Les prescriptions relatives à la mise en place d'un système national de gestion des déchets radioactifs sont énoncées dans [18]. Un projet de stockage définitif de déchets radioactifs, notamment pour la réalisation d'une installation de stockage définitif de déchets de haute activité à longue période, doit bénéficier d'une attention spéciale dans le cadre de cette infrastructure à cause des délais relativement longs nécessaires pour la réalisation de telles installations.

3.7. Les questions à examiner sont notamment les suivantes :

- a) la politique nationale en matière de gestion à long terme des déchets radioactifs de différents types ;
- b) les responsabilités juridiques, techniques et financières clairement définies des organismes qui participent à la réalisation d'installations de gestion des déchets radioactifs, et notamment d'installations de stockage définitif ;
- c) l'adéquation et la sécurité des dispositions financières concernant chaque installation de stockage définitif ;
- d) le processus général de réalisation, d'exploitation et de fermeture des installations de stockage définitif, y compris les prescriptions législatives et réglementaires (par exemple, les conditions des autorisations) à chaque

étape, ainsi que des processus de prise des décisions et d'implication des parties intéressées ;

- e) la disponibilité des compétences scientifiques et techniques requises tant pour l'exploitant que pour appuyer les examens réglementaires indépendants et d'autres fonctions nationales d'examen ;
- f) les responsabilités juridiques, techniques et financières et, si nécessaire, des arrangements institutionnels qui sont envisagés après la fermeture, y compris la surveillance et la garantie de la sécurité nucléaire des déchets de différents types qui ont été stockés.

Prescription 2 : Responsabilités de l'organisme de réglementation

L'organisme de réglementation établit des prescriptions réglementaires pour la réalisation des différents types d'installations de stockage définitif de déchets radioactifs et énonce les procédures à suivre pour satisfaire à ces prescriptions aux différents stades du processus d'autorisation. Il fixe aussi les conditions pour la réalisation, l'exploitation et la fermeture de chaque installation de stockage définitif et exécute les activités nécessaires pour s'assurer qu'il est satisfait à ces conditions.

3.8. Les normes générales relatives à la protection des personnes et de l'environnement sont habituellement énoncées dans une politique nationale ou dans la législation. L'organisme de réglementation doit élaborer des prescriptions réglementaires particulières pour chaque type d'installation de stockage définitif de déchets radioactifs, y compris les types seulement prévus, sur la base de la politique nationale et compte dûment tenu de l'objectif et des critères de sûreté énoncés au paragraphe 2.15. Il doit donner des orientations pour l'interprétation de la législation nationale et des prescriptions réglementaires, selon que de besoin, ainsi que des indications sur ce qui est attendu de l'exploitant pour chaque installation de stockage définitif.

3.9. L'organisme de réglementation doit procéder à une concertation avec les producteurs de déchets, les exploitants d'installations de stockage définitif et les parties intéressées afin de veiller à ce que les prescriptions réglementaires soient appropriées et réalistes. Il doit en outre avoir un personnel compétent, se doter de capacités d'évaluation indépendante et participer à une coopération internationale selon les besoins pour s'acquitter de ses fonctions réglementaires.

3.10. L'organisme de réglementation doit consigner les procédures qu'il emploie pour évaluer la sûreté de chaque type d'installation de stockage définitif, les procédures que les exploitants sont censés suivre pour obtenir une autorisation,

les décisions importantes avant la délivrance de l'autorisation et les demandes d'autorisation. Il doit aussi consigner les procédures qu'il applique pour examiner les documents soumis par les exploitants en vue de déterminer si les prescriptions réglementaires sont respectées.

3.11. De même, pour chaque installation de stockage définitif, l'organisme de réglementation doit énoncer les procédures que l'exploitant est censé suivre pour démontrer le respect des conditions régissant la réalisation et l'exploitation de l'installation. Il doit aussi énoncer les procédures qu'il applique pour déterminer, tout au long des phases de réalisation, d'exploitation et de fermeture de l'installation, si ces conditions sont respectées.

Prescription 3 : Responsabilités de l'exploitant

L'exploitant d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs est responsable de sa sûreté. Il procède à une évaluation de la sûreté et prépare et tient à jour un argumentaire de sûreté, et il mène toutes les activités nécessaires pour la sélection et l'évaluation du site, la conception, la construction, l'exploitation, la fermeture et, si nécessaire, la surveillance après la fermeture, conformément à la stratégie nationale, dans le respect des prescriptions réglementaires et dans le cadre de l'infrastructure législative et réglementaire.

3.12. L'exploitant doit avoir pour responsabilité de réaliser une installation de stockage définitif pratique et sûre et d'en démontrer la sûreté, conformément aux prescriptions de l'organisme de réglementation. Pour cela, il doit tenir compte des caractéristiques des déchets radioactifs à stocker et de leur quantité, du ou des sites disponibles, des techniques d'extraction minière, d'excavation, de construction et d'ingénierie disponibles, ainsi que de l'infrastructure législative et réglementaire et des prescriptions réglementaires. Il doit aussi être responsable de la préparation d'un argumentaire de sûreté, sur la base duquel les décisions concernant la réalisation, l'exploitation et la fermeture de l'installation de stockage définitif doivent être prises (voir les prescriptions 17 à 19).

3.13. L'exploitant doit exécuter ou faire exécuter les travaux de recherche-développement nécessaires pour garantir et démontrer que les opérations techniques prévues peuvent être effectuées de manière pratique et sûre. Il doit aussi exécuter ou faire exécuter les études requises pour analyser, comprendre et étayer les processus dont dépend la sûreté de l'installation de stockage définitif. Il doit en outre effectuer toutes les études nécessaires sur les sites et les matériaux,

déterminer s'ils conviennent et obtenir toutes les données requises pour l'évaluation de la sûreté.

3.14. L'exploitant doit établir des spécifications techniques qui sont justifiées par l'évaluation de la sûreté de telle sorte que l'installation de stockage définitif soit réalisée conformément à l'argumentaire de sûreté. Elles doivent comprendre les critères d'acceptation des déchets (prescription 20) et les autres contrôles et limites à appliquer pendant la construction, l'exploitation et la fermeture.

3.15. L'exploitant doit conserver toutes les informations se rapportant à l'argumentaire de sûreté et à l'évaluation complémentaire de la sûreté pour l'installation de stockage définitif, ainsi que les dossiers d'inspection démontrant que les prescriptions réglementaires et ses propres spécifications ont été respectées. Ces informations et dossiers doivent être conservés au moins jusqu'au moment où il est démontré que les données sont caduques ou jusqu'à ce que la responsabilité de l'installation de stockage définitif soit transférée à un autre organisme. C'est le cas, par exemple, à la fermeture de l'installation, lorsque toutes les informations et tous les dossiers pertinents à l'organisme qui prend la responsabilité de l'installation et de sa sûreté.

3.16. L'exploitant doit coopérer avec l'organisme de réglementation et lui fournir toutes les informations qu'il peut demander. La nécessité de conserver les dossiers pendant longtemps doit être prise en compte lors du choix de la présentation et des supports à utiliser pour ces dossiers.

APPROCHE DE LA SÛRETÉ

Prescription 4 : Importance de la sûreté dans la réalisation et l'exploitation d'une installation de stockage définitif

Tout au long de la réalisation et de l'exploitation d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs, l'exploitant veille à comprendre la pertinence et les incidences pour la sûreté des options disponibles. L'objectif est d'assurer un niveau optimisé de sûreté pendant l'exploitation et après la fermeture.

3.17. La réalisation et l'exploitation des installations de stockage définitif de déchets radioactifs peuvent s'étaler sur plusieurs années ou dizaines d'années. Les décisions clés, par exemple celles qui concernent la sélection et l'évaluation du site, et la conception, la construction, l'exploitation et la fermeture de

l'installation, sont prises en principe à mesure que le projet avance. Dans ce processus, les décisions sont prises sur la base des informations disponibles sur le moment, qui peuvent être d'ordre quantitatif ou qualitatif, et de la confiance qui peut être accordée à ces informations.

3.18. Les décisions concernant la réalisation, l'exploitation et la fermeture de l'installation sont conditionnées par des facteurs externes : politique et préférences nationales ; capacité des installations existantes d'entreposage et de stockage définitif d'accueillir les déchets; et existence de sites et de formations géologiques appropriés pour accueillir les nouvelles installations de stockage définitif envisagées. Un niveau de confiance adéquat dans la sûreté de chaque installation de stockage définitif doit être établi avant que des décisions ne soient prises.

3.19. À chacun des principaux points de décision, les incidences pour la sûreté des options de conception et d'exploitation disponibles pour l'installation de stockage définitif doivent être examinées et prises en compte. La garantie de la sûreté tant pendant l'exploitation qu'après la fermeture constitue la préoccupation primordiale à chaque point de décision. Si plusieurs options sont à même d'assurer le niveau de sûreté requis, alors d'autres facteurs doivent aussi être pris en considération. Parmi ces facteurs pourraient figurer l'acceptabilité par le public, les coûts, les droits de propriété afférents au site ainsi que l'infrastructure et les itinéraires de transport existants.

3.20. Il faut envisager d'implanter l'installation à l'écart d'importantes ressources minérales connues, d'eaux géothermiques et d'autres ressources souterraines précieuses de manière à réduire le risque d'intrusion humaine dans le site et celui d'un conflit entre utilisation de la zone environnante et l'installation. La sûreté de l'installation doit être prise en compte à chaque étape du processus décisionnel afin que la sûreté soit optimisée au sens de l'appendice.

Prescription 5 : Moyens passifs pour la sûreté de l'installation de stockage définitif

L'exploitant évalue le site et conçoit, construit, exploite et ferme l'installation de stockage définitif de telle manière que la sûreté soit assurée au maximum par des moyens passifs et que le besoin de mesures à prendre après la fermeture de l'installation soit réduit le plus possible.

3.21. Pendant la phase d'exploitation d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs, certaines mesures de contrôle actif doivent être appliquées.

Toutefois, lorsque la sûreté peut être obtenue avec des moyens passifs comme le blindage et le confinement assuré par le matériau d'emballage, ces moyens doivent être mis en œuvre.

3.22. Dans une certaine mesure, la sûreté d'une installation de stockage définitif peut dépendre de certaines actions futures concernant par exemple la maintenance ou la surveillance. Cependant, cette dépendance doit être réduite le plus possible. Cela est nécessaire car il se peut que des mesures de sûreté qui dépendent d'actions futures concernant par exemple la maintenance ou la surveillance ne seront pas prises ou poursuivies. La probabilité cumulative de défaillance de telles mesures de sûreté augmentera graduellement. En outre, et conformément aux Principes fondamentaux de sûreté [1], le stockage définitif de déchets radioactifs a pour objectif de décharger au maximum les producteurs de déchets et l'exploitant de la responsabilité de la sûreté, ce qui réduit au minimum les responsabilités qui sont conservées ou transmises aux organismes successeurs.

3.23. Pour une installation de stockage géologique, la sûreté après la fermeture peut être obtenue par des moyens passifs. C'est aussi le cas avec une installation de stockage définitif en puits grâce à la géologie du milieu hôte. Dans le cas d'une installation de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, des actions de maintenance, de contrôle radiologique ou de surveillance peuvent être nécessaires pendant un certain temps après la fermeture pour assurer la sûreté.

3.24. Assurer la sûreté d'une installation de stockage définitif après la fermeture par des moyens passifs suppose que l'installation soit fermée comme il convient et qu'il ne soit plus nécessaire de la gérer activement. Cet arrêt de la gestion signifie que l'installation de stockage définitif, et le risque radiologique associé, ne sont plus soumis à un contrôle actif. Après la fermeture, la sûreté est assurée par les barrières naturelles et artificielles, combinées à des contrôles institutionnels dans le cas d'une installation de stockage définitif en surface ou à faible profondeur.

3.25. Dans la pratique, même lorsque les dispositifs passifs sont le principal moyen de donner une assurance raisonnable en matière de sûreté, les contrôles institutionnels, y compris les restrictions à l'utilisation des terres, et un programme de contrôle radiologique peuvent être nécessaires après la fermeture. Les contrôles institutionnels et le contrôle radiologique font l'objet des prescriptions 21 et 22.

Prescription 6 : Compréhension de l'installation de stockage définitif et confiance dans la sûreté

L'exploitant d'une installation de stockage définitif veille à avoir une compréhension adéquate des caractéristiques de l'installation et de son milieu hôte, et des facteurs qui influent sur sa sûreté après la fermeture pendant des périodes suffisamment longues, de manière à obtenir un degré de confiance suffisant dans la sûreté.

3.26. Les résultats de l'évaluation de la sûreté de l'installation de stockage définitif doivent inspirer confiance. Il faut déterminer les caractéristiques de l'installation et de son milieu hôte qui concourent à la sûreté, ainsi que les facteurs qui pourraient y nuire. Il faut démontrer que ces caractéristiques et facteurs sont suffisamment bien analysés et compris. Toute incertitude doit être prise en compte dans l'évaluation de la sûreté.

3.27. Le but de cette démonstration est d'établir avec un niveau de confiance élevé que l'on peut compter sur l'installation de stockage définitif et son milieu hôte pour assurer le confinement et l'isolement requis sur les échelles de temps envisagées. Certaines caractéristiques de l'installation de stockage définitif et de son milieu peuvent contribuer à la sûreté, mais être moins quantifiables, par exemple l'éloignement du site. Le raisonnement doit se fonder sur des arguments plus qualitatifs dans le cas de ces caractéristiques, qui donnent une marge de sûreté.

3.28. Il est nécessaire de comprendre les caractéristiques de l'installation de stockage définitif et la manière dont elle fonctionnera dans le temps pour pouvoir démontrer la fiabilité de certaines caractéristiques de conception. Cette démonstration est plus facile si ces caractéristiques de conception sont robustes (c'est-à-dire peu sensibles à d'éventuels événements ou phénomènes perturbateurs). Il faut obtenir des preuves suffisantes de leur faisabilité et de leur efficacité avant que les activités de construction ne commencent.

3.29. À cet égard, la gamme des événements et phénomènes perturbateurs possibles qu'il est raisonnable de prendre en compte dans ces considérations doit être agréée par l'organisme de réglementation puis approuvée par inclusion dans l'argumentaire de sûreté. Ces considérations permettent de se faire une idée sur le point de savoir si ces événements et phénomènes pourraient ou non causer des perturbations entraînant une perte étendue des fonctions de sûreté.

3.30. La compréhension du fonctionnement du système de stockage et de ses caractéristiques de sûreté évolue à mesure que les données s'accroissent et que les connaissances scientifiques progressent. Durant la phase initiale de l'élaboration du concept, les données recueillies et le niveau de compréhension atteint doivent donner une confiance suffisante pour pouvoir engager les ressources requises aux fins de la poursuite des études. Avant le début de la construction, durant les activités de mise en place des déchets et à la fermeture de l'installation, le niveau de compréhension doit être suffisant pour étayer l'argumentaire de sûreté aux fins du respect des prescriptions réglementaires applicables à l'étape considérée du projet.

3.31. Pour établir ces prescriptions réglementaires, il faut reconnaître qu'il existe divers types et éléments d'incertitude inhérents à la modélisation de systèmes environnementaux complexes. Il faut aussi reconnaître qu'avec le temps, les prévisions concernant le fonctionnement d'un système de stockage définitif comportent inévitablement des incertitudes appréciables.

PRINCIPES DE CONCEPTION AUX FINS DE LA SÛRETÉ

3.32. Les installations de stockage définitif sont conçues pour confiner les radionucléides associés aux déchets radioactifs et pour les isoler de la biosphère accessible. Elles sont aussi conçues pour retarder la dispersion des radionucléides dans la géosphère et la biosphère et isoler les déchets des phénomènes agressifs qui pourraient dégrader l'intégrité de l'installation. Les divers éléments du système de stockage définitif, y compris les composants physiques et les procédures de contrôle, contribuent à l'exécution des fonctions de sûreté de différentes façons à différentes échelles de temps.

3.33. Les prescriptions établies dans la présente section visent à assurer que la défense en profondeur est suffisante pour que la sûreté ne dépende pas indûment d'un seul élément de l'installation de stockage définitif, par exemple du colis de déchet ou d'une mesure de contrôle, comme la vérification du stock de colis de déchets, ou de l'exécution d'une seule fonction de sûreté, comme le confinement des radionucléides ou le ralentissement de la migration, ou d'une seule procédure administrative, comme une procédure concernant le contrôle de l'accès au site ou la maintenance de l'installation.

3.34. Il faut assurer une défense en profondeur adéquate en démontrant qu'il y a de multiples fonctions de sûreté, que l'exécution de chaque fonction de sûreté est robuste et que l'on peut compter sur le fonctionnement des divers composants

physiques du système de stockage définitif et sur les fonctions de sûreté qu'ils remplissent, selon la prémisse de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation complémentaire de la sûreté. Il incombe à l'exploitant de démontrer que les prescriptions de sûreté ci-après ont été respectées à la satisfaction de l'organisme de réglementation.

Prescription 7 : Fonctions de sûreté multiples

Le milieu hôte est choisi, les barrières artificielles de l'installation de stockage définitif sont conçues et l'installation est exploitée de façon que la sûreté soit assurée grâce à des fonctions de sûreté multiples. Le confinement et l'isolement des déchets sont réalisés grâce à plusieurs barrières physiques du système de stockage définitif. Le fonctionnement de ces barrières physiques résulte de divers phénomènes physiques et chimiques, combinés à divers contrôles opérationnels. La capacité des diverses barrières et divers contrôles et celle de l'ensemble du système de stockage définitif de fonctionner comme prévu dans l'argumentaire de sûreté est à démontrer. Le fonctionnement global du système de stockage définitif n'est pas indûment tributaire d'une seule fonction de sûreté.

3.35. Les barrières techniques et physiques qui constituent le système de stockage définitif sont des objets physiques, comme les formes de déchets, l'emballage, le remblai, le milieu hôte et la formation géologique. Une fonction de sûreté peut être assurée par le biais d'une propriété ou d'un phénomène physique ou chimique qui contribue au confinement et à l'isolement, comme : l'imperméabilité à l'eau ; une corrosion, une dissolution, un taux de lixiviation et une solubilité limités ; la rétention des radionucléides ; et le ralentissement de la migration des radionucléides.

3.36. Des contrôles actifs peuvent aussi assurer des fonctions de sûreté ou contribuer à donner confiance dans les barrières naturelles et artificielles et les fonctions de sûreté. La présence de plusieurs éléments physiques et autres assurant des fonctions de sûreté donne l'assurance que même si l'un d'eux ne se comporte pas pleinement comme prévu (en raison par exemple d'un phénomène inattendu ou d'un événement peu probable), une marge de sûreté suffisante subsistera.

3.37. Les éléments physiques et leurs fonctions de sûreté peuvent être complémentaires et fonctionner en combinaison. Le fonctionnement d'un système de stockage définitif dépend donc de différents éléments physiques et d'autres éléments assurant des fonctions de sûreté, qui exercent leurs effets à des

moments différents. Ainsi, les rôles du colis de déchets et de la formation géologique hôte dans le cas d'un stockage géologique peuvent varier avec le temps.

3.38. L'argumentaire de sûreté doit expliquer et justifier les fonctions de chaque composant physique et des autres éléments. Il doit aussi indiquer les périodes de temps sur lesquelles les composants physiques et autres éléments sont censés accomplir leurs diverses fonctions de sûreté et aussi les fonctions de sûreté de remplacement ou supplémentaires qui interviennent si un composant physique ne remplit pas pleinement son office ou si une autre fonction de sûreté n'est pas assurée.

Prescription 8 : Confinement des déchets radioactifs

Les barrières artificielles, y compris la forme et l'emballage des déchets, sont conçues et le milieu hôte est choisi de manière à assurer le confinement des radionucléides associés aux déchets. Le confinement est assuré jusqu'à ce que la décroissance radioactive ait sensiblement réduit le danger que présentent les déchets. En outre, dans le cas des déchets calogènes, le confinement est assuré tant que les déchets continuent de produire de l'énergie thermique en quantités susceptibles de nuire au fonctionnement du système de stockage définitif.

3.39. Le confinement des déchets radioactifs implique que l'installation de stockage définitif est conçue de façon à éviter ou à réduire le plus possible l'émission de radionucléides. Les émissions de petites quantités de radionucléides gazeux et de petites fractions d'autres espèces très mobiles à partir de certains types de déchets radioactifs peuvent être inévitables. Il faut néanmoins démontrer, par l'évaluation de la sûreté, que ces émissions sont acceptables. Le confinement peut être assuré par les caractéristiques de la forme et de l'emballage des déchets et par celles des autres composants techniques du système de stockage définitif, du milieu hôte et de la formation géologique.

3.40. Le confinement des radionucléides dans la forme et l'emballage des déchets pendant une période définie doit faire que la majorité des radionucléides à période relativement courte décroissent *in situ*. Pour les déchets de faible activité, ces périodes seraient de plusieurs centaines d'années ; pour les déchets de haute activité, elles seraient de plusieurs milliers d'années. Pour les déchets de haute activité, il faut aussi faire en sorte qu'une éventuelle migration de radionucléides en dehors du système de stockage définitif ne se produise qu'après que la chaleur produite par la décroissance radioactive aura fortement diminué.

3.41. Les déchets radioactifs résultant de l'extraction et de la préparation de minerais peuvent contenir des radionucléides à très longue période. Donner l'assurance de l'intégrité des caractéristiques de confinement des installations de stockage définitif pour de tels déchets aux échelles de temps correspondantes met en jeu des considérations particulières. Si les déchets ont des niveaux d'activité pour lesquels les critères de dose et/ou de risque relatifs à l'intrusion humaine dans de telles installations (voir par. 2.15) pourraient être dépassés, d'autres options de stockage définitif devront être envisagées. Les autres options possibles comprennent, par exemple, le stockage définitif en profondeur ou la séparation des radionucléides causant les doses les plus élevées, selon l'argumentaire de sûreté pour l'installation de stockage définitif.

3.42. C'est dans le cas des déchets radioactifs plus concentrés, comme les déchets de moyenne activité et les déchets vitrifiés résultant du retraitement du combustible, ou le combustible nucléaire usé, que le confinement est le plus important. Il faut aussi prêter attention à la durabilité de la forme de déchets. Les déchets les plus concentrés doivent être placés dans une configuration de confinement conçue pour rester intacte pendant une durée suffisamment longue pour que la plupart des radionucléides à période relativement courte puissent décroître et que la production de chaleur qui en résulte diminue fortement. Un tel confinement peut ne pas être possible ou nécessaire dans le cas des déchets de faible activité. Il faut démontrer au moyen d'une évaluation de la sûreté que la capacité de confinement du colis de déchets convient pour le type de déchets et le système global de stockage définitif.

Prescription 9 : Isolement des déchets radioactifs

L'installation de stockage définitif est implantée, conçue et exploitée de façon à offrir des caractéristiques qui visent à isoler les déchets radioactifs des personnes et de la biosphère accessible. Ces caractéristiques sont censées assurer un isolement pendant plusieurs centaines d'années pour les déchets à courte période et au moins plusieurs milliers d'années pour les déchets de moyenne et de haute activité. Pour ce faire, il faut prendre en considération à la fois l'évolution naturelle du système de stockage définitif et les événements perturbateurs de l'installation.

3.43. Pour les installations en surface et à faible profondeur, l'isolement doit être assuré par l'emplacement et la conception de l'installation de stockage définitif, et par des contrôles opérationnels et institutionnels. Pour le stockage géologique, l'isolement est assuré principalement par la formation géologique hôte en conséquence de la profondeur du stockage.

3.44. On entend par isolement le maintien des déchets et du risque qui y est associé à l'écart de la biosphère accessible. On entend aussi que la conception réduit le plus possible l'influence de facteurs qui pourraient diminuer l'intégrité de l'installation de stockage définitif. Les sites et les emplacements ayant une conductivité hydraulique élevée sont à éviter. L'accès aux déchets doit être rendu difficile sans, par exemple, violation des contrôles institutionnels pour le stockage définitif en surface ou à faible profondeur. L'isolement signifie aussi que des dispositions sont prises pour réduire très fortement la mobilité des radionucléides pour les empêcher de migrer depuis l'installation de stockage définitif.

3.45. Implanter une installation de stockage définitif dans une formation géologique stable assure sa protection contre les effets de phénomènes géomorphologiques comme l'érosion et la glaciation. L'installation de stockage définitif doit être éloignée de zones connues de ressources minérales ou d'autres ressources souterraines importantes. Cela réduira la probabilité de perturbation par inadvertance de l'installation et évitera que ces ressources ne puissent pas être exploitées.

3.46. Dans certains cas, il peut ne pas être possible de donner une assurance suffisante de séparation d'avec la biosphère accessible du fait de phénomènes comme le soulèvement, l'érosion et la glaciation. Dans de tels cas et si l'activité subsistant dans les déchets reste importante au moment où le phénomène se produit, la possibilité d'une intrusion humaine doit être évaluée pour déterminer le degré d'isolement assuré.

3.47. Sur des périodes de plusieurs milliers d'années, la migration d'une fraction des radionucléides qui ont les périodes les plus longues et sont les plus mobiles à partir des déchets présents dans une installation de stockage géologique (ou dans d'autres installations pouvant inclure des radionucléides à période relativement longue, comme les installations de stockage en puits) peut être inévitable. Les critères de sûreté à appliquer pour évaluer ces émissions possibles sont indiqués au paragraphe 2.15. Il faut être prudent quand on utilise ces critères pour des périodes éloignées dans le futur. À de telles échelles de temps, les incertitudes associées aux estimations de doses deviennent si grandes que les critères ne peuvent plus constituer une base raisonnable pour la prise des décisions. Pour des périodes aussi longues après la fermeture, des indicateurs de la sûreté autres que les estimations de la dose ou du risque individuel peuvent convenir, et il faudrait envisager d'y recourir.

Prescription 10 : Surveillance et contrôle des dispositifs de sûreté passive

Un niveau approprié de surveillance et de contrôle est appliqué pour protéger et préserver les dispositifs de sûreté passive, dans la mesure où cela est nécessaire, de façon qu'ils puissent remplir les fonctions qui leur sont attribuées dans l'argumentaire de sûreté pour la sûreté post-fermeture.

3.48. Pour le stockage géologique et pour le stockage définitif de déchets de moyenne activité, les dispositifs de sûreté passive (barrières) doivent être suffisamment robustes pour ne pas avoir à être réparés ou rénovés. La sûreté à long terme d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs doit ne pas dépendre de contrôles institutionnels actifs (prescription 22). Pour les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, y compris celles de déchets radioactifs provenant de l'extraction et de la préparation de minerais, des mesures de surveillance et de contrôle de l'installation peuvent être instituées. Ces mesures peuvent comprendre des restrictions d'accès par les personnes et les animaux ; l'inspection des conditions physiques ; la conservation de capacités de maintenance appropriées ; et la surveillance et le contrôle radiologique comme méthode de vérifier si le fonctionnement est conforme aux prévisions (c'est-à-dire vérification de l'absence de dégradation). L'objet de la surveillance et du contrôle radiologique est non pas de mesurer les paramètres radiologiques mais de vérifier que les fonctions de sûreté continuent d'être assurées.

4. PRESCRIPTIONS POUR LA RÉALISATION, L'EXPLOITATION ET LA FERMETURE D'UNE INSTALLATION DE STOCKAGE DÉFINITIF

4.1. La section 4 établit les prescriptions de sûreté relatives à la mise en œuvre par étapes des mesures de planification évoquées précédemment, qui sont nécessaires aux fins de la sûreté et pour aider à développer la confiance dans la sûreté des installations de stockage définitif. Ces prescriptions sont énoncées sous trois rubriques : i) cadre pour le stockage définitif de déchets radioactifs ; ii) argumentaire de sûreté et évaluation de la sûreté ; et iii) étapes de la réalisation, de l'exploitation et de la fermeture des installations de stockage définitif.

Prescription 11 : Réalisation et évaluation par étapes des installations de stockage définitif

Les installations de stockage définitif de déchets radioactifs sont réalisées, exploitées et fermées en une série d'étapes. Chacune de ces étapes est étayée, au besoin, par des évaluations itératives du site, des options possibles pour la conception, la construction, l'exploitation et la gestion, ainsi que du fonctionnement et de la sûreté du système de stockage définitif.

4.2. L'expression « approche par étapes » de la réalisation d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs renvoie aux étapes qui sont imposées par l'organisme de réglementation et par les processus décisionnels politiques (voir par. 1.18). Cette approche donne l'occasion de garantir la qualité du programme technique et de la prise de décisions qui y est associée. Pour l'exploitant, elle fournit un cadre permettant d'instaurer une confiance suffisante dans la faisabilité technique et la sûreté de l'installation de stockage définitif à chaque étape de sa réalisation.

4.3. La confiance doit être instaurée et approfondie grâce à des études itératives de conception et de sûreté effectuées à mesure que le projet progresse [19]. Ce processus doit permettre de rassembler, d'analyser et d'interpréter les données scientifiques et techniques pertinentes ; d'établir les projets et les plans opérationnels ; et d'élaborer l'argumentaire pour la sûreté pendant l'exploitation et après la fermeture. Le processus par étapes permet à toutes les parties intéressées d'avoir accès à la base de sûreté de l'installation de stockage définitif. Cela facilite les processus décisionnels pertinents qui permettent à l'exploitant de passer à la grande étape suivante dans la réalisation et l'exploitation de l'installation et, finalement, de procéder à sa fermeture.

4.4. L'approche par étapes de la réalisation d'une installation de stockage définitif offre en outre la possibilité d'effectuer des examens techniques indépendants et des examens réglementaires et d'assurer une participation politique et publique au processus. La nature des examens et de la participation dépendra des pratiques nationales et de l'installation concernée. Les examens techniques effectués par l'exploitant et par l'organisme de réglementation ou pour leur compte peuvent porter sur la sélection et l'évaluation du site et les options de conception, l'adéquation de la base et des analyses scientifiques et la question de savoir s'il a été satisfait aux normes et aux prescriptions de sûreté.

4.5. Les autres options possibles en matière de gestion des déchets, le processus de sélection et d'évaluation du site et les questions d'acceptabilité par le public, par exemple, peuvent être examinés dans le cadre d'études plus poussées. Il faut procéder à des examens techniques avant la sélection d'une option pour le stockage définitif, la sélection d'un site, la construction et l'exploitation. Des examens périodiques doivent aussi être effectués pendant l'exploitation de l'installation et après sa fermeture, jusqu'à l'expiration de l'autorisation de l'installation.

ARGUMENTAIRE DE SÛRETÉ ET ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ

4.6. L'élaboration d'un argumentaire de sûreté et d'une évaluation complémentaire de la sûreté pour examen par l'organisme de réglementation et les parties intéressées joue un rôle central dans la réalisation, l'exploitation et la fermeture d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs. L'argumentaire de sûreté contribue à donner confiance dans la sûreté de l'installation. C'est un élément indispensable pour toutes les décisions importantes concernant l'installation. Il doit fournir la base permettant de comprendre le système de stockage définitif et son fonctionnement dans le temps. Il doit traiter des aspects liés au site et à l'ingénierie, en expliquant et justifiant la conception, et doit être étayé par l'évaluation de la sûreté. Il doit aussi traiter du système de gestion à mettre en place pour assurer la qualité pour tous les aspects importants pour la sûreté.

4.7. À n'importe quelle étape de la réalisation d'une installation de stockage définitif, l'argumentaire de sûreté doit aussi recenser et reconnaître les incertitudes qui subsistent, leur importance pour la sûreté et les méthodes pour les gérer.

4.8. L'argumentaire de sûreté doit comprendre les résultats de l'évaluation de la sûreté (voir les paragraphes 4.9 à 4.11) en même temps que des informations supplémentaires, notamment des éléments et un raisonnement justificatifs sur la robustesse et la fiabilité de l'installation, sa conception, la logique de conception et la qualité de l'évaluation de la sûreté et des hypothèses sous-jacentes.

4.9. L'argumentaire de sûreté peut aussi comprendre des arguments plus généraux relatifs au stockage définitif des déchets radioactifs et des informations remplaçant les résultats de l'évaluation de la sûreté dans leur contexte. Il doit faire état de toute question non réglée lors d'une étape quelconque de la réalisation, de

l'exploitation ou de la fermeture de l'installation, et donner des indications au sujet des travaux à mener pour régler ces questions.

4.10. L'évaluation de la sûreté est le processus consistant à analyser systématiquement les risques associés à l'installation de stockage définitif et à évaluer l'aptitude du site et de la conception de l'installation à assurer les fonctions de sûreté et à satisfaire aux prescriptions techniques. Elle doit comporter une quantification du niveau global de fonctionnement, une analyse des incertitudes connexes et une comparaison avec les prescriptions de conception et les normes de sûreté pertinentes. Elle doit être spécifique du site car le milieu hôte d'un système de stockage définitif, contrairement aux systèmes artificiels, ne peut pas être normalisé.

4.11. À mesure que les études de site et de conception progressent, l'évaluation de la sûreté s'affine et devient de plus en plus spécifique du site. À la fin des études de site, il faut disposer de données suffisantes pour une évaluation complète. Les lacunes appréciables dans la compréhension, les données ou l'analyse scientifiques qui pourraient avoir une incidence sur les résultats présentés doivent aussi être déterminées par l'évaluation de la sûreté. Suivant le stade de la réalisation, l'évaluation de la sûreté peut aider à cibler la recherche, et ses résultats peuvent servir à évaluer la conformité avec l'objectif et les critères de sûreté.

Prescription 12 : Préparation, approbation et utilisation de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté pour une installation de stockage définitif

L'exploitant élabore un argumentaire de sûreté et une évaluation complémentaire de la sûreté et les actualise, s'il y a lieu, à chaque étape de la réalisation, de l'exploitation et de la fermeture d'une installation de stockage définitif. L'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté sont soumis à l'approbation de l'organisme de réglementation. Ils sont suffisamment détaillés et complets pour fournir les éléments techniques requis afin d'informer l'organisme de réglementation et d'étayer les décisions à prendre à chaque étape.

4.12. Un argumentaire de sûreté spécifique de l'installation doit être établi à un stade précoce de la réalisation d'une installation de stockage définitif afin de fournir une base pour les décisions en matière d'autorisation et d'orienter les activités de recherche-développement, de sélection et d'évaluation du site et de conception. Il doit être élaboré progressivement et peaufiné à mesure que le

projet avance. Il doit être présenté à l'organisme de réglementation à chaque étape de la réalisation de l'installation de stockage définitif. L'organisme de réglementation peut demander une mise à jour ou une révision de l'argumentaire de sûreté avant des étapes déterminées, ou cette mise à jour ou révision peut être nécessaire en vue d'obtenir le soutien des milieux politiques ou de l'opinion publique pour passer à l'étape suivante de la réalisation de l'installation de stockage définitif ou pour son exploitation ou sa fermeture. La formalité et le niveau de détail technique de l'argumentaire de sûreté dépendent du stade de la réalisation du projet, de la décision à prendre, du groupe auquel il s'adresse et des prescriptions nationales particulières.

4.13. L'évaluation de la sûreté étayant l'argumentaire de sûreté doit être faite et actualisée tout au long de la réalisation et de l'exploitation de l'installation de stockage définitif et à mesure que des données plus précises sur le site deviennent disponibles. Elle doit fournir des éléments à l'exploitant pour les décisions à prendre en permanence, par exemple en ce qui concerne les thèmes de recherche, le développement des capacités d'évaluation, l'allocation des ressources et l'élaboration de critères d'acceptation des déchets.

4.14. L'évaluation de la sûreté doit aussi déterminer les principaux processus en rapport avec la sûreté et aider à comprendre le fonctionnement des installations de stockage définitif. Elle doit étayer les jugements concernant les autres options possibles en matière de gestion en tant qu'élément pour optimiser la protection et la sûreté. C'est sur cette compréhension que s'appuient les arguments concernant la sûreté qui sont présentés dans l'argumentaire de sûreté. L'exploitant doit décider quand et avec quel niveau de détail l'évaluation de la sûreté sera effectuée, en consultation avec l'organisme de réglementation et sous réserve de son approbation.

Prescription 13 : Portée de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté

L'argumentaire de sûreté pour une installation de stockage définitif décrit tous les aspects du site qui sont pertinents pour la sûreté, la conception de l'installation, ainsi que les contrôles de gestion et réglementaires. L'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté illustrent le niveau obtenu de protection des personnes et de l'environnement

et donnent à l'organisme de réglementation et aux autres parties intéressées l'assurance que les prescriptions de sûreté seront respectées.

4.15. L'argumentaire de sûreté pour une installation de stockage définitif doit porter sur les phases d'exploitation et post-fermeture. Il peut aussi porter sur la sûreté du transport, pour lequel des prescriptions figurent dans [17]. Il prend en compte tous les aspects de l'exploitation en rapport avec la sûreté, notamment les travaux en surface et souterrains d'excavation, de construction et d'extraction, la mise en place des déchets et les opérations de remplissage, de scellement et de fermeture. Il faut examiner à la fois l'exposition professionnelle et l'exposition du public qui résultent des opérations normales et des incidents de fonctionnement prévus pendant la durée de vie utile de l'installation de stockage définitif.

4.16. Les accidents qui sont moins fréquents mais ont des conséquences radiologiques importantes [par exemple des accidents susceptibles de donner lieu à des doses de rayonnements à court terme supérieures aux limites de dose annuelle (voir la section 2)] doivent être examinés sous l'angle à la fois de leur probabilité et de l'ampleur des doses de rayonnements possibles. L'adéquation des caractéristiques de conception et d'exploitation doit aussi être évaluée.

4.17. En ce qui concerne la sûreté post-fermeture, il faut examiner l'éventail attendu des évolutions possibles du système de stockage définitif et des événements qui pourraient avoir des incidences sur son fonctionnement, y compris ceux de faible probabilité, dans l'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté comme suit :

- a) en présentant des données montrant que le système de stockage définitif, ses évolutions possibles et les événements qui pourraient avoir des incidences sur lui sont suffisamment bien compris ;
- b) en démontrant que la conception peut être mise en œuvre ;
- c) en fournissant des estimations convaincantes du fonctionnement du système de stockage définitif et un degré d'assurance raisonnable que toutes les prescriptions de sûreté pertinentes seront respectées et que la radioprotection a été optimisée ;
- d) en déterminant les incertitudes connexes et en présentant une analyse de celles-ci.

4.18. L'argumentaire de sûreté peut comporter un exposé de raisonnements multiples s'appuyant par exemple sur des études relatives à des analogues naturels et des études paléohydrogéologiques, sur des caractéristiques

appropriées du site, les propriétés de la formation géologique hôte, des considérations techniques, des procédures d'exploitation, ainsi que des assurances institutionnelles.

4.19. Le fonctionnement du système de stockage définitif dans le cas des évolutions et des événements attendus et de moindre probabilité, qui peuvent sortir du domaine de fonctionnement pour lequel l'installation de stockage définitif est conçue, doit être analysé lors de l'évaluation de la sûreté. L'organisme de réglementation et l'exploitant examineront ensemble ce qu'il faut considérer comme une évolution attendue et une évolution de moindre probabilité. Si nécessaire, des analyses de sensibilité et d'incertitude seront effectuées pour se faire une idée du fonctionnement du système de stockage définitif et de ses composants dans le cas d'une série d'évolutions et d'événements.

4.20. Les conséquences d'événements et de phénomènes non prévus peuvent être étudiées pour tester la robustesse du système de stockage définitif. Il faut évaluer en particulier la résilience du système. Des analyses quantitatives doivent être effectuées, au moins pour la période pendant laquelle les prescriptions réglementaires s'appliquent. Cependant, les résultats de l'évaluation de la sûreté fournis par des modèles détaillés seront probablement plus incertains pour les échelles de temps situées dans un avenir lointain.

4.21. Pour de telles échelles de temps, des arguments pourront être nécessaires pour démontrer la sûreté sur la base, par exemple, d'indicateurs de sûreté complémentaires, comme les concentrations et les flux de radionucléides d'origine naturelle dans la géosphère et la biosphère, et d'analyses des bornes. Bien que de telles évaluations ne puissent pas produire de résultats précis quant aux niveaux possibles de dose ou de risque, elles peuvent indiquer le niveau de sûreté et permettre de vérifier qu'aucune autre conception n'aurait d'avantages déterminants.

4.22. Les systèmes de gestion établis pour donner l'assurance de la qualité de ces caractéristiques de conception et d'exploitation doivent être traités dans l'argumentaire de sûreté.

Prescription 14 : Documentation de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation de la sûreté

L'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté font l'objet d'une documentation dont le niveau de détail et la qualité sont

suffisants pour étayer la décision à prendre à chaque étape et pour permettre un examen indépendant de l'argumentaire et de l'évaluation.

4.23. L'étendue et la structure requises de la documentation présentant l'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté dépendront de l'étape où se trouve le projet d'installation de stockage définitif et des prescriptions nationales. Il faut tenir compte notamment des informations dont ont besoin les différentes parties intéressées. La justification, la traçabilité et la clarté sont des éléments importants de la documentation présentant l'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté.

4.24. La justification consiste à expliquer sur quelle base se fondent les choix opérés et les arguments militant pour et contre les décisions, en particulier celles qui concernent les principaux arguments de sûreté. Par traçabilité, on entend la possibilité pour une personne qualifiée indépendante de suivre ce qui a été fait. La traçabilité doit permettre un examen technique et réglementaire. La justification et la traçabilité exigent toutes deux un dossier bien documenté des décisions prises et des hypothèses retenues lors de la réalisation et de l'exploitation de l'installation de stockage définitif, ainsi que des modèles et des données utilisés pour parvenir à un ensemble particulier de résultats aux fins des évaluations de la sûreté.

4.25. Par clarté, on entend une structure et une présentation satisfaisantes avec un niveau de détail approprié permettant de comprendre les arguments de sûreté. À cette fin, il faut que dans les documents les résultats des travaux soient présentés de façon que les parties intéressées auxquelles les informations sont destinées puissent se faire une bonne idée des arguments de sûreté et de la base sur laquelle ils reposent. Il pourra être nécessaire de varier le type et le style de la documentation afin de fournir des informations qui soient utiles aux différentes parties.

ÉTAPES DE LA RÉALISATION, DE L'EXPLOITATION ET DE LA FERMETURE DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DÉFINITIF

Prescription 15 : Caractérisation du site d'une installation de stockage définitif

Le site d'une installation de stockage définitif est caractérisé à un niveau de détail suffisant pour permettre une compréhension générale à la fois de ses caractéristiques et de la façon dont il évoluera. Cela porte notamment sur

son état du moment, son évolution naturelle probable, et sur les événements naturels possibles, ainsi que sur les plans et les actions humains dans les environs qui pourraient affecter la sûreté de l'installation sur la période considérée. Il s'agit aussi d'avoir une compréhension précise de l'impact sur la sûreté des caractéristiques, des événements et des phénomènes associés au site et à l'installation.

4.26. Une compréhension du site d'une installation de stockage définitif est nécessaire pour présenter une description scientifique convaincante du système de stockage définitif sur laquelle peuvent se fonder les descriptions plus théoriques utilisées dans l'évaluation de la sûreté. L'accent doit être mis sur les caractéristiques, les événements et les phénomènes liés au site qui pourraient avoir un impact sur la sûreté et qui sont traités dans l'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté. En particulier, il faut faire la démonstration d'une stabilité géologique, géomorphologique ou topographique adéquate (appropriée au type de l'installation), et de la présence de caractéristiques et de phénomènes qui concourent à la sûreté. Il faut aussi démontrer que d'autres caractéristiques, événements et phénomènes n'affaiblissent pas l'argumentaire de sûreté.

4.27. La caractérisation des aspects géologiques doit inclure des activités comme l'analyse : de la stabilité à long terme, de la présence de failles et de l'ampleur de la fracturation dans la formation géologique hôte ; de la sismicité ; du volcanisme ; du volume de roche convenant pour l'aménagement de zones de stockage définitif ; des paramètres géotechniques importants pour la conception ; des régimes d'écoulement des eaux souterraines ; des conditions géochimiques ; et de la minéralogie. L'étendue de la caractérisation nécessaire dépendra du type de l'installation de stockage définitif et du site en question.

4.28. Une approche graduelle doit être adoptée selon le risque associé aux déchets et la complexité du site et de la conception de l'installation de stockage définitif conformément aux orientations données dans la note de bas de page 5. Une caractérisation du site effectuée de manière itérative doit fournir des éléments pour l'argumentaire de sûreté et être à son tour guidée par ce dernier. En outre, une étude, par exemple, du fond naturel de rayonnement et de la teneur en radionucléides du sol, des eaux souterraines et d'autres milieux peut contribuer à une meilleure compréhension des caractéristiques du site de l'installation de stockage définitif. Elle peut aussi aider à évaluer les impacts radiologiques sur l'environnement en fournissant une référence pour des comparaisons futures.

4.29. La caractérisation de l'environnement en surface doit inclure des caractéristiques naturelles (hydrologiques et météorologiques, par exemple), la flore et la faune. Elle doit aussi inclure les activités humaines dans les environs du site associées à une occupation résidentielle normale ou à des activités industrielles et agricoles. Il faut tenir dûment compte de l'évolution naturelle probable du site, y compris les effets de l'érosion et des changements climatiques.

Prescription 16 : Conception d'une installation de stockage définitif

L'installation de stockage définitif et ses barrières artificielles sont conçues de manière à confiner les déchets avec le risque qui y est associé, à être physiquement et chimiquement compatibles avec la formation géologique hôte et/ou l'environnement de surface, et à présenter des caractéristiques de sûreté post-fermeture qui complètent celles offertes par le milieu hôte. L'installation et ses barrières artificielles sont conçues de manière à assurer la sûreté pendant la phase d'exploitation.

4.30. La conception des installations de stockage définitif peut varier largement selon les types de déchets à stocker et la formation géologique hôte et/ou l'environnement de surface. D'une manière générale, il faut tirer un parti optimal des caractéristiques de sûreté du milieu hôte. Cela doit se faire en concevant une installation de stockage définitif qui n'introduit pas de perturbations à long terme inacceptables dans le site, qui est elle-même protégée par le site et qui remplit des fonctions de sûreté complétant les barrières naturelles.

4.31. L'aménagement doit être conçu de façon que les déchets soient mis en place dans les emplacements qui conviennent le mieux. Si les déchets contiennent des matières fissiles, le maintien d'une configuration sous-critique doit faire partie des critères de conception. Les éléments clés comme les puits et les scellements dans les installations de stockage géologique doivent être convenablement situés. Les matériaux utilisés dans l'installation doivent résister à la dégradation dans les conditions de l'installation (par exemple, pour ce qui est de la chimie et de la température) et être choisis en outre de manière à limiter les impacts indésirables sur les fonctions de sûreté d'un élément quelconque du système de stockage définitif.

4.32. Les installations de stockage définitif, en particulier de déchets de haute ou moyenne activité, sont censées fonctionner sur des échelles de temps beaucoup plus longues que celles qui sont habituelles dans les applications techniques. Une étude de la façon dont des analogues naturels se sont comportés dans des formations géologiques ou dont des objets anciens et des structures artificielles se

sont comportés dans le temps peut contribuer à la confiance dans l'évaluation du fonctionnement à long terme. Une démonstration de la faisabilité de la fabrication des conteneurs de déchets et de la construction de barrières artificielles ayant les caractéristiques nécessaires, par exemple dans des laboratoires souterrains, est importante aux fins de l'évaluation et pour convaincre qu'un niveau de fonctionnement adéquat peut être assuré.

Prescription 17 : Construction d'une installation de stockage définitif

L'installation de stockage définitif est construite conformément à la conception décrite dans l'argumentaire de sûreté et l'évaluation complémentaire de la sûreté approuvés. Elle est construite de manière à préserver les fonctions de sûreté du milieu hôte dont l'argumentaire de sûreté a montré l'importance pour la sûreté post-fermeture. La construction est exécutée de manière à assurer la sûreté pendant la phase d'exploitation.

4.33. La construction d'une installation de stockage définitif est une entreprise technique complexe qui peut être soumise, en particulier si elle se fait sous terre, aux contraintes constituées par les conditions et les propriétés de la formation géologique hôte et par les techniques disponibles pour les travaux souterrains d'excavation et de construction. Il faut parvenir à un niveau adéquat de caractérisation avant que la construction ne commence. Les travaux d'excavation et de construction doivent être exécutés de manière à ne pas perturber inutilement le milieu hôte. Pour les installations souterraines, il faut faire preuve d'une souplesse suffisante dans le recours aux techniques de génie civil pour tenir compte des variations dans les conditions de la roche ou celles des eaux souterraines.

4.34. Les travaux d'excavation et de construction d'une installation de stockage définitif pourraient se poursuivre après le début de l'exploitation d'une partie de l'installation et après la mise en place de colis de déchets. Ce chevauchement des activités de construction et d'exploitation doit être planifié et exécuté de manière à assurer la sûreté tant en exploitation qu'après la fermeture.

Prescription 18 : Exploitation d'une installation de stockage définitif

L'installation de stockage définitif est exploitée conformément aux conditions de l'autorisation et aux prescriptions réglementaires pertinentes afin de maintenir la sûreté pendant la phase d'exploitation et de manière à

préserver les fonctions de sûreté considérées dans l'argumentaire de sûreté comme importantes après la fermeture.

4.35. Toutes les opérations et activités importantes pour la sûreté d'une installation de stockage définitif doivent être soumises à des limitations et des contrôles, et des plans d'urgence doivent être en place. Les divers procédures et plans doivent être consignés et la documentation doit être soumise à des procédures de contrôle appropriées [13]. L'argumentaire de sûreté doit analyser et justifier les dispositions prises en matière de gestion tant pour la conception que pour l'exploitation afin qu'il soit satisfait à l'objectif et aux critères de sûreté énoncés à la section 2. En outre, des critères particuliers peuvent être établis par l'organisme de réglementation ou l'exploitant pour l'installation.

4.36. L'argumentaire de sûreté doit aussi démontrer que les dangers et les autres risques radiologiques courus par les travailleurs et les personnes du public en fonctionnement normal et en cas d'incident de fonctionnement prévu ont été réduits autant qu'il est raisonnablement possible de le faire. Un contrôle actif de la sûreté doit être maintenu aussi longtemps que l'installation de stockage définitif n'est pas scellée et notamment pendant la période prolongée qui peut s'écouler entre la mise en place des déchets et la fermeture définitive de l'installation.

4.37. Les matières fissiles éventuellement présentes doivent être gérées et mises en place dans l'installation de stockage définitif dans une configuration qui restera sous-critique. On peut y parvenir de différentes manières, notamment grâce à une répartition appropriée des matières fissiles lors du conditionnement des déchets et à une conception appropriée des colis de déchets. Il faut procéder à des évaluations de l'évolution possible du risque de criticité après la mise en place des déchets, y compris après la fermeture.

Prescription 19 : Fermeture d'une installation de stockage définitif

L'installation de stockage définitif est fermée de façon que les fonctions de sûreté dont l'argumentaire de sûreté a montré l'importance après la fermeture soient assurées. Les plans de fermeture, y compris l'abandon de la gestion active de l'installation, sont bien définis et réalisables de façon que la fermeture puisse être effectuée de manière sûre à un moment opportun.

4.38. La sûreté d'une installation de stockage définitif après la fermeture dépendra d'un certain nombre d'activités et de caractéristiques de conception, qui peuvent comprendre le remplissage et le scellement ou l'obturation de

l'installation. La fermeture doit être prise en compte dans la conception initiale de l'installation, et les plans de fermeture ainsi que la conception du scellement ou de l'obturation doivent être actualisés à mesure que la conception de l'installation progresse. Avant que les travaux de construction ne commencent, il doit être suffisamment prouvé que le remplissage, le scellement et l'obturation fonctionneront comme prévu pour satisfaire aux prescriptions de conception.

4.39. L'installation de stockage définitif doit être fermée conformément aux conditions de fermeture énoncées par l'organisme de réglementation dans l'autorisation de l'installation, compte tenu en particulier de tout changement qui pourra intervenir à ce stade en matière de responsabilité. Les éléments de fermeture pourront donc être installés parallèlement aux opérations de mise en place de déchets.

4.40. Le remplissage et le scellement ou l'obturation pourra être retardé pendant un certain temps après l'achèvement de la mise en place des déchets, par exemple pour permettre une surveillance en vue d'évaluer des aspects de la sûreté post-fermeture ou pour des raisons d'acceptabilité par le public. Si ces opérations ne sont pas réalisées avant un certain temps après l'achèvement de la mise en place des déchets, les incidences que cela aura pour la sûreté pendant l'exploitation et après la fermeture seront examinées dans l'argumentaire de sûreté.

4.41. La disponibilité des ressources techniques et financières nécessaires pour la fermeture doit être assurée au titre des prescriptions 1 à 3.

5. ASSURANCE DE LA SÛRETÉ

Prescription 20 : Acceptation des déchets dans une installation de stockage définitif

Les colis de déchets et les déchets non emballés acceptés dans une installation de stockage définitif satisfont à des critères qui sont totalement conformes à l'argumentaire de sûreté pour l'installation de stockage définitif pendant l'exploitation et après la fermeture, et qui sont tirés de cet argumentaire.

5.1. Les prescriptions et les critères d'acceptation des déchets pour une installation donnée de stockage définitif doivent garantir la manipulation sûre des

colis de déchets et des déchets non emballés en fonctionnement normal et en cas d'incident de fonctionnement prévu. Ils doivent aussi garantir l'accomplissement des fonctions de sûreté de la forme et de l'emballage des déchets en ce qui concerne la sûreté à long terme. Les paramètres possibles pour les critères d'acceptation des déchets comprennent par exemple les caractéristiques et les spécifications des colis de déchets et des déchets non emballés à stocker, telles que la teneur en radionucléides ou les limites d'activité, la production de chaleur et les propriétés de la forme et de l'emballage des déchets.

5.2. Le comportement de la forme de déchet doit être modélisé et/ou testé en vue d'assurer la stabilité physique et chimique des différents colis de déchets et des déchets non emballés dans les conditions qui devraient régner dans l'installation de stockage définitif et de garantir leur bon fonctionnement en cas d'incidents de fonctionnement prévus ou d'accidents.

5.3. Il faut caractériser les déchets devant être stockés afin d'avoir suffisamment d'informations pour assurer le respect des prescriptions et des critères d'acceptation des déchets. Des dispositions doivent être prises pour vérifier que les déchets et les colis de déchets reçus en vue de leur stockage sont conformes à ces prescriptions et critères et, si ce n'est pas le cas, pour confirmer que des mesures correctives sont prises par le producteur des déchets ou par l'exploitant de l'installation de stockage définitif. Il faut procéder au contrôle de la qualité des colis de déchets, principalement sur la base de relevés, d'essais préalables au conditionnement (par exemple, des conteneurs) et d'un contrôle du processus de conditionnement. Il faut restreindre dans toute la mesure possible les essais post-conditionnement et la nécessité de prendre des mesures correctives.

Prescription 21 : Programmes de surveillance dans une installation de stockage définitif

Un programme de surveillance est exécuté avant et pendant la construction et l'exploitation d'une installation de stockage définitif et après sa fermeture, si l'argumentaire de sûreté le prévoit. Ce programme est conçu pour rassembler et actualiser les informations requises aux fins de la protection et de la sûreté. Les informations servent à confirmer les conditions nécessaires à la sûreté des travailleurs et des personnes du public et à la protection de l'environnement durant l'exploitation de l'installation. La surveillance

permet aussi de confirmer l'absence de toute condition susceptible de réduire la sûreté de l'installation après la fermeture.

5.4. La surveillance doit être exécutée à chaque étape de la réalisation et de l'exploitation d'une installation de stockage définitif. Le programme de surveillance a notamment pour objectifs :

- a) l'obtention d'informations pour les évaluations ultérieures ;
- b) l'assurance de la sûreté d'exploitation ;
- c) l'assurance que les conditions d'exploitation à l'installation concordent avec l'évaluation de la sûreté ;
- d) la confirmation que les conditions sont compatibles avec la sûreté après la fermeture.

Des orientations sont données dans [20]. Les programmes de surveillance doivent être conçus et exécutés de manière à ne pas réduire le niveau général de sûreté de l'installation après la fermeture.

5.5. Une analyse de la surveillance concernant la sûreté des installations de stockage géologique après la fermeture figure dans un TECDOC de l'AIEA⁸. Des plans de surveillance visant à donner une assurance quant à la sûreté après la fermeture doivent être établis avant la construction de l'installation de stockage géologique pour indiquer les stratégies de surveillance possibles. Toutefois, ils doivent rester souples et être révisés et actualisés si besoin est pendant la réalisation et l'exploitation de l'installation.

Prescription 22 : La période après la fermeture et les contrôles institutionnels

Des plans portant sur le contrôle institutionnel et les dispositions visant à faire en sorte que les informations concernant l'installation de stockage définitif restent disponibles sont établis pour la période après la fermeture. Ils sont compatibles avec les dispositifs de sûreté passive et font partie intégrante de l'argumentaire de sûreté sur la base duquel l'autorisation de fermer l'installation est accordée.

5.6. La sûreté à long terme d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs ne doit pas dépendre de contrôles institutionnels actifs. Même la

⁸ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Monitoring of Geological Repositories for High Level Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1208, IAEA, Vienna (2001).

défaillance des dispositifs de sûreté passive ne peut pas entraîner de dépassement des critères d'intervention. En outre, la sûreté de l'installation de stockage définitif ne doit pas dépendre uniquement de contrôles institutionnels. Les contrôles institutionnels ne peuvent pas être le seul ou le principal élément de la sûreté d'une installation de stockage définitif en surface ou à faible profondeur. L'aptitude des contrôles institutionnels à concourir à la sûreté comme prévu dans l'argumentaire de sûreté doit être démontrée et justifiée dans l'argumentaire.

5.7. Le risque d'intrusion dans une installation de stockage définitif de déchets radioactifs peut être réduit sur une échelle de temps plus longue que celle des contrôles actifs en recourant à des contrôles passifs comme la préservation des informations par l'utilisation de repères et d'archives, internationales notamment.

5.8. Les contrôles institutionnels d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs doivent donner une assurance supplémentaire quant à la sûreté et à la sécurité nucléaire de l'installation. On peut en donner comme exemples la prévention d'intrusions dans le site et la surveillance après l'exploitation pour une alerte avancée en cas de migration de radionucléides à partir de l'installation de stockage définitif avant qu'ils n'atteignent la limite du site.

5.9. Les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur sont généralement conçues sur l'hypothèse que les contrôles institutionnels resteront en vigueur pendant un certain temps. Pour les déchets à courte période, ce temps se mesure en dizaines ou centaines d'années après la fermeture. Les contrôles sont actifs ou passifs. Pour le stockage définitif en surface ou à faible profondeur de déchets provenant de l'extraction et de la préparation de minerais qui contiennent des radionucléides à très longue période, et qui sont généralement volumineux, il faut limiter les concentrations d'activité de façon à ne pas avoir à dépendre de contrôles institutionnels actifs comme mesure de sûreté. Les déchets ayant une concentration d'activité supérieure aux limites doivent être stockés en profondeur.

5.10. La situation d'une installation de stockage définitif au-delà de la période de contrôle institutionnel actif diffère de la levée du contrôle réglementaire sur le site d'une installation nucléaire après le déclassement en ceci qu'il n'est généralement pas prévu de libérer le site d'une installation de stockage définitif pour un usage sans restrictions. L'emplacement du site et la conception de l'installation doivent réduire la probabilité d'intrusion.

5.11. Pour les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur, les critères d'acceptation des déchets limiteront les conséquences éventuelles

d'une intrusion humaine dans la fourchette de valeurs spécifiée (voir par. 2.15), même si le site n'est plus sous contrôle. La contrainte de dose (voir par. 2.15) fixée pour les doses aux personnes du public s'applique à l'évolution normale prévue du site après la période de contrôle institutionnel.

5.12. La sûreté des installations de stockage géologique ne doit pas dépendre d'un contrôle institutionnel à long terme après la fermeture (voir la prescription 5). Des contrôles institutionnels peuvent cependant contribuer à la sûreté en prévenant les actions humaines qui risqueraient d'interférer par inadvertance avec les déchets ou de dégrader les éléments de sûreté du système de stockage géologique ou en réduisant la probabilité de telles actions. Les contrôles institutionnels peuvent aussi contribuer à accroître l'acceptation du stockage géologique par le public.

5.13. Il se peut que les installations de stockage définitif ne soient pas fermées avant un délai de plusieurs dizaines d'années à compter du début des opérations. Les plans concernant les futurs contrôles éventuels et la période pendant laquelle ils seraient appliqués peuvent initialement être souples et théoriques, mais ils doivent être précisés et affinés à mesure que la date de fermeture de l'installation approche. Il faut tenir compte de ce qui suit : contrôles locaux de l'utilisation des terres ; restrictions concernant le site ou suivi et surveillance de ce dernier ; dossiers locaux, nationaux et internationaux ; et utilisation de repères durables en surface et/ou sous la surface. Des dispositions doivent être prises pour transmettre les informations sur l'installation de stockage définitif et son contenu aux générations futures pour que celles-ci puissent prendre des décisions sur l'installation et sa sûreté.

5.14. Tant que l'autorisation de l'installation reste valide, l'exploitant doit assurer les contrôles institutionnels. Il est envisagé que la responsabilité des mesures passives de contrôle institutionnel qui pourraient être requises après l'expiration de l'autorisation revienne aux pouvoirs publics.

Prescription 23 : Prise en compte du système national de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires⁹

Pour la conception et l'exploitation des installations de stockage définitif soumises à des accords sur la comptabilité et le contrôle des matières

⁹ Les systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires sont requis par les accords de garanties nucléaires de l'AIEA.

nucléaires, il est fait en sorte que la sûreté ne soit pas compromise par les mesures requises au titre du système de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires [21 à 23].

5.15. Le système de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires s'applique aux matières qui contiennent des quantités significatives de matières fissiles sous forme potentiellement extractible [21 à 23]. Ces matières, si elles sont déclarées comme déchets, nécessiteront probablement un stockage définitif dans une installation géologique pour des raisons de sûreté à long terme. La mise en place dans une installation géologique assurerait aussi la sécurité nucléaire passive à long terme et serait compatible avec l'objectif des garanties nucléaires de l'AIEA. La prescription 23 s'applique donc en particulier aux installations de stockage géologique¹⁰.

5.16. Les systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires ont été institués principalement pour faire en sorte qu'il soit rendu compte des matières nucléaires et pour en détecter le détournement à des fins non autorisées ou inconnues à court et à moyen terme. Telles qu'elles sont organisées actuellement, les garanties nucléaires de l'AIEA sont fondées sur une surveillance et des contrôles actifs.

5.17. Pendant l'exploitation d'une installation de stockage définitif de déchets contenant des matières fissiles, la surveillance exercée au titre des garanties de l'AIEA vise à garantir la continuité des connaissances sur ces matières et l'absence sur le site de toute activité non déclarée en rapport avec ces matières. Pour certains déchets radioactifs, comme le combustible nucléaire usé, des prescriptions déterminées en matière de garanties doivent être appliquées même après le scellement d'une installation de stockage géologique¹¹.

5.18. Dans le cas d'une installation de stockage géologique fermée, les garanties nucléaires de l'AIEA pourraient, dans la pratique, être appliquées à distance (par exemple, au moyen d'une surveillance par satellite, de la photographie aérienne, d'une surveillance microsismique et de dispositions administratives). Il faut éviter de recourir à des méthodes intrusives, qui risqueraient de compromettre la sûreté post-fermeture.

¹⁰ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Issues in Radioactive Waste Disposal: IAEA-TECDOC-909, IAEA Vienna (1996).

¹¹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Group Meeting on Safeguards Related to Final Disposal of Nuclear Material in Waste and Spent Fuel (AGM-660), Rep. STR-243 (Revised), IAEA, Vienna (1988).

5.19. Les garanties nucléaires de l'AIEA étant supervisées au niveau international, leur maintien pourrait accroître la confiance dans la longévité des contrôles administratifs, ce qui contribuerait aussi à éviter une perturbation par inadvertance de l'installation de stockage géologique. Le maintien des inspections au titre des garanties et de la surveillance après la fermeture d'une installation de stockage géologique peut donc être avantageux pour accroître la confiance dans la sûreté post-fermeture. Une analyse des questions d'interface entre le système de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (et les garanties nucléaires de l'AIEA) et la gestion des déchets radioactifs figure dans le document IAEA-TECDOC-909¹⁰.

Prescription 24 : Prescriptions relatives aux mesures de sécurité nucléaire

Des mesures sont prises pour assurer une approche intégrée des mesures de sûreté et des mesures de sécurité nucléaire dans le stockage définitif des déchets radioactifs.

5.20. Lorsque des mesures de sécurité nucléaire sont nécessaires pour empêcher l'accès non autorisé de personnes et l'enlèvement non autorisé de matières radioactives, les mesures de sûreté et les mesures de sécurité nucléaire doivent être appliquées dans le cadre d'une approche intégrée [1, 13].

5.21. Le niveau de sécurité nucléaire doit être proportionné au niveau du risque radiologique et à la nature des déchets [1, 13, 24, 25].

Prescription 25 : Systèmes de gestion

Des systèmes de gestion¹² prévoyant une assurance de la qualité sont appliqués à l'ensemble des activités, systèmes et composants liés à la sûreté à tous les stades de la réalisation et de l'exploitation d'une installation de stockage définitif. Pour chaque élément, le niveau d'assurance est en rapport avec son importance pour la sûreté.

5.22. Un système de gestion approprié comportant des programmes d'assurance de la qualité contribuera à convaincre qu'il est satisfait aux prescriptions et critères pertinents pour la sélection et l'évaluation du site, la conception, la

¹² L'expression « système de gestion » englobe la notion initiale de contrôle de la qualité (contrôle de la qualité des produits) et son évolution en assurance de la qualité (système permettant d'assurer la qualité des produits) et gestion de la qualité (système permettant de gérer la qualité).

construction, l'exploitation, la fermeture et la sûreté post-fermeture. Les activités, systèmes et composants pertinents doivent être déterminés sur la base des résultats d'évaluations systématiques de la sûreté. Le degré d'attention accordé à chaque aspect doit être en rapport avec son importance pour la sûreté. Le système de gestion doit être conforme aux normes de l'AIEA concernant les systèmes de gestion [13, 14].

5.23. Le système de gestion précise le rôle de la gestion et l'organigramme à appliquer pour mettre en œuvre les processus pour toutes les activités liées à la sûreté. Il précise aussi les responsabilités et les pouvoirs des divers personnels et organismes participant à la gestion et à la mise en œuvre des processus et à l'évaluation de la qualité de tous les travaux liés à la sûreté.

5.24. Le milieu hôte d'une installation de stockage définitif est important pour la sûreté, mais il ne peut pas être conçu ou fabriqué, mais seulement caractérisé, et ce dans une mesure limitée seulement. Les éléments du système de gestion qui concourent à l'assurance de la qualité des processus liés à la sûreté doivent être conçus en tenant compte de la nature du milieu hôte.

5.25. La conception, la caractérisation et l'évaluation d'une installation de stockage définitif doivent comprendre plusieurs stades successifs, qui parfois se recouvrent, avec un degré croissant de détail et de précision. Toutefois, il peut toujours subsister une incertitude irréductible que rien ne permet d'éliminer. La portée de cette incertitude est déterminée lors de l'analyse de l'argumentaire de sûreté et de l'évaluation complémentaire de la sûreté.

5.26. Le système de gestion d'une installation de stockage définitif doit prévoir l'établissement et la conservation de documents justificatifs pour montrer que les données présentent la qualité requise ; que les composants ont été livrés et utilisés conformément aux spécifications pertinentes ; et que les colis de déchets et les déchets non emballés satisfont aux prescriptions et critères et ont été mis en place comme il convient dans l'installation de stockage définitif. Le système de gestion doit en outre assurer le rassemblement de toutes les informations importantes pour la sûreté qui sont consignées à toutes les étapes de la réalisation et de l'exploitation de l'installation, ainsi que la conservation de ces informations. Ces informations sont importantes pour toute réévaluation de l'installation à l'avenir.

6. INSTALLATIONS DE STOCKAGE DÉFINITIF EXISTANTES

6.1. Certaines installations de stockage définitif réalisées, construites et mises en service avant l'établissement des présentes prescriptions ne satisfont pas à la totalité d'entre elles. Ces installations peuvent être opérationnelles ou non. Certaines peuvent avoir été abandonnées. Elles seraient considérées comme des « situations de fait » dont les pouvoirs publics devraient assumer la responsabilité. Les prescriptions énoncées dans la présente publication devraient être considérées comme des orientations pour la définition d'objectifs d'intervention et la planification des activités qui seraient nécessaires dans de tels cas.

Prescription 26 : Installations de stockage définitif existantes

La sûreté des installations de stockage définitif existantes est évaluée périodiquement jusqu'à l'expiration de l'autorisation. Pendant cette période, la sûreté est aussi évaluée lorsqu'une modification importante pour la sûreté est prévue ou en cas de changement concernant les conditions de l'autorisation. Au cas où il n'est pas satisfait à l'une quelconque des prescriptions énoncées dans la présente publication, des mesures sont prises pour améliorer la sûreté de l'installation, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

6.2. L'évaluation périodique de la sûreté d'une installation de stockage définitif doit viser à obtenir une estimation globale de la situation de la protection et de la sûreté dans l'installation. Elle doit comporter une analyse de l'expérience d'exploitation et des améliorations qui pourraient y être apportées, compte tenu de la situation existante et des éventuels progrès technologiques et changements concernant le contrôle réglementaire. Les évaluations périodiques de la sûreté ne peuvent pas remplacer les activités d'analyse, de contrôle et de surveillance qui sont menées de manière continue dans les installations de stockage définitif.

6.3. Les installations de stockage définitif qui n'ont pas été construites selon les normes de sûreté actuelles peuvent ne pas satisfaire à toutes les prescriptions de sûreté énoncées dans la présente publication. L'évaluation de la sûreté de telles installations peut faire apparaître que des critères de sûreté ne seront pas respectés. Dans de tels cas, il faut prendre des mesures pratiques raisonnables pour améliorer la sûreté de l'installation de stockage définitif. Les options

possibles comprennent l'enlèvement d'une partie ou de la totalité des déchets de l'installation, la réalisation d'améliorations techniques, ou la mise en place ou le renforcement de contrôles institutionnels. L'évaluation de ces options doit tenir compte des aspects techniques, sociaux et politiques plus vastes.

Appendice

ASSURANCE DU RESPECT DE L'OBJECTIF ET DES CRITÈRES DE SÛRETÉ

A.1. Une installation de stockage définitif de déchets radioactifs bien conçue, bien située et correctement réalisée donnera un niveau d'assurance élevé que les impacts radiologiques après la fermeture seront faibles, tant dans l'absolu que par comparaison avec ceux que devrait avoir toute autre option disponible actuellement en matière de gestion des déchets.

A.2. Il faut trouver une formation géologique hôte et/ou un environnement et un site qui assurent des conditions favorables d'isolement des déchets de la biosphère accessible et la préservation des barrières artificielles (par exemple, faible débit d'écoulement des eaux souterraines et environnement géochimique favorable à long terme). L'installation de stockage définitif doit être conçue en tenant compte des caractéristiques offertes par la formation géologique hôte et/ou l'environnement et le site de manière à optimiser la protection et la sûreté et à ne pas dépasser les contraintes de dose et/ou de risque. L'installation de stockage définitif doit être ensuite réalisée conformément à la conception évaluée de façon que les caractéristiques de sûreté prises pour hypothèse pour les barrières tant artificielles que naturelles soient concrétisées.

A.3. L'optimisation de la protection et de la sûreté dans le cas d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs est un processus d'appréciation qui est appliqué aux décisions prises au cours de la mise au point de la conception de l'installation. Il est très important d'adopter une bonne conception en matière d'ingénierie et de bonnes solutions techniques et d'appliquer de bons principes de gestion tout au long des phases de réalisation, d'exploitation et de fermeture de l'installation de stockage définitif. Compte tenu de ces considérations, on peut estimer que la protection et la sûreté sont optimisées dans la mesure où :

- a) on a accordé l'attention voulue aux incidences pour la sûreté à long terme des diverses options de conception à chaque étape de la réalisation et de l'exploitation de l'installation de stockage définitif ;
- b) on a une assurance raisonnable que les doses et/ou les risques évalués correspondant à la plage généralement attendue d'évolution naturelle du système de stockage ne dépassent pas la contrainte appropriée sur des périodes pour lesquelles les incertitudes ne sont pas si grandes que les résultats ne peuvent pas être interprétés valablement ;

- c) la probabilité d'événements qui risqueraient de perturber le fonctionnement de l'installation de stockage définitif de manière à donner lieu à des doses ou à des risques plus élevés a été réduite autant qu'il est raisonnablement possible par la sélection et l'évaluation du site et/ou la conception.

A.4. Il est admis que les doses de rayonnements calculées que des personnes pourraient recevoir à l'avenir du fait d'une installation de stockage définitif ne sont que des estimations et que les incertitudes associées à ces estimations augmenteront avec l'éloignement dans le futur. On peut néanmoins établir des estimations des doses et des risques possibles pour de longues périodes et les utiliser comme indicateurs pour une comparaison avec les critères de sûreté.

A.5. Pour estimer les doses aux personnes à l'avenir du fait d'une installation de stockage définitif, on fait l'hypothèse que les personnes seront présentes sur place et qu'elles feront une utilisation quelconque des ressources locales susceptibles de contenir des radionucléides provenant des déchets de l'installation de stockage définitif. Le comportement des personnes à l'avenir ne peut pas être prédit avec la moindre certitude, et il est nécessairement représenté de manière stylisée dans les modèles d'évaluation¹³. Les fondements logiques et les approches possibles de la modélisation de la biosphère et de l'estimation des doses dues aux installations de stockage définitif ont été examinés dans le cadre du projet BIOMASS de l'AIEA [26].

A.6. Il est possible qu'à l'avenir des personnes entreprennent des activités susceptibles de causer une intrusion quelconque dans une installation de stockage définitif de déchets radioactifs. On ne peut pas dire avec certitude quelle forme une telle intrusion prendra ni quelle sera sa probabilité, du fait de l'imprévisibilité du comportement des personnes à l'avenir. Néanmoins, on peut évaluer en tant que scénarios de référence l'impact de certaines intrusions de nature générale, comme les travaux de construction, d'extraction minière ou de forage.

A.7. Des intrusions de nature générale, comme les travaux de construction, d'extraction minière ou de forage, pourraient se produire mais ne le feront pas nécessairement. Sur cette base, la CIPR a proposé une approche de l'évaluation des incidences de tels événements pour la sûreté qui fait appel au type de critères énoncés au paragraphe 2.15. Il faudrait parvenir avec l'organisme de réglementation à un accord sur les cas où il convient d'appliquer cette approche et

¹³ On prend comme hypothèse une représentation arbitraire du comportement, souvent sur la base des habitudes humaines actuelles.

la manière exacte d'utiliser les critères. Il faudra peut-être prendre des décisions arbitraires sur ce qu'il convient de considérer comme une activité normale attendue et ce qu'il convient de considérer comme des intrusions.

A.8. En cas d'intrusion humaine par inadvertance dans une installation de stockage définitif, un petit nombre de personnes impliquées par exemple dans des activités de forage dans l'installation ou d'extraction minière pourraient recevoir des doses de rayonnements élevées et d'autres personnes pourraient aussi être exposées du fait de l'intrusion. Les doses et les risques pour toute personne autorisée à prendre part à des activités qui perturbent délibérément l'installation de stockage définitif ou ses déchets n'ont pas à être pris en considération dans ce contexte, car ces activités constitueraient des situations d'exposition planifiées.

A.9. D'une manière générale, la probabilité d'intrusion humaine par inadvertance dans les déchets sera faible par suite de la profondeur choisie pour l'installation de stockage géologique. La probabilité sera faible du fait des contrôles institutionnels dans le cas d'une installation de stockage définitif en surface ou à faible profondeur et de la décision d'implanter l'installation à l'écart de ressources minérales importantes connues ou d'autres ressources utiles. Les doses susceptibles d'être reçues à la suite d'une telle intrusion par inadvertance pourraient être élevées. Toutefois, comme la probabilité d'une intrusion par inadvertance est faible, le risque associé est probablement plus que compensé par le niveau de protection et de sûreté plus élevé qu'offre le stockage définitif des déchets par rapport à d'autres stratégies.

A.10. Une installation de stockage définitif peut être soumise à une série d'évolutions et d'événements possibles, dont certains peuvent être considérés comme assez probables au cours de la période d'évaluation et d'autres peuvent être plutôt ou très improbables. Afin d'optimiser la protection et la sûreté, le processus de conception visera avant tout à faire en sorte que le système de stockage assure la sûreté (c'est-à-dire le respect des contraintes de dose et/ou de risque). Pour cela on tiendra compte de l'évolution attendue du système de stockage définitif, ainsi que des incertitudes concernant l'évolution et les événements naturels qui se produiront probablement au cours de la période couverte par l'évaluation.

A.11. La réalisation d'un niveau de protection et de sûreté tel que les doses calculées soient inférieures à la contrainte de dose n'est pas en soi suffisante pour l'acceptation d'un argumentaire de sûreté pour une installation de stockage définitif, car la protection doit également être optimisée [3]. Inversement, des indices donnant à penser que les doses calculées pourraient dépasser la contrainte

de dose dans certaines circonstances peu probables ne doivent pas nécessairement conduire à rejeter un argumentaire de sûreté. Sur de très longues périodes, la décroissance radioactive réduira le risque associé à une installation de stockage définitif. Toutefois, les incertitudes pourraient devenir beaucoup plus grandes et les doses estimées pourraient dépasser la contrainte de dose.

A.12. Une comparaison des doses avec celles qui sont dues aux radionucléides naturels peut donner une indication utile quant à l'importance de ces cas. Il faut être prudent quand on utilise ces critères pour des périodes éloignées dans le futur. À de telles échelles de temps, les incertitudes associées aux estimations de doses deviennent si grandes que les critères ne peuvent plus constituer une base raisonnable pour la prise des décisions (voir les critères au paragraphe 2.15).

A.13. Pour évaluer si la conception d'une installation de stockage définitif assurera ou non un niveau de protection et de sûreté optimisé, il peut être nécessaire de formuler un jugement, pour lequel d'autres facteurs seraient également pris en considération. Ces facteurs peuvent comprendre, par exemple, la qualité de la conception de l'installation et de l'évaluation de la sûreté, ainsi que l'existence d'incertitudes qualitatives ou quantitatives importantes dans le calcul des expositions à long terme.

A.14. D'une manière générale, lorsque des incertitudes irréductibles rendent les résultats des calculs effectués aux fins de l'évaluation de la sûreté peu fiables, les comparaisons avec les contraintes de dose ou de risque doivent être traitées avec prudence. Pour une installation de stockage définitif, les incertitudes signifient qu'il faut faire preuve de prudence lorsque l'on examine les cas éventuels d'intrusion humaine et les événements naturels très peu fréquents. La prudence est aussi de mise lorsque l'on examine les doses calculées pour l'avenir lointain. On peut cependant démontrer la robustesse du système de stockage définitif en procédant à une évaluation d'événements de référence qui sont représentatifs de ces événements naturels très peu fréquents.

RÉFÉRENCES

- [1] 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, collection Normes de sûreté n° SF-1, AIEA, Vienne (2007).
- [2] Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, INFCIRC/546, AIEA, Vienne (1997).
- [3] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 115, AIEA, Vienne (1997) (en révision).
- [4] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la CIPR, Publication 60 de la CIPR, Pergamon Press, Oxford et New York (1993).
- [5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, ICRP Publication 77, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long Lived Solid Radioactive Waste, ICRP Publication 81, Pergamon Press, Oxford and New York (2000).
- [7] COMMISSION INTERNATIONALE DE LA PROTECTION RADIOLOGIQUE. Recommandations 2007 de la Commission international de la protection radiologique, Publication 103 de la CIPR, Oxford University Press (2008).
- [8] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Contrôle réglementaire des rejets radioactifs dans l'environnement, collection Normes de sûreté n° WS-G-2.3, AIEA, Vienne (2005).
- [9] 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).
- [10] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Glossaire de sûreté de l'AIEA, Terminologie employée en sûreté nucléaire et en radioprotection, Édition 2007 (STI/PUB/1290), AIEA, Vienne (2007).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Storage of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-6.1, IAEA, Vienna (2006).

- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [13] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Système de gestion des installations et des activités, collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GS-R-3, AIEA, Vienne (2011).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.4, IAEA, Vienna (2008).
- [15] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, Radioprotection professionnelle, collection Normes de sûreté de l'AIEA n° RSG1.1, AIEA, Vienne (2004).
- [16] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES DE L'ONU, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, collection Normes de sûreté n° GS-R-2, AIEA, Vienne (2004).
- [17] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Règlement de transport des matières radioactives (Édition de 2009), collection Normes de sûreté n° TS-R-1, Vienne (2009).
- [18] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Cadre gouvernemental, législatif et réglementaire de la sûreté, collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GSR Part 1, AIEA, Vienne (2010).
- [19] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Confidence in the Long Term Safety of Deep Geological Repositories: Its Communication and Development, OECD, Paris (1999).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. RSG-1.8, IAEA, Vienna (2005).
- [21] Le Système de garanties de l'Agence (1965, provisoirement étendu en 1996 et 1968), INFCIRC/66/Rev.2, AIEA, Vienne (1968).
- [22] Modèle de protocole additionnel à l'accord (aux accords) entre un État (des États) et l'Agence internationale de l'énergie atomique relatif(s) à l'application de garanties, INFCIRC/540 (corrigé), AIEA, Vienne (1998).
- [23] Structure et contenu des accords à conclure entre l'Agence et les États dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, INFCIRC/153 (corrigé), AIEA, Vienne (1972).
- [24] Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives, IAEA/CODEOC/2004, AIEA, Vienne (2004).
- [25] La protection physique des matières et des installations nucléaires, INFCIRC/225/Rev.4 (corrigé), AIEA, Vienne (2000).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Reference Biospheres" for Solid Radioactive Waste Disposal, IAEA-BIOMASS-6, IAEA, Vienna (2003).

Annexe

CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

A-1. Conformément à l'approche présentée dans l'appendice de [A-1], six classes de déchets sont définies et utilisées comme base du schéma de classification.

- 1) Déchet exempté (DE)¹ : déchet qui satisfait aux critères de libération, d'exemption ou d'exclusion du contrôle réglementaire aux fins de la radioprotection comme indiqué dans [A-2].
- 2) Déchet à très courte période (DTCP) : déchet qui peut être entreposé pour décroissance pendant une période limitée allant jusqu'à quelques années, puis libéré du contrôle réglementaire selon les modalités approuvées par l'organisme de réglementation, pour un stockage définitif, une utilisation ou un rejet non contrôlés. Les DTCP comprennent des déchets contenant principalement des radionucléides à très courte période souvent utilisés pour la recherche ou en médecine.
- 3) Déchet de très faible activité (DTFA) : déchet qui ne satisfait pas nécessairement aux critères de DE, mais qui ne nécessite pas un niveau élevé de confinement et d'isolement et se prête 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 comprend habituellement des sols et des gravats avec une faible concentration d'activité. On trouve généralement très peu de radionucléides à période relativement longue dans les DTFA.
- 4) Déchet de faible activité (DFA) : déchet au-dessus des niveaux de libération, mais avec des quantités limitées de radionucléides à longue période. Ce type de déchet exige un isolement et un confinement poussés pour des périodes allant jusqu'à quelques centaines d'années et convient pour un stockage définitif dans des installations construites en surface ou à faible profondeur. Cette classe comprend une très vaste gamme de déchets. Les DFA peuvent contenir des radionucléides à courte période avec des

¹ Par souci de cohérence, l'expression « déchet exempté » a été conservée du schéma de classification précédent présenté en détail dans INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994); toutefois, une fois qu'un tel déchet est libéré du contrôle réglementaire, il n'est plus considéré comme déchet radioactif.

concentrations d'activité élevées et des radionucléides à longue période mais avec des concentrations d'activité relativement faibles.

- 5) Déchet de moyenne activité (DMA) : déchet qui, du fait de son contenu, en particulier en radionucléides à longue période, exige un degré de confinement et d'isolement plus grand que ce 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 l'entreposage et le stockage. Ils peuvent contenir des radionucléides à longue période, en particulier des émetteurs alpha, dont la décroissance ne ramène pas la concentration d'activité à un niveau acceptable pour un stockage définitif en surface ou à faible profondeur pendant la période pour 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) Déchet de haute activité (DHA): déchet ayant une concentration d'activité suffisamment haute pour produire d'importantes quantités de chaleur par décroissance radioactive ou déchet contenant de grandes quantités de radionucléides à longue période dont il faut tenir compte dans la conception de l'installation de stockage définitif. L'option habituellement retenue pour les DHA est le stockage définitif dans des formations géologiques stables et profondes, généralement à plusieurs centaines de mètres sous la surface.

RÉFÉRENCES POUR L'ANNEXE

- [A-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [A-2] 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).

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN

Abu-Eid, R.	Commission de la réglementation nucléaire (États-Unis d'Amérique)
Avila, R.	Facilia AB (Suède)
Bennett, D.	TerraSalus Limited (Royaume-Uni)
Bernier, F.	Agence fédérale de contrôle nucléaire (Belgique)
Besnus, F.	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
Blommaert, W.	Agence fédérale de contrôle nucléaire (Belgique)
Bruno, G.	Commission européenne
Cooper, J.	Agence de protection de la santé (Royaume-Uni)
Goldammer, W.	Strategic Consulting (Allemagne)
Jensen, M.	Autorité suédoise de protection contre les radiations (Suède)
Kawakami, H.	Organisation japonaise de sûreté de l'énergie nucléaire (Japon)
Louvat, D.	Agence internationale de l'énergie atomique
Metcalf, P.	Agence internationale de l'énergie atomique
Moeller, K.	Office fédéral de radioprotection (Allemagne)
Paltemaa, R.	Centre de radioprotection et de sûreté nucléaire (Finlande)
Pather, T.	Autorité nationale de réglementation nucléaire (Afrique du Sud)
Rana, D.	Centre de recherche atomique Bhabha (Inde)
Röhlig, K.	Technische Universität Clausthal (Allemagne)

Rowat, J.	Agence internationale de l'énergie atomique
Serres, C.	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
Siraky, G.	Agence internationale de l'énergie atomique
Sugier, A.	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
Summerling, T.	Safety Assessment Management Limited (Royaume-Uni)
Weiss, W.	Bundesamt für Strahlenschutz (Allemagne)

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 pas généralement aux réunions. Les suppléants sont signalés par deux astérisques.

Commission des normes de sûreté

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

Afrique du Sud : Leotwane, W. ; *Algérie* : Merrouche, D. ; *Allemagne* : Wassilew, C. ; *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 ; **Chypre* : Demetriades, P. ; *Corée, République de* : Hyun-Koon Kim ; *Croatie* : Valčić, I. ; *Égypte* : Ibrahim, M. ; *Espagne* : Zarzuela, J. ; *États-Unis d'Amérique* : Mayfield, M. ; *Fédération de Russie* : Baranaev, Y. ; *Finlande* : Järvinen, M.-L. ; *France* : Feron, F. ; *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. ; *Libye* : Abuzid, O. ; *Japon* : Kanda, T. ; *Lituanie* : Demčenko, M. ; *Malaisie* : Azlina Mohammed Jais ; *Maroc* : Soufi, I. ; *Mexique* : Carrera, A. ; *Pakistan* : Habib, M.A. ; *Pays-Bas* : van der Wiel, L. ; *Pologne* : Jurkowski, M. ; *République tchèque* : Šváb,

M. ; Roumanie : Biro, L. ; Royaume-Uni : Vaughan, G.J. (Président) ; Slovaquie : Uhrík, P. ; Slovénie : Vojnovič, D. ; Suède : Hallman, A. ; Suisse : Flury, P. ; Tunisie : Baccouche, S. ; Turquie : Bezdegumeli, U. ; Ukraine : Shumkova, N. ; Uruguay : Nader, A. ; Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire : Reig, J. ; AIEA : Feige, G. (Coordonnateur) ; *Association nucléaire mondiale : Borysova, I. ; Commission électrotechnique internationale : Bouard, J.-P. ; Commission européenne : Vigne, S. ; FORATOM : Fourest, B. ; Organisation internationale de normalisation : Sevestre, B.

Comité des normes de sûreté radiologique

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

normalisation : Rannou, A. ; *Organisation mondiale de la Santé* : Carr, Z. ; *Organisation panaméricaine de la Santé* : Jiménez, P.

Comité des normes de sûreté du transport

Afrique du Sud : Hinrichsen, P. ; *Allemagne* : Rein, H. ; *Nitsche, F. ; **Alter, U. ; *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 ; **Chypre* : Demetriades, P. ; *Corée, République de* : Dae-Hyung Cho ; *Croatie* : Belamarić, N. ; **Cuba* : Quevedo Garcia, J.R. ; *Danemark* : Breddam, K. ; *Égypte* : El-Shinawy, R.M.K. ; *Espagne* : Zamora Martin, F. ; *États-Unis d'Amérique* : Boyle, R.W. ; Brach, E.W. (Président) ; *Fédération de Russie* : Buchelnikov, A.E. ; *Finlande* : Lahkola, A. ; *France* : Landier, D. ; *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. ; *Libye* : Kekli, A.T. ; *Japon* : Hanaki, I. ; *Lituanie* : Statkus, V. ; *Malaisie* : Sobari, M.P.M. ; ***Husain*, Z.A. ; **Maroc* : Allach, A. ; *Mexique* : Bautista Arteaga, D.M. ; ***Delgado Guardado*, J.L. ; *Norvège* : Hornkjøl, S. ; **Nouvelle-Zélande* : Ardouin, C. ; *Pakistan* : Rashid, M. ; **Paraguay* : More Torres, L.E. ; *Pays-Bas* : Ter Morshuizen, M. ; *Pologne* : Dziubiak, T. ; *Portugal* : Buxo da Trindade, R. ; *République tchèque* : Ducháček, V. ; *Royaume-Uni* : Sallit, G. ; *Suède* : Häggblom, E. ; ***Svahn*, B. ; *Suisse* : Krietsch, T. ; *Thaïlande* : Jerachanchai, S. ; *Turquie* : Ertürk, K. ; *Ukraine* : Lopatin, S. ; *Uruguay* : Nader, A. ; **Cabral*, W. ; *AIEA* : Stewart, J.T. (Coordonnateur) ; *Association du transport aérien international* : Brennan, D. ; *Association internationale de producteurs et de fournisseurs de sources* : Miller, J.J. ; ***Roughan*, K. ; *Association nucléaire mondiale* : Gorlin, S. ; *Commission économique des Nations Unies pour l'Europe* : Kervella, O. ; *Commission européenne* : Binet, J. ; *Fédération internationale des associations de pilotes de ligne* : Tisdall, A. ; ***Gessl*, M. ; *Institut mondial des transports nucléaires* : Green, L. ; *Organisation de l'aviation civile internationale* : Rooney, K. ; *Organisation internationale de normalisation* : Malesys, P. ; *Organisation maritime internationale* : Rahim, I. ; *Union postale universelle* : Bowers, D.G.

Comité des normes de sûreté des déchets

Afrique du Sud : Pather, T. (Président) ; *Algérie* : Abdenacer, G. ; *Allemagne* : Götz, C. ; *Argentine* : Biaggio, A. ; *Australie* : Williams, G. ; **Autriche* : Fischer, H. ; *Belgique* : Blommaert, W. ; *Brésil* : Tostes, M. ; **Bulgarie* : Simeonov, G. ;

Canada : Howard, D. ; *Chine* : Zhimin Qu ; *Chypre* : Demetriades, P. ; *Corée, République de* : Won-Jae Park ; *Croatie* : Trifunovic, D. ; *Cuba* : Fernandez, A. ; *Danemark* : Nielsen, C. ; *Égypte* : Mohamed, Y. ; *Espagne* : Sanz Aludan, M. ; *Estonie* : Lust, M. ; *États-Unis d'Amérique* : Camper, L. ; *Finlande* : Hutri, K. ; *France* : Rieu, J. ; *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. ; *Libye* : Elfawares, A. ; *Japon* : Matsuo, H. ; **Lettonie* : Salmins, A. ; *Lituanie* : Paulikas, V. ; *Malaisie* : Sudin, M. ; **Maroc* : Barkouch, R. ; *Mexique* : Aguirre Gómez, J. ; *Pakistan* : Mannan, A. ; **Paraguay* : Idoyaga Navarro, M. ; *Pays-Bas* : van der Shaaf, M. ; *Pologne* : Wlodarski, J. ; *Portugal* : Flausino de Paiva, M. ; *République tchèque* : Lietava, P. ; *Royaume-Uni* : Chandler, S. ; *Slovaquie* : Homola, J. ; *Slovénie* : Mele, I. ; *Suède* : Frise, L. ; *Suisse* : Wanner, H. ; **Thaïlande* : Supaokit, P. ; *Tunisie* : Bousselmi, M. ; *Turquie* : Özdemir, T. ; *Ukraine* : Makarovska, O. ; **Uruguay* : Nader, A. ; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire* : Riotte, H. ; *AIEA* : Siraky, G. (Coordonnateur) ; *Association internationale de producteurs et de fournisseurs de sources* : Fasten, W. ; *Association nucléaire mondiale* : Saint-Pierre, S. ; *Commission européenne* : Necheva, C. ; *Normes de sûreté des installations nucléaires européennes* : Lorenz, B. ; **Normes de sûreté des installations nucléaires européennes* : Zaiss, W. ; *Organisation internationale de normalisation* : Hutson, G.



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 22

Lieux de vente des publications de l'AIEA

Dans les pays suivants, vous pouvez vous procurer les publications de l'AIEA chez nos dépositaires ci-dessous ou auprès de grandes librairies. Le paiement peut être effectué en monnaie locale ou avec des coupons Unesco.

ALLEMAGNE

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Am Hofgarten 10, 53113 Bonn
Téléphone : + 49 228 94 90 20 • Télécopie : +49 228 94 90 20 ou +49 228 94 90 222
Courriel : bestellung@uno-verlag.de • Site web : <http://www.uno-verlag.de>

AUSTRALIE

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132
Téléphone : +61 3 9210 7777 • Télécopie : +61 3 9210 7788
Courriel : service@dadirect.com.au • Site web : <http://www.dadirect.com.au>

BELGIQUE

Jean de Lannoy, 202 avenue du Roi, 1190 Bruxelles
Téléphone : +32 2 538 43 08 • Télécopie : +32 2 538 08 41
Courriel : jean.de.lannoy@infoboard.be • Site web : <http://www.jean-de-lannoy.be>

CANADA

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, États-Unis d'Amérique
Téléphone : 1-800-865-3457 • Télécopie : 1-800-865-3450
Courriel : customercare@bernan.com • Site web : <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 1-5369 Canotek Rd., Ottawa, Ontario, K1J 9J3
Téléphone : +613 745 2665 • Télécopie : +613 745 7660
Courriel : order.dept@renoufbooks.com • Site web : <http://www.renoufbooks.com>

CHINE

Publications de l'AIEA en chinois : China Nuclear Energy Industry Corporation, Translation Section, P.O. Box 2103, Beijing

CORÉE, RÉPUBLIQUE DE

KINS Inc., Information Business Dept. Samho Bldg. 2nd Floor, 275-1 Yang Jae-dong SeoCho-G, Seoul 137-130
Téléphone : +02 589 1740 • Télécopie : +02 589 1746 • Site web : <http://www.kins.re.kr>

ESPAGNE

Díaz de Santos, S.A., c/Juan Bravo, 3A, 28006 Madrid
Téléphone : +34 91 781 94 80 • Télécopie : +34 91 575 55 63
Courriel : compras@diazdesantos.es, carmela@diazdesantos.es, barcelona@diazdesantos.es, julio@diazdesantos.es •
Site web : <http://www.diazdesantos.es>

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4346
Téléphone : 1-800-865-3457 • Télécopie : 1-800-865-3450
Courriel : customercare@bernan.com • Site web : <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 812 Proctor Ave., Ogdensburg, NY, 13669
Téléphone : +888 551 7470 (n° vert) • Télécopie : +888 568 8546 (n° vert)
Courriel : order.dept@renoufbooks.com • Site web : <http://www.renoufbooks.com>

FINLANDE

Akateeminen Kirjakauppa, PO BOX 128 (Keskuskatu 1), 00101 Helsinki
Téléphone : +358 9 121 41 • Télécopie : +358 9 121 4450
Courriel : akatilaus@akateeminen.com • Site web : <http://www.akateeminen.com>

FRANCE

Form-Edit, 5 rue Janssen, B.P. 25, 75921 Paris Cedex 19
Téléphone : +33 1 42 01 49 49 • Télécopie : +33 1 42 01 90 90
Courriel : formedit@formedit.fr • Site web : <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS, 145 rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex
Téléphone : + 33 1 47 40 67 02 • Télécopie : +33 1 47 40 67 02
Courriel : romuald.verrier@lavoisier.fr • Site web : <http://www.lavoisier.fr>

HONGRIE

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, 1656 Budapest
Téléphone : +36 1 257 7777 • Télécopie : +36 1 257 7472 • Courriel : books@librotrade.hu

INDE

Allied Publishers Group, 1st Floor, Dubash House, 15, J. N. Heredia Marg, Ballard Estate, Mumbai 400 001
Téléphone : +91 22 22617926/27 • Télécopie : +91 22 22617928
Courriel : alliedpl@vsnl.com • Site web : <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell, 2/72, Nirankari Colony, Delhi 110009
Téléphone : +91 11 23268786, +91 11 23257264 • Télécopie : +91 11 23281315
Courriel : bookwell@vsnl.net

ITALIE

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio « AEIOU », Via Coronelli 6, 20146 Milan
Téléphone : +39 02 48 95 45 52 ou 48 95 45 62 • Télécopie : +39 02 48 95 45 48
Courriel : info@libreriaaeiou.eu • Site web : www.libreriaaeiou.eu

JAPON

Maruzen Company, Ltd., 13-6 Nihonbashi, 3 chome, Chuo-ku, Tokyo 103-0027
Téléphone : +81 3 3275 8582 • Télécopie : +81 3 3275 9072
Courriel : journal@maruzen.co.jp • Site web : <http://www.maruzen.co.jp>

NOUVELLE-ZÉLANDE

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, Mitcham Victoria 3132, Australie
Téléphone : +61 3 9210 7777 • Télécopie : +61 3 9210 7788
Courriel : service@dadirect.com.au • Site web : <http://www.dadirect.com.au>

ORGANISATION DES NATIONS UNIES

Dépt. I004, Bureau DC2-0853, First Avenue at 46th Street, New York, N.Y. 10017, États-Unis d'Amérique (ONU)
Téléphone : +800 253-9646 ou +212 963-8302 • Télécopie : +212 963-3489
Courriel : publications@un.org • Site web : <http://www.un.org>

PAYS-BAS

De Lindeboom Internationale Publicaties B.V., M.A. de Ruyterstraat 20A, 7482 BZ Haaksbergen
Téléphone : +31 (0) 53 5740004 • Télécopie : +31 (0) 53 5729296
Courriel : books@delindeboom.com • Site web : <http://www.delindeboom.com>

Martinus Nijhoff International, Koraaalrood 50, P.O. Box 1853, 2700 CZ Zoetermeer
Téléphone : +31 793 684 400 • Télécopie : +31 793 615 698
Courriel : info@nijhoff.nl • Site web : <http://www.nijhoff.nl>

Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830, 2160 SZ Lisse
Téléphone : +31 252 435 111 • Télécopie : +31 252 415 888
Courriel : infoho@swets.nl • Site web : <http://www.swets.nl>

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

Suweco CZ, S.R.O., Klecakova 347, 180 21 Prague 9
Téléphone : +420 26603 5364 • Télécopie : +420 28482 1646
Courriel : nakup@suweco.cz • Site web : <http://www.suweco.cz>

ROYAUME-UNI

The Stationery Office Ltd, International Sales Agency, P.O. Box 29, Norwich, NR3 1 GN
Téléphone (commandes) : +44 870 600 5552 • (demandes de renseignements) : +44 207 873 8372 •
Télécopie : +44 207 873 8203
Courriel (commandes) : book.orders@tso.co.uk • (demandes de renseignements) : book.enquiries@tso.co.uk •
Site web : <http://www.tso.co.uk>

Commandes en ligne

DELTA Int. Book Wholesalers Ltd., 39 Alexandra Road, Addlestone, Surrey, KT15 2PQ
Courriel : info@profbooks.com • Site web : <http://www.profbooks.com>

Ouvrages sur l'environnement

Earthprint Ltd., P.O. Box 119, Stevenage SG1 4TP
Téléphone : +44 1438748111 • Télécopie : +44 1438748844
Courriel : orders@earthprint.com • Site web : <http://www.earthprint.com>

SLOVÉNIE

Cankarjeva Založba d.d., Kopitarjeva 2, 1512 Ljubljana
Téléphone : +386 1 432 31 44 • Télécopie : +386 1 230 14 35
Courriel : import.books@cankarjeva-z.si • Site web : <http://www.cankarjeva-z.si/uvoz>

Les commandes et demandes d'information peuvent aussi 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 2600 29302
Courriel : sales.publications@iaea.org • Site web : <http://www.iaea.org/books>

Des normes internationales pour la sûreté

« Les gouvernements, les organismes de réglementation et les exploitants doivent veiller à ce que les matières nucléaires et les sources de rayonnements soient partout utilisées de manière bénéfique, sûre et éthique. Les normes de sûreté de l'AIEA sont conçues pour faciliter cet objectif, et j'encourage tous les États Membres à les utiliser. »

Yukiya Amano
Directeur général

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE

ISBN 978-92-0-220310-5

ISSN 1020-5829