

COLLECTION NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Stockage définitif
des déchets radioactifs
en surface
ou à faible profondeur

PRESCRIPTIONS

N° WS-R-1



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 appliquer ces normes aux activités nucléaires pacifiques.

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, ainsi que la sûreté générale (c'est-à-dire l'ensemble de ces quatre domaines). Cette collection comporte les catégories suivantes: **fondements de sûreté, prescriptions de sûreté et guides de sûreté**.

Les normes de sûreté portent un code selon le domaine couvert: sûreté nucléaire (NS), sûreté radiologique (RS), sûreté du transport (TS), sûreté des déchets (WS) et sûreté générale (GS).

Des informations sur le programme de normes de sûreté de l'AIEA sont données sur le site suivant :

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

Ce 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 la sûreté de l'AIEA et un état des normes en cours d'élaboration sont aussi consultables. Pour de plus amples informations, prière de contacter l'AIEA, B.P. 100, A-1400 Vienne (Autriche).

Tous les utilisateurs des normes de sûreté sont invités à faire connaître à l'AIEA leur expérience en la matière (par exemple en tant que base de la réglementation nationale, d'examen de la sûreté et de cours) afin que les normes continuent de répondre aux besoins des utilisateurs. Ces informations peuvent être communiquées par le biais du site Internet, par la poste (à l'adresse indiquée 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 de l'article III et du paragraphe C de l'article VIII 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 d'autres collections, en particulier la **collection Rapports de sûreté de l'AIEA**. Ces rapports donnent des exemples concrets et proposent des méthodes détaillées qui peuvent être utilisées à l'appui des normes de sûreté. D'autres publications de l'AIEA concernant la sûreté paraissent dans les collections **Provision for the Application of Safety Standards Series** et **Radiological Assessment Reports Series**, en anglais seulement, ainsi que dans la **collection INSAG** (Groupe international pour la sûreté nucléaire). L'AIEA édite aussi des rapports sur les accidents radiologiques et d'autres publications spéciales.

Des publications concernant la sûreté paraissent dans les collections **Documents techniques (TECDOC)** et **Cours de formation**, et en anglais uniquement dans les collections **IAEA Services Series**, **Practical Radiation Safety Manuals** et **Practical Radiation Technical Manuals**. Les publications concernant la sécurité paraissent dans la collection **IAEA Nuclear Security Series**.

STOCKAGE DÉFINITIF
DES DÉCHETS RADIOACTIFS
EN SURFACE
OU À FAIBLE PROFONDEUR

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

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

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».

© AIEA, 2005

Pour obtenir l'autorisation de reproduire ou de traduire des passages de la présente publication, s'adresser par écrit à l'Agence internationale de l'énergie atomique, Wagramer Strasse 5, B.P. 100, A-1400 Vienne (Autriche).

Imprimé par l'AIEA en Autriche
Mars 2005
STI/PUB/1073

COLLECTION
NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA No. WS-R-1

STOCKAGE DÉFINITIF
DES DÉCHETS RADIOACTIFS
EN SURFACE
OU À FAIBLE PROFONDEUR

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2005

CE VOLUME DE LA COLLECTION SÉCURITÉ
EST PUBLIÉ ÉGALEMENT
EN ANGLAIS, EN CHINOIS, EN ESPAGNOL ET EN RUSSE.

DROIT D'AUTEUR

Toutes les publications scientifiques et techniques de l'AIEA sont protégées par les dispositions de la Convention universelle sur le droit d'auteur adoptée en 1952 (Berne) et révisée en 1972 (Paris). Depuis, l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (Genève) a étendu le droit d'auteur à la propriété intellectuelle électronique et virtuelle. L'utilisation en totalité ou en partie de publications imprimées ou électroniques de l'AIEA est soumise à autorisation et fait habituellement l'objet d'un accord de redevances. Les propositions de reproductions ou de traductions non commerciales sont les bienvenues et seront examinées au cas par cas. Les demandes doivent être adressées par courriel à la Section d'édition de l'AIEA (sales.publications@iaea.org) ou par la poste à l'adresse suivante :

Unité de la vente et de la promotion des publications, Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Wagramer Strasse 5
B.P. 100
A-1400 Vienne
Autriche
Télécopie : +43 1 2600 29302
Téléphone : +43 1 2600 22417
<http://www.iaea.org/Publications/index.html>

STOCKAGE DÉFINITIF
DES DÉCHETS RADIOACTIFS
EN SURFACE OU À FAIBLE PROFONDEUR
AIEA, VIENNE, 2005
STI/PUB/1073
ISBN 92-0-204105-9
ISSN 1020-5829

AVANT-PROPOS

par Mohamed ElBaradei
Directeur général

Une des fonctions statutaires de l'AIEA est d'établir ou d'adopter des normes de sûreté destinées à protéger la santé, les personnes et les biens dans le cadre du développement et de l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques et de prendre des dispositions pour appliquer ces normes à ses propres opérations, ainsi qu'à celles pour lesquelles elle fournit une assistance et, à la demande des parties, aux opérations effectuées en vertu d'un accord bilatéral ou multilatéral ou, à la demande d'un État, à telle ou telle des activités de cet État dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Les organes consultatifs ci-après supervisent l'élaboration des normes de sûreté: Commission consultative pour les normes de sûreté (ACSS), Comité consultatif pour les normes de sûreté nucléaire (NUSSAC), Comité consultatif pour les normes de sûreté radiologique (RASSAC), Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives au transport (TRANSSAC) et Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives aux déchets (WASSAC). Les États Membres sont largement représentés au sein de ces comités.

Afin que les normes de sûreté puissent faire l'objet du consensus le plus large possible, elles sont aussi soumises à tous les États Membres pour observations avant d'être approuvées par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA (fondements de sûreté et prescriptions de sûreté) ou par le Comité des publications au nom du Directeur général (guides de sûreté).

Les normes de sûreté de l'AIEA n'ont pas force obligatoire pour les États Membres, mais ceux-ci peuvent, à leur discrétion, les adopter pour application, dans le cadre de leur réglementation nationale, à leurs propres activités. L'AIEA est tenue de les appliquer à ses propres opérations et à celles pour lesquelles elle fournit une assistance. Tout État souhaitant conclure un accord avec l'AIEA en vue d'obtenir son assistance pour le choix du site, la conception, la construction, les essais de mise en service, l'exploitation ou le déclassement d'une installation nucléaire ou toute autre activité est tenu de se conformer aux parties des normes qui se rapportent aux activités couvertes par l'accord. Quoiqu'il en soit, il appartient toujours aux États de prendre les décisions finales et d'assumer les responsabilités juridiques dans le cadre d'une procédure d'autorisation.

Bien que les normes de sûreté établissent une base essentielle pour la sûreté, il est aussi parfois nécessaire d'incorporer des prescriptions plus détaillées conformément à l'usage national. De surcroît, il y aura souvent des aspects particuliers qui devront être soumis, cas par cas, à l'appréciation de spécialistes.

La protection physique des produits fissiles et des matières radioactives, comme celle de la centrale nucléaire dans son ensemble, est mentionnée là où il convient, mais n'est pas traitée en détail; pour connaître les obligations des États à cet égard, il convient de se reporter aux instruments et aux publications pertinents élaborés sous les auspices de l'AIEA. Les aspects non radiologiques de la sécurité du travail et de la protection de l'environnement ne sont pas non plus explicitement examinés; il est admis que les États devraient se conformer aux obligations et aux engagements internationaux qu'ils ont contractés dans ce domaine.

Les prescriptions et recommandations présentées dans les normes de sûreté de l'AIEA peuvent n'être pas pleinement satisfaites par certaines installations anciennes. Il appartient à chaque État de statuer sur la manière dont les normes seront appliquées à ces installations.

Il convient d'attirer l'attention des États sur le fait que les normes de sûreté de l'AIEA, bien que n'étant pas juridiquement contraignantes, visent à faire en sorte que l'énergie nucléaire et les matières radioactives utilisées à des fins pacifiques le soient d'une manière qui permette aux États de s'acquitter des obligations qui leur incombent en vertu des principes du droit international et de règles recueillant l'assentiment général, tels que ceux qui concernent la protection de l'environnement. En vertu de l'un de ces principes, le territoire d'un État ne doit pas servir à des activités qui portent préjudice à un autre État. Les États sont donc tenus de faire preuve de prudence et d'observer des normes de conduite.

Comme toute autre activité, les activités nucléaires civiles menées sous la juridiction des États sont soumises aux obligations que les États contractent au titre de conventions internationales, en sus des principes du droit international généralement acceptés. Les États sont censés adopter au niveau national les lois (et la réglementation), ainsi que les normes et mesures dont ils peuvent avoir besoin pour s'acquitter efficacement de toutes leurs obligations internationales.

PRÉFACE

Les déchets radioactifs résultent de la production d'électricité d'origine nucléaire et de l'emploi de matières radioactives dans l'industrie, dans la recherche et en médecine. L'importance d'une gestion sûre des déchets radioactifs pour la protection de la santé humaine et de l'environnement est reconnue depuis longtemps, et une expérience considérable a été accumulée dans ce domaine.

Le programme de normes de sûreté pour les déchets radioactifs (RADWASS) de l'AIEA a pour objet de définir un ensemble cohérent et exhaustif de principes, de prescriptions et de recommandations pour la gestion sûre des déchets radioactifs, ainsi que les lignes directrices nécessaires à leur application, grâce à la publication, dans la collection Normes de sûreté de l'AIEA, d'un ensemble homogène de documents qui traduisent un consensus international. Les publications RADWASS offriront aux États Membres une série exhaustive de normes de sûreté approuvées à l'échelon international pour les aider à élaborer et à compléter leurs critères, normes et pratiques nationaux.

Les présentes prescriptions de sûreté énoncent les prescriptions fondamentales applicables au stockage définitif des déchets radioactifs dans des dépôts situés en surface ou à faible profondeur. Elles comprennent des prescriptions relatives à la protection de la santé humaine et aux procédures d'évaluation requises pour veiller à ce que la sûreté soit assurée, ainsi que des prescriptions techniques pour l'acceptation des déchets et pour le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation et la fermeture du dépôt et pour la phase post-fermeture. Ces prescriptions découlent des principes fondamentaux de gestion des déchets radioactifs énoncés dans la publication de la catégorie «Fondements de sûreté» intitulée «Principes de gestion des déchets radioactifs» (collection Sécurité n° 111-F). Des recommandations concernant l'application des prescriptions sont publiées dans un certain nombre de guides de sûreté complémentaires.

Les présentes prescriptions de sûreté ont été élaborées au cours d'une série de réunions de consultants et de réunions de comité technique et ont été revues par le Comité consultatif pour les Normes de sûreté relatives aux déchets (WASSAC), par la Commission consultative pour les Normes de sûreté (ACSS) et par les États Membres.

L'AIEA tient à remercier tous ceux qui ont contribué à la rédaction et à l'examen de ce document.

REMERCIEMENTS

L'AIEA tient à remercier les personnes ci-après qui ont collaboré à l'élaboration de la présente publication : K+. Bragg, Z. Dlouhy, P. Escalier Des Orres, J.M. Ferat, J. Greeves, C. Izabel, G. Jack, L. Johnson, C.H. Kang, M. Knapp, Y. Marque, S. Mobbs, I. Porter et N. Rydell.

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
	Généralités (1.1–1.4)	1
	Objectif (1.5).....	2
	Portée (1.6–1.7)	2
	Structure (1.8).....	2
2.	PRESCRIPTIONS RELATIVES À LA PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE ET DE L'ENVIRONNEMENT	3
	Généralités (2.1–2.3)	3
	Phase d'exploitation (2.4–2.5).....	4
	Phase post-fermeture (2.6–2.11).....	4
	Protection de l'environnement (2.12)	6
3.	ÉVALUATION DE SÛRETÉ ET CONFORMITÉ AUX PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ	6
	Généralités (3.1–3.7)	6
	Prescriptions pour les évaluations de sûreté (3.8–3.11).....	9
4.	PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ ORGANISATIONNELLES ET TECHNIQUES	9
	Généralités (4.1–4.2)	9
	Prescriptions spécifiques pour le stockage définitif en surface ou à faible profondeur (4.3–4.13)	10
	Liens d'interdépendance dans la production et la gestion des déchets radioactifs (4.14–4.15).....	12
5.	PRESCRIPTIONS CONCERNANT L'ACCEPTATION DES DÉCHETS	13
	Généralités (5.1).....	13
	Radionucléides contenus et prescriptions correspondantes (5.2–5.5).....	13
	Propriétés physiques, chimiques et biologiques (5.6–5.9).....	14

	Résistance au feu (5.10).....	15
	Configuration et identification (5.11–5.12).....	15
6.	CARACTÉRISTIQUES D'UN SITE ACCEPTABLE	15
	Généralités (6.1–6.2)	15
	Géologie (6.3).....	16
	Hydrogéologie (6.4–6.5)	16
	Géochimie (6.6)	16
	Tectonique et sismicité (6.7).....	16
	Phénomènes de surface (6.8–6.9).....	17
	Météorologie et climat (6.10).....	17
	Impact des activités humaines (6.11–6.12)	17
7.	CONCEPTION DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DÉFINITIF	18
8.	CONSTRUCTION	19
9.	EXPLOITATION	19
	Généralités (9.1–9.4)	19
	Contrôle de l'exploitation (9.5–9.7).....	20
	Mise en service (9.8)	21
	Réception des déchets (9.9–9.10)	21
	Mise en place des déchets (9.11)	22
	Contrôle des émissions(9.12)	22
	Préparation aux situations d'urgence(9.13)	22
	Recrutement et formation du personnel (9.14–9.15).....	22
	Dispositions relatives à la sécurité (9.16)	23
	Examens (9.17–9.18)	23
10.	FERMETURE	24
	Généralités (10.1–10.3)	24
	Le processus de fermeture (10.4–10.8)	25
11.	PHASE POST-FERMETURE	26
	Généralités (11.1–11.4)	26
	Contrôles actifs (11.5–11.9).....	27
	Contrôles passifs (11.10–11.11).....	28

12. ASSURANCE DE LA QUALITÉ	28
Généralités (12.1–12.3)	28
Choix du site (12.4)	29
Conception, construction et exploitation (12.5)	29
Acceptation des déchets (12.6–12.8)	29
Fermeture et post-fermeture (12.9)	30
Rôle de l'organisme de réglementation en matière d'assurance de la qualité (12.10)	30
RÉFÉRENCES	31
ANNEXE : CRITÈRES RELATIFS À LA DOSE ET AU RISQUE POUR LA PHASE POST-FERMETURE	33
RÉFÉRENCES CONCERNANT L'ANNEXE	35

1. INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS

1.1. Les déchets radioactifs, en tant que source de rayonnements ionisants, représentent un danger potentiel pour la santé humaine et doivent être gérés avec soin de façon que les risques qui y sont associés soient ramenés à des niveaux acceptables. Les principes de sûreté à appliquer sont énoncés dans la publication RADWASS de la catégorie «Fondements de sûreté» intitulée «Principes de gestion des déchets radioactifs» [1].

1.2. La présente publication de la catégorie «Prescriptions de sûreté» porte sur le stockage définitif de certains types de déchets radioactifs solides ou solidifiés qui sont mis en place dans des installations situées en surface ou à faible profondeur. L'expression «stockage définitif en surface ou à faible profondeur» englobe des options très diverses qui comprennent le stockage définitif dans des ouvrages artificiels de surface, dans de simples tranchées creusées à quelques mètres de profondeur, dans des casemates de béton et dans des cavités rocheuses aménagées à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Par contre, l'expression «stockage définitif en formation géologique» s'applique généralement au stockage définitif de déchets à plusieurs centaines de mètres de profondeur. Par «stockage définitif», on entend la mise en place de déchets dans des installations spécifiées et approuvées sans intention de les récupérer.

1.3. D'une manière générale, les déchets qui se prêtent au stockage définitif dans des dépôts en surface ou à faible profondeur sont ceux qui contiennent des radionucléides à courte période et de faibles concentrations de radionucléides à longue période [2]. Plusieurs pays stockent définitivement ce type de déchets dans des installations situées en surface ou à faible profondeur depuis des dizaines d'années. L'expérience montre qu'il s'agit d'une méthode réaliste et pratique qui permet d'isoler ces déchets de façon sûre et de protéger la santé humaine et l'environnement, moyennant une réglementation appropriée.

1.4. La vie d'un dépôt en surface ou à faible profondeur se décompose en trois phases : la phase préalable à l'exploitation, la phase d'exploitation et la phase post-fermeture. La première comprend les études nécessaires de choix du site et de conception et la période de construction du dépôt, la deuxième la période de fonctionnement du dépôt et sa fermeture, et la troisième toutes les activités

postérieures à la fermeture du dépôt (par exemple les périodes pendant lesquelles des contrôles actifs ou passifs sont maintenus). Les activités associées à chacune de ces phases devraient être exécutées conformément aux prescriptions de la présente publication et aux recommandations contenues dans les guides de sûreté RADWASS complémentaires [3, 4].

OBJECTIF

1.5. La présente publication a pour objet d'énoncer les prescriptions fondamentales dont l'expérience internationale a montré qu'elles étaient nécessaires pour assurer la sûreté des dépôts de déchets radioactifs en surface ou à faible profondeur.

PORTÉE

1.6. La présente publication a trait au stockage définitif des déchets radioactifs sous forme solide ou solidifiée dans des dépôts en surface ou à faible profondeur. Les déchets destinés à être placés dans ces dépôts sont en général caractérisés comme étant ceux dont l'activité est due en grande partie à des radionucléides à courte période et qui ont de faibles concentrations de radionucléides à longue période. La présente publication ne s'applique ni au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique, ni au stockage définitif des déchets produits par l'extraction et le traitement des minerais ou des déchets résiduels laissés sur le site après restauration.

1.7. Les prescriptions de sûreté figurant dans la présente publication valent pour les nouveaux projets de dépôts en surface ou à faible profondeur. Il est admis que les dépôts existants et les dépôts anciens ne satisfont peut-être pas à toutes les prescriptions énoncées ici. Les autorités nationales devraient examiner la sûreté des dépôts existants et anciens et déterminer si, compte tenu des prescriptions de sûreté ci-après, des améliorations s'imposent.

STRUCTURE

1.8. La présente publication est divisée en 12 sections. Celles-ci énoncent les prescriptions relatives à la protection de la santé humaine et de l'environnement (section 2); indiquent les moyens de démontrer la conformité aux prescriptions de sûreté (section 3); donnent un aperçu de l'organisation et des

responsabilités de chacune des parties concernées (section 4); contiennent une description des prescriptions techniques de sûreté pour chacune des principales composantes et activités — à savoir pour les déchets (section 5), pour le site (section 6), pour la conception des installations de stockage définitif (section 7), pour la construction (section 8), pour l'exploitation (section 9), pour la fermeture (section 10) et pour la phase post-fermeture (section 11) — et énoncent les prescriptions concernant l'assurance de la qualité pendant toutes les activités de stockage définitif (section 12). L'annexe examine brièvement certains aspects des critères de dose et de risque.

2. PRESCRIPTIONS RELATIVES À LA PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE ET DE L'ENVIRONNEMENT

GÉNÉRALITÉS

2.1. Pour gérer les déchets radioactifs de manière responsable, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures qui assureront la protection de la santé humaine et de l'environnement conformément à un système national de radioprotection appliquant les principes et prescriptions de gestion des déchets radioactifs et de radioprotection les plus récents agréés au plan international [1, 5–8]. Ces principes et prescriptions concernent toutes les activités associées au stockage définitif en surface ou à faible profondeur qui entraînent ou pourraient entraîner une radioexposition. Il faut particulièrement veiller à l'évaluation des diverses voies par lesquelles des personnes pourraient être exposées aux rayonnements pendant l'exploitation d'un dépôt et après sa fermeture, et à donner l'assurance que la protection contre cette exposition est conforme aux prescriptions établies.

2.2. Le stockage définitif des déchets radioactifs dans un dépôt en surface ou à faible profondeur fait partie de ce que la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) et les Normes fondamentales internationales (NFI) [6] définissent comme une pratique, et les considérations relatives à la radioprotection sont donc régies par les concepts de justification, d'optimisation et de limitation des doses. Il n'y a pas lieu de justifier séparément la production et la gestion des déchets radioactifs, car elles devraient avoir déjà été prises en considération dans la justification de

l'ensemble de la pratique engendrant des déchets. Les principes d'optimisation et de limitation des doses sont applicables [1].

2.3. Lors de la phase d'exploitation d'un dépôt en surface ou à faible profondeur, les prescriptions relatives à la protection radiologique et à la sécurité des travailleurs du dépôt et des personnes du public sont similaires à celles qui s'appliquent à d'autres installations en service dans lesquelles sont manipulées des matières radioactives. Toutefois, comme les dépôts de déchets radioactifs continueront de présenter un risque potentiel pour la santé humaine après leur fermeture, des prescriptions de sûreté particulières sont nécessaires pour protéger les générations futures.

PHASE D'EXPLOITATION

2.4. Les prescriptions nationales en matière de radioprotection doivent tenir dûment compte des NFI [6] et s'appliquer à la phase d'exploitation du dépôt.

2.5. En particulier, la protection radiologique des personnes qui sont exposées du fait des opérations effectuées dans le dépôt de déchets doit être optimisée, et les expositions des individus doivent être maintenues à l'intérieur des limites de dose. Les limites de dose pour l'exposition professionnelle des travailleurs et pour les personnes du public qui sont prescrites dans la réglementation nationale doivent être respectées pendant la phase d'exploitation d'un dépôt. Les valeurs entérinées au plan international pour ces limites figurent dans l'appendice complémentaire II des NFI [6].

PHASE POST-FERMETURE

2.6. Des critères de sûreté radiologique doivent être établis pour la phase post-fermeture. Ces critères doivent se rapporter à la dose, au risque ou à la fois à la dose et au risque. Le risque se définit comme le produit de la probabilité de recevoir une dose par la probabilité pour que la dose entraîne un effet nocif pour la santé. L'annexe contient une brève discussion sur les critères de dose et de risque. Des indicateurs de sûreté supplémentaires peuvent être jugés appropriés par l'organisme national de réglementation.

2.7. Pour certains modes d'évolution du dépôt considérés comme probables durant la phase post-fermeture, il faut concevoir le dépôt de telle manière que les projections des doses¹ ou des risques pour le public ne dépassent pas une

fraction appropriée de la limite de dose, à savoir 1 mSv/a, ou de son équivalent en termes de risque. La fraction appropriée, appelée contrainte de dose ou contrainte de risque, doit être déterminée par l'organisme de réglementation. Selon une recommandation récente de la CIPR, une valeur ne dépassant pas environ 0,3 mSv en un an serait appropriée dans ce contexte [8].

2.8. Il faut aussi envisager les situations où une exposition pourrait résulter d'événements peu vraisemblables affectant le dépôt, c'est-à-dire d'événements présentant un faible degré de probabilité. L'organisme de réglementation doit déterminer si les conséquences des événements peu vraisemblables devraient être comparées à une contrainte de risque, ou si la probabilité de ces événements et la dose correspondante devraient être examinées séparément [9].

2.9. Les doses ou les risques à comparer avec les critères de sûreté pour la phase post-fermeture doivent être évalués par référence au groupe critique, c'est-à-dire au groupe des individus susceptibles d'être exposés à la dose ou au risque le plus élevé, selon le cas. Il faut prendre en considération les expositions qui peuvent se produire dans le futur, et en conséquence le (les) groupe(s) critique(s) doi(ven)t être déterminé(s) sur la base d'une analyse des événements qui pourraient affecter le dépôt à un moment quelconque (voir aussi par. 3.10).

2.10. La sûreté à long terme des dépôts en surface ou à faible profondeur doit être assurée au moyen à la fois de caractéristiques favorables du site, de caractéristiques de conception techniques, d'une forme et d'un contenu appropriés des déchets, de procédures d'exploitation et de contrôles institutionnels. Le système de stockage définitif a pour fonction : en premier lieu, d'isoler les déchets de l'environnement accessible; en second lieu, de limiter les émissions de radionucléides qui atteignent l'environnement accessible; et, enfin, d'atténuer les conséquences de toute émission inacceptable dans l'environnement accessible. Le stockage définitif en surface ou à faible profondeur comprend habituellement la surveillance continue du site pendant une certaine période après la fermeture du dépôt, et pendant cette période la surveillance représente un facteur de sûreté important. Dans le cas des dépôts aménagés dans des cavités rocheuses à plusieurs dizaines de mètres

¹ Le terme «dose» s'entend de la somme de la dose effective due à une exposition externe pendant une période de temps donnée et de la dose effective engagée résultant de l'incorporation de radionucléides dans l'organisme pendant la même période.

de profondeur, il peut être possible d'assurer une sûreté adéquate dans la phase post-fermeture sans contrôles institutionnels actifs.

2.11. L'efficacité et la sûreté de l'isolement des déchets dépendent du comportement de l'ensemble du système de stockage définitif. Les contributions relatives des différentes composantes du système à la sûreté du dépôt dépendront de la formule de stockage définitif, des conditions propres au site et du temps écoulé depuis la fermeture. C'est pourquoi les prescriptions relatives à l'acceptation des déchets et la conception des barrières ouvragées seront normalement déterminées pour chaque site et arrangement de stockage et seront établies sur la base d'une évaluation spécifique de la sûreté du site. Toutefois, une autre solution consisterait à établir des prescriptions génériques pour l'acceptation des déchets et la conception des barrières, et à en établir d'autres, selon les besoins, pour les différents dépôts.

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

2.12. Le document de la catégorie «Fondements de sûreté» stipule que «les déchets radioactifs doivent être gérés de façon qu'un niveau acceptable de protection de l'environnement soit assuré» [1]. On peut normalement supposer que la protection des personnes contre le risque radiologique imputable aux déchets satisfait, moyennant une définition appropriée du groupe critique, à la nécessité de protéger l'environnement [1, 10]. Il faut aussi prendre en considération tous les impacts environnementaux non radiologiques des activités de gestion des déchets radioactifs, tels que la pollution chimique ou l'altération des habitats naturels.

3. ÉVALUATION DE SÛRETÉ ET CONFORMITÉ AUX PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ

GÉNÉRALITÉS

3.1. Avant la construction d'un dépôt, l'exploitant doit procéder à une évaluation exhaustive et systématique de la sûreté du dépôt envisagé pendant toute la durée de son exploitation et après sa fermeture. Cette évaluation de sûreté doit être examinée par l'organisme de réglementation. Celui-ci ne doit

autoriser l'exploitation d'un dépôt en surface ou à faible profondeur que lorsqu'il s'est convaincu, en se basant sur l'évaluation de sûreté et sur d'autres informations, que l'exploitant a démontré avec une assurance raisonnable qu'il sera satisfait aux critères de sûreté.

3.2. L'évaluation de sûreté visant à démontrer la conformité aux prescriptions de sûreté est un processus itératif et d'autres évaluations de sûreté seront sans doute nécessaires ultérieurement au cours de la phase préalable à l'exploitation, de la phase d'exploitation et de la phase post-fermeture du dépôt, compte tenu de l'expérience accumulée et des résultats donnés par la surveillance. La référence [4] contient des recommandations détaillées concernant l'évaluation de sûreté.

3.3. L'évaluation de sûreté est une procédure destinée à évaluer le comportement d'un système de stockage définitif et, en particulier, ses effets radiologiques potentiels sur la santé humaine et l'environnement. L'évaluation de la sûreté des dépôts en surface ou à faible profondeur comporte un examen de leurs effets, tant pendant l'exploitation qu'après fermeture. Des impacts radiologiques peuvent se produire après la fermeture en raison de phénomènes progressifs, tels qu'une dégradation des barrières, ou d'événements ponctuels qui risquent d'influer sur l'isolement des déchets. La probabilité d'une intrusion humaine par inadvertance peut être supposée négligeable durant la période où les contrôles institutionnels actifs sont considérés comme pleinement efficaces, mais il est possible qu'elle augmente par la suite. L'acceptabilité d'un dépôt dépendra, entre autres facteurs, des résultats des évaluations de sûreté, qui devraient permettre de donner une assurance raisonnable que le dépôt satisfera aux objectifs de conception et aux critères de sûreté.

3.4. Une évaluation de sûreté comprend :

- (a) Une estimation du comportement du système dans toutes les situations retenues;
- (b) Une appréciation du degré de confiance dans l'estimation du comportement;
- (c) Une évaluation globale de la conformité aux prescriptions de sûreté.

3.5. Pendant la phase d'exploitation et durant la période suivant la fermeture du dépôt où la surveillance est maintenue, il est facile de démontrer que les prescriptions de sûreté sont respectées et des mesures correctives peuvent être appliquées si besoin est. Lors de la planification et de la conception du dépôt,

il faut aussi se préoccuper de la sûreté pendant la période où les contrôles institutionnels actifs ne seront plus en vigueur ou seront supposés ne plus être pleinement efficaces. Pendant cette période, la démonstration de la conformité aux prescriptions de sûreté repose sur des évaluations actuelles de la robustesse et du comportement futur du système de stockage définitif. Les principaux moyens d'estimer le comportement durant cette période sont :

- (a) Une évaluation des situations retenues à l'issue d'un examen systématique des caractéristiques, des événements et des phénomènes susceptibles d'influer sur la sûreté du dépôt. On procède à cette évaluation en modélisant le comportement futur du système du dépôt, de son contenu et du milieu environnant;
- (b) Un examen de la performance prévue des différentes barrières et d'autres composantes du système de stockage définitif dans ces situations, compte tenu de la qualité de la conception et de la construction du dépôt.

3.6. L'assurance que le système de stockage définitif satisfera aux prescriptions de sûreté doit être fondée sur la nature et la qualité de la conception et de la construction du dépôt, ainsi que sur les résultats de l'évaluation de sûreté. Il faudrait montrer que le système est robuste et capable de résister aux effets de divers événements et défaillances possibles. La robustesse peut être obtenue par l'application de principes techniques et administratifs éprouvés qui tendent à éliminer ou à atténuer les effets des incertitudes.

3.7. En raison des incertitudes inhérentes aux prévisions concernant des événements futurs, le fait de procéder comme indiqué au paragraphe 3.5 ne peut donner l'assurance absolue qu'il sera satisfait aux critères de sûreté. On peut au mieux obtenir une assurance raisonnable que le système se comportera comme prévu et que, par conséquent, les critères de sûreté seront respectés. Le plus probable est que l'on obtiendra une assurance raisonnable de conformité en raisonnant de multiples façons, c'est-à-dire en ajoutant aux estimations quantitatives du comportement du dépôt des éléments qualitatifs démontrant que le dépôt assurera l'isolement des déchets comme prévu. Les éléments qui pourraient être pris en considération dans ce contexte sont par exemple les résultats d'études sur des analogues naturels, des éléments démontrant la robustesse de la conception et de la défense en profondeur, des analyses de valeurs limites ou valeurs enveloppes, et les résultats d'examens indépendants effectués par des confrères.

PRESCRIPTIONS POUR LES ÉVALUATIONS DE SÛRETÉ

3.8. Les événements et les phénomènes vraisemblables et peu vraisemblables à prendre en considération au cours des évaluations de sûreté doivent être déterminés ou approuvés par les autorités nationales chargées de la réglementation. Les résultats de l'évaluation de sûreté doivent être comparés avec les prescriptions de sûreté énoncées à la section 2.

3.9. Dans les évaluations de sûreté de la phase post-fermeture, on peut faire entrer en ligne de compte tous les contrôles qui seront exercés pendant la période des contrôles institutionnels (voir la section 11). Dans ce cas, ces contrôles, ainsi que la période pendant laquelle ils sont supposés être efficaces, doivent être spécifiés en tant que conditions dans la licence ou l'autorisation correspondante (voir la section 4).

3.10. Les évaluations des impacts d'un dépôt en surface ou à faible profondeur doivent reposer sur l'hypothèse que la biosphère locale ou régionale existante reçoit les substances radioactives relâchées. D'une manière générale, l'évaluation doit tenir compte des habitudes et des comportements humains actuels.

3.11. Les évaluations de sûreté doivent être bien documentées, conformément aux prescriptions nationales et aux recommandations internationales [4]. L'exploitant doit actualiser l'évaluation de sûreté en tenant compte de l'expérience effective, des modifications techniques importantes ou des nouvelles informations sur la sûreté qui pourraient influencer sur les conditions de la licence ou de l'autorisation en vigueur. L'évaluation de sûreté actualisée doit être examinée par l'organisme de réglementation.

4. PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ ORGANISATIONNELLES ET TECHNIQUES

GÉNÉRALITÉS

4.1. Le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation et la fermeture de nouveaux dépôts en surface ou à faible profondeur doivent être menés à bien conformément aux prescriptions de sûreté énoncées dans la

présente publication. Les autorités nationales doivent décider dans quelle mesure les prescriptions de sûreté sont applicables à l'exploitation et à la fermeture des dépôts en surface ou à faible profondeur existants.

4.2. Des mesures de sûreté appropriées doivent être prises aux plans organisationnel et technique afin que le système de stockage définitif soit conforme aux prescriptions de sûreté établies par les autorités nationales. La référence [11] indique les dispositions à prendre pour la mise en place d'un système national de gestion des déchets radioactifs. Les prescriptions concernant spécifiquement le stockage définitif des déchets radioactifs en surface ou à faible profondeur sont énoncées dans les paragraphes qui suivent.

PRESCRIPTIONS SPÉCIFIQUES POUR LE STOCKAGE DÉFINITIF EN SURFACE OU À FAIBLE PROFONDEUR

4.3. Le gouvernement national doit désigner les organismes qui participent à chaque phase de la mise en place du système de stockage définitif en surface ou à faible profondeur et qui en assument la responsabilité sur les plans technique, financier et juridique. Il nomme en particulier le (les) organisme(s) qui sera (seront) chargé(s) du contrôle du dépôt après sa fermeture si un tel contrôle est nécessaire.

4.4. En se fondant sur la politique et les stratégies nationales relatives au stockage définitif sûr des déchets radioactifs, l'organisme de réglementation doit publier et actualiser les règles, règlements, directives et critères nécessaires pour la procédure d'autorisation du stockage définitif en surface ou à faible profondeur, ainsi que les documents complémentaires requis. En ce qui concerne le stockage en surface ou à faible profondeur, l'organisme de réglementation doit s'acquitter de toutes les responsabilités pertinentes, telles qu'elles sont définies dans la référence [11].

4.5. L'exploitant d'un dépôt en surface ou à faible profondeur a la responsabilité générale de la sûreté du dépôt et doit exécuter les évaluations de sûreté et les activités nécessaires pour le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation et la fermeture et appliquer toutes les mesures qui s'imposent après la fermeture en se conformant aux prescriptions de sûreté et au cadre juridique national. Il doit imposer les prescriptions nécessaires concernant l'acceptation des déchets qui seront expédiés par les producteurs de déchets (ou les propriétaires des déchets, si ce ne sont pas les mêmes), y compris les exploitants des installations de gestion de déchets avant stockage

définitif. L'exploitant doit effectuer ou faire effectuer des travaux de recherche-développement dans la mesure nécessaire pour assurer la sûreté du dépôt.

4.6. Pour vérifier la conformité aux prescriptions d'assurance de la qualité, notamment à celles concernant l'acceptation des déchets, l'exploitant du dépôt doit, chaque fois que cela est possible, procéder périodiquement à un examen des procédures des producteurs de déchets. L'organisme de réglementation devrait vérifier que ces procédures permettent réellement d'assurer la conformité aux prescriptions.

4.7. En cas de dysfonctionnement du système de stockage définitif ou d'erreur de conception susceptible de compromettre la sûreté du dépôt, l'exploitant doit informer à temps l'organisme de réglementation et entreprendre des actions correctives si besoin est.

4.8. Pour assurer une gestion sûre du dépôt, l'exploitant doit, avant que le stockage définitif ne commence, démontrer que des dispositions financières adéquates sont prévues pour toutes les phases des activités de stockage définitif, y compris le contrôle institutionnel après fermeture s'il est nécessaire. Ces dispositions doivent être réexaminées régulièrement pendant la durée d'exploitation du dépôt et ajustées si besoin est.

4.9. L'exploitant doit tenir des dossiers comme spécifié par l'organisme de réglementation. Si la responsabilité d'un dépôt est transférée à une autre partie, l'exploitant précédent doit communiquer à son successeur toutes les informations pertinentes indispensables pour poursuivre les opérations de manière satisfaisante et finaliser d'éventuelles mesures pour la phase post-fermeture. Le successeur doit examiner ces informations et obtenir de l'organisme de réglementation l'approbation voulue pour assumer la responsabilité du dépôt.

4.10. Conformément aux prescriptions applicables de l'organisme de réglementation, l'exploitant doit présenter ou mettre à disposition les documents qui touchent à la sûreté du dépôt.

4.11. Le producteur de déchets doit veiller à ce que les colis de déchets soient caractérisés et soient conformes aux prescriptions établies par l'organisme de réglementation et l'exploitant du dépôt en surface ou à faible profondeur.

4.12. Le producteur de déchets doit s'assurer et certifier que la livraison des colis de déchets à l'exploitant s'effectue d'une manière et sous une forme qui sont conformes aux spécifications fournies par l'exploitant, aux prescriptions de l'organisme de réglementation et aux prescriptions applicables au transport [12].

4.13. Le producteur de déchets doit communiquer toutes les informations nécessaires à l'exploitant, dûment accompagnées d'une documentation, soit au moment de la livraison des déchets, soit selon une autre procédure appropriée qui pourra être convenue.

LIENS D'INTERDÉPENDANCE DANS LA PRODUCTION ET LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

4.14. Il existe des liens d'interdépendance entre les étapes fondamentales de la gestion des déchets qui conduisent de la production des déchets à leur stockage définitif (comme le prétraitement, le traitement, l'entreposage et le conditionnement). Les décisions concernant une étape particulière de la gestion des déchets doivent être prises en tenant dûment compte des impacts et/ou des besoins qui en résulteront aux autres étapes que comporte un stockage définitif sûr.

4.15. Pour appliquer la prescription ci-dessus, il faut instaurer une coordination des activités, y compris l'échange d'informations, entre les producteurs de déchets, l'exploitant du dépôt et l'organisme de réglementation, conformément à la réglementation nationale. Ceci vaut en particulier pour l'échange et l'examen de documents tels que ceux concernant les critères établis par l'organisme de réglementation et les spécifications établies par l'exploitant, et des documents techniques communiqués par le producteur de déchets. L'expérience passée et les tendances nouvelles dans les domaines de la gestion et du stockage définitif des déchets doivent être prises en compte dans la réglementation et dans les pratiques suivies.

5. PRESCRIPTIONS CONCERNANT L'ACCEPTATION DES DÉCHETS

GÉNÉRALITÉS

5.1. Les conditions d'acceptation des déchets aux fins de leur stockage définitif dans le dépôt doivent être spécifiées. Ces prescriptions doivent, soit être spécifiées de manière générique par l'organisme de réglementation, soit être élaborées par l'exploitant sur la base d'études génériques ou d'évaluations spécifiques de la sûreté du site, compte tenu des critères radiologiques appropriés, des conditions d'exploitation, de la durée prévue des contrôles institutionnels actifs et des caractéristiques requises des systèmes naturels et artificiels. Si les prescriptions concernant l'acceptation des déchets sont élaborées par l'exploitant, elles doivent être examinées et approuvées par l'organisme de réglementation. Une fois établies, les prescriptions doivent être imposées aux producteurs de déchets ou aux entreprises chargées de l'expédition des déchets vers le dépôt. Les éléments importants des prescriptions relatives à l'acceptation des déchets sont indiqués dans les paragraphes qui suivent.

RADIONUCLÉIDES CONTENUS ET PRESCRIPTIONS CORRESPONDANTES

5.2. Il faut, lorsqu'il y a lieu, fixer les limites autorisées pour les quantités et/ou les concentrations de radionucléides dans chaque colis de déchets et dans l'ensemble du dépôt. Les limites autorisées doivent être déterminées par des méthodes appropriées d'évaluation de la sûreté [4, 13].

5.3. Le type, les caractéristiques et les quantités de radionucléides présents dans les colis de déchets doivent être déterminés et consignés dans des documents avec la précision nécessaire pour donner une assurance raisonnable que les limites autorisées sont respectées. Les méthodes de détermination de l'activité des radionucléides dans les formes de déchets doivent être approuvées par les autorités nationales.

5.4. Les débits de dose externes et la contamination superficielle des colis de déchets (ou de tout suremballage utilisé pendant le transport) doivent être conformes aux prescriptions applicables au transport [12] et à toutes autres

valeurs calculées aux fins de la protection radiologique des travailleurs au dépôt de déchets (voir également par. 4.12 et 5.11).

5.5. Les déchets volumineux ou encombrants, tels que sol ou gravats de démolition contaminés, sont quelquefois stockés définitivement sans emballage. Si cette pratique est adoptée, il convient de se conformer aux prescriptions nationales de sûreté.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

5.6. Les colis de déchets doivent être conçus et construits de manière à avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les sollicitations de calcul dans le dépôt en surface ou à faible profondeur, et être capables de résister, sans dommage inacceptable, à tout accident pouvant être raisonnablement envisagé au cours de la phase d'exploitation.

5.7. Les déchets peuvent être le siège de phénomènes chimiques, biologiques ou radiolytiques entraînant la production de gaz et/ou de chaleur, une corrosion (avec accumulation de produits de dégradation dangereux) et un gonflement des matières, selon le contenu des déchets. Des prescriptions doivent être établies afin que ces phénomènes et produits n'affaiblissent pas de manière inacceptable les caractéristiques de sûreté et de confinement des colis de déchets ou des barrières. Les caractéristiques physiques et chimiques des matières contenues dans les colis de déchets doivent faire l'objet d'une documentation appropriée afin que ces aspects soient pris en compte comme il convient dans les évaluations de sûreté.

5.8. La quantité de liquides libres dans les colis de déchets doit être limitée. Il n'est pas nécessaire que le déchet ou la forme de déchet soit complètement sec, mais il faut que sa teneur en eau éventuelle ne compromette pas l'isolement des déchets radioactifs dans le dépôt.

5.9. Le stockage définitif des matières pouvant présenter des dangers chimiques ou biologiques doit satisfaire à la réglementation applicable, et leurs propriétés doivent être prises en compte dans les analyses de sûreté.

RÉSISTANCE AU FEU

5.10. Des prescriptions pour l'acceptation des déchets doivent être établies en ce qui concerne la combustibilité, la pyrophoricité et d'autres propriétés des colis de déchets afin d'atténuer les effets potentiels d'un incendie et de limiter sa propagation d'un colis à l'autre.

CONFIGURATION ET IDENTIFICATION

5.11. Les colis de déchets doivent être compatibles avec les équipements de manutention, de transport et de mise en place et être conformes aux prescriptions de transport applicables [12] (voir aussi par. 4.12 et 5.4).

5.12. Une identification des colis est nécessaire pour permettre leur manipulation sûre, leur mise en place, leur enregistrement, le contrôle de leur activité et la certification de leur conformité aux spécifications prescrites. Les colis de déchets destinés à être placés dans un dépôt en surface ou à faible profondeur doivent donc porter chacun une marque identificatoire appropriée.

6. CARACTÉRISTIQUES D'UN SITE ACCEPTABLE

GÉNÉRALITÉS

6.1. Le système de stockage définitif des déchets doit assurer l'isolement des déchets et la limitation des émissions de radionucléides dans la mesure nécessaire pour que les effets potentiels du stockage des déchets sur les humains et l'environnement se situent dans des limites acceptables et que l'objectif global de sûreté (section 2) soit atteint, compte tenu des caractéristiques des déchets, des contrôles institutionnels, des barrières artificielles et naturelles que comporte le site.

6.2. Les caractéristiques du site doivent être prises en compte dans l'évaluation de la sûreté et la conception du dépôt. Pour déterminer les caractéristiques du site qui sont importantes pour l'évaluation de la conception et de la sûreté, il faut au minimum considérer les aspects suivants : géologie,

hydrogéologie, géochimie, tectonique et sismicité, phénomènes de surface, météorologie, climat et impact des activités humaines [3].

GÉOLOGIE

6.3. Le site choisi doit se trouver dans une région dont les caractéristiques géologiques sont susceptibles de satisfaire aux prescriptions énoncées dans la section 2 et au paragraphe 6.1 et de contribuer à la stabilité du système de stockage définitif.

HYDROGÉOLOGIE

6.4. Les facteurs favorables pour le choix d'un site comprennent notamment les caractéristiques qui réduisent le mouvement des radionucléides du site vers l'environnement accessible.

6.5. Il faut implanter le dépôt de manière à empêcher une contamination radioactive inacceptable des eaux souterraines, compte tenu de la conception du dépôt ainsi que de l'utilisation actuelle et de l'utilisation future probable de ces ressources.

GÉOCHIMIE

6.6. Il faut examiner dans quelle mesure les caractéristiques géochimiques des eaux souterraines et des milieux géologiques du site peuvent contribuer à limiter la migration des radionucléides à partir du dépôt. Par ailleurs, ces caractéristiques ne devraient pas compromettre la longévité des barrières artificielles.

TECTONIQUE ET SISMICITÉ

6.7. La tectonique et la sismicité du site et, éventuellement, de la région doivent être telles que des phénomènes et événements tectoniques importants, tels que formation de failles, activité sismique ou volcanisme, ne devraient pas se produire avec une intensité qui compromettrait la capacité d'isolement requise du dépôt.

PHÉNOMÈNES DE SURFACE

6.8. La fréquence et l'intensité des phénomènes qui affectent la stabilité géomorphologique, comme les inondations, l'érosion, les glissements de terrain ou l'altération des roches, doivent être telles qu'elles n'influencent pas sensiblement sur la capacité du système de stockage définitif d'isoler les déchets radioactifs.

6.9. Dans le cas des installations de stockage de niveau avec le sol ou construites sur le sol, le site doit être bien drainé et avoir des caractéristiques topographiques et hydrologiques telles qu'il présente peu de risques d'inondation. Les incidences des réservoirs d'eau en surface, existants ou en projet, et de toute modification attendue du drainage des eaux de surface qui pourrait affecter les conditions d'écoulement des eaux souterraines au voisinage du dépôt, doivent faire l'objet d'une évaluation pendant la période nécessaire qui aura été indiquée ou approuvée par l'organisme de réglementation.

MÉTÉOROLOGIE ET CLIMAT

6.10. Les caractéristiques climatiques du site, en particulier les précipitations et l'évaporation, ainsi que les effets potentiels des conditions météorologiques extrêmes à prévoir doivent faire l'objet d'une évaluation visant à déterminer leur impact sur la conception du dépôt et sur l'écoulement des eaux aux alentours. Il faudrait tenir compte des effets possibles d'éventuels changements climatiques durant la phase post-fermeture.

IMPACT DES ACTIVITÉS HUMAINES

6.11. Le site de stockage définitif doit être choisi de telle sorte que les activités que l'on peut raisonnablement prévoir sur le site ou à proximité du site ne risquent pas de compromettre la capacité d'isolement du dépôt. Il faut tenir compte en particulier du potentiel du site et de ses environs immédiats en termes de ressources et de développement.

6.12. De bonnes voies d'accès doivent être construites et entretenues pour permettre le transport des déchets jusqu'au site. L'utilisation des terres et le régime de propriété foncière doivent être pris en compte lorsqu'on considère

les activités prévisibles de développement et de planification régionale dans la zone considérée.

7. CONCEPTION DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DÉFINITIF

7.1. Il faut concevoir le dépôt de manière à assurer un isolement adéquat des déchets stockés pendant la période requise, en tenant compte des caractéristiques des déchets, des caractéristiques du site et des prescriptions de sûreté applicables au dépôt.

7.2. La conception du dépôt doit réduire le plus possible la nécessité d'assurer une maintenance active après la fermeture du site et renforcer les caractéristiques naturelles du site afin de réduire tout impact sur l'environnement. La conception doit prendre en compte les prescriptions relatives à l'exploitation, le plan de fermeture (voir par. 10.2) et les autres facteurs qui contribuent à l'isolement des déchets et à la stabilité du dépôt, comme la protection des déchets contre des événements externes.

7.3. Les installations de stockage définitif en surface ou à faible profondeur peuvent comporter des barrières artificielles qui, avec le terrain d'accueil et le milieu environnant, isolent les déchets des êtres humains et de l'environnement. Les barrières artificielles comprennent l'emballage des déchets et les ouvrages tels que casemates, couvertures, revêtements, colmatages et remblais destinés à empêcher ou à retarder la migration des radionucléides du dépôt vers le milieu environnant.

7.4. Bien que l'on entende habituellement par «stockage définitif» la mise en place de déchets dans un lieu approuvé sans intention de les récupérer, certaines juridictions peuvent néanmoins exiger que le dépôt soit conçu de façon qu'une récupération soit possible. Dans ce cas, il faudra que, lors de la conception, cette exigence soit prise en considération d'une manière qui ne compromette pas le comportement à long terme du système.

7.5. La conception d'un dépôt en surface ou à faible profondeur doit permettre l'exécution d'un programme de surveillance destiné à vérifier la capacité de confinement du système de stockage définitif pendant l'exploitation et, si besoin est, après la fermeture du dépôt. Les mesures de

surveillance ne doivent pas compromettre le comportement à long terme du système.

8. CONSTRUCTION

8.1. La construction d'un dépôt en surface ou à faible profondeur comprend des activités telles que la préparation du site, la construction de bâtiments et de structures, les travaux d'excavation initiaux et l'aménagement de tranchées ou de modules de stockage ainsi que de réseaux de drainage, le creusement de cavités dans la roche, la construction d'aménagements souterrains et l'installation éventuelle de systèmes de surveillance.

8.2. Les travaux de construction ne doivent commencer qu'après que l'autorisation appropriée a été donnée par l'organisme de réglementation, c'est-à-dire, en général, après l'approbation du projet détaillé, l'achèvement des procédures d'autorisation nécessaires et l'établissement d'un programme approprié d'assurance de la qualité. La construction peut se poursuivre tout au long de la phase d'exploitation afin de créer de l'espace de stockage supplémentaire pour les déchets qui continuent d'arriver. Toute modification de la conception du dépôt qui se révèle nécessaire en cours de construction doit être soumise à approbation réglementaire.

8.3. Les travaux de construction sont liés en partie à la sûreté. Cela doit être précisé dans le projet détaillé avec toutes les spécifications voulues pour les matériaux, les technologies et les méthodes de contrôle. Si les travaux de construction se poursuivent pendant la phase d'exploitation, il faut prendre des dispositions pour préserver l'intégrité de la partie opérationnelle du dépôt.

9. EXPLOITATION

GÉNÉRALITÉS

9.1. L'exploitation d'un dépôt en surface ou à faible profondeur comprend la mise en service, la réception et la mise en place des déchets, les travaux

d'ingénierie et toutes les tâches connexes, qui peuvent inclure l'entreposage provisoire ou le conditionnement définitif des déchets conformément aux hypothèses de la conception et aux conditions énoncées dans les licences ou les autorisations accordées par l'organisme de réglementation. L'exploitation ne doit pas commencer avant que l'autorisation n'ait été accordée par l'organisme de réglementation.

9.2. Pour assurer la sûreté de l'exploitation, il faut appliquer des principes techniques et administratifs reconnus. Il faut, en particulier, maintenir un contrôle approprié pendant la mise en service de l'installation et lors de la réception et de la mise en place des déchets. Il faut recruter et former du personnel ayant les qualifications voulues et prendre des dispositions efficaces en matière de sécurité.

9.3. L'organisme de réglementation doit donner les directives nécessaires pour établir un programme de surveillance de l'environnement, notamment de surveillance des émissions et de l'exposition externe, et pour évaluer l'impact des opérations sur l'environnement. Il doit, au moyen d'inspections sur le site, veiller à ce que les opérations soient effectuées conformément aux procédures établies telles qu'elles sont spécifiées ou mentionnées dans la licence ou l'autorisation pertinente et dans la réglementation existante.

9.4. L'exploitant doit, pendant la phase d'exploitation du dépôt, enregistrer les informations qui seront utilisées pour son exploitation ou à l'une quelconque des phases ultérieures. Les informations essentielles doivent être conservées conformément aux prescriptions de l'organisme de réglementation. Elles doivent porter au minimum sur l'identification des conteneurs, l'emplacement des colis de déchets, les radionucléides contenus, les principales caractéristiques des déchets et la désignation de leurs expéditeurs et de leurs producteurs. Il faut se préoccuper de la forme sous laquelle seront tenus les dossiers de façon que les informations soient accessibles lorsqu'on en a besoin, sans interruption ni perte.

CONTRÔLE DE L'EXPLOITATION

9.5. L'exploitant doit élaborer une série de règles, comportant des limites et des conditions, pour veiller à ce que le dépôt soit exploité de manière sûre conformément à la réglementation nationale. Ces règles doivent tenir compte :

- (a) Des critères de protection pour les travailleurs professionnellement exposés et les personnes du public, en exploitation normale et en cas d'accident;
- (b) Des limites postulées dans l'évaluation de sûreté;
- (c) Des prescriptions réglementaires concernant l'exploitation.

9.6. Les opérations doivent être menées conformément aux procédures et aux instructions écrites afin que les limites et conditions définies soient respectées. L'exploitant doit veiller à ce que les travailleurs se conforment scrupuleusement et correctement à ces procédures et instructions. De cette manière, la sûreté recevra l'attention voulue, en particulier lorsque le matériel ou les procédures d'exploitation sont modifiés.

9.7. L'exploitant doit établir des procédures concernant les actions prescrites dans les cas suivants :

- (a) Situations d'urgence ou événements exceptionnels;
- (b) Réception de déchets jugés non conformes aux prescriptions relatives à l'acceptation.

Les procédures doivent préciser à quel moment il convient de faire rapport à l'organisme de réglementation.

MISE EN SERVICE

9.8. L'exploitant doit, avant de procéder aux opérations régulières de stockage définitif, exécuter un programme de mise en service, afin de s'assurer que le dépôt et les équipements qui y sont installés fonctionnent comme spécifié dans le projet approuvé.

RÉCEPTION DES DÉCHETS

9.9. L'exploitant doit veiller à ce que seuls soient acceptés, en vue de leur stockage définitif, les déchets qui sont conformes aux prescriptions relatives à l'acceptation, telles qu'il les a établies lui-même et telles qu'elles ont été approuvées par l'organisme de réglementation.

9.10. Les producteurs de déchets doivent fournir à l'exploitant du dépôt, par un moyen dont ils sont convenus, des informations attestant que chaque envoi

de déchets a été ou peut être accepté comme étant conforme aux prescriptions relatives à l'acceptation. Les informations doivent comprendre notamment toutes celles qui sont nécessaires pour les décisions opérationnelles concernant les moyens à employer pour la manutention des déchets dans le dépôt. Le producteur de déchets doit fournir avec chaque envoi la documentation requise par l'exploitant ou par l'organisme de réglementation.

MISE EN PLACE DES DÉCHETS

9.11. Les déchets doivent être mis en place en tenant compte des limites et des conditions établies, conformément aux procédures et consignes d'exploitation, et d'une manière qui soit compatible avec la conception du dépôt.

CONTRÔLE DES ÉMISSIONS

9.12. L'exploitant doit être responsable de l'instauration et du maintien d'une surveillance adéquate aux fins de la mesure des émissions radioactives pendant l'exploitation du dépôt, et il doit prendre les mesures nécessaires pour que les prescriptions établies par les autorités nationales soient respectées. Il faut tenir dûment compte des principes directeurs relatifs au contrôle des émissions qui figurent dans la réf. [6].

PRÉPARATION AUX SITUATIONS D'URGENCE

9.13. L'exploitant doit élaborer des plans d'urgence sur le site et, si besoin est, hors du site. Ces plans d'urgence doivent être testés à des intervalles appropriés conformément à la réglementation nationale.

RECRUTEMENT ET FORMATION DU PERSONNEL

9.14. L'exploitant doit définir et analyser les tâches et activités à exécuter en vue de l'exploitation sûre du dépôt. Il doit mettre en place une structure administrative et définir clairement les responsabilités et les attributions du personnel. Il faut déterminer l'effectif approprié ainsi que les qualifications et l'expérience voulues pour occuper les postes à tous les échelons pertinents de l'organisation. L'exploitant doit veiller à ce que le personnel recruté ait les

compétences voulues et assurer un niveau de compétences uniforme dans toutes les disciplines requises.

9.15. Il faut établir un programme de formation afin qu'à tous les niveaux le personnel concerné par l'exploitation du dépôt aient les compétences requises. Ce programme doit définir les activités qui sont importantes pour la sûreté, permettre l'acquisition des connaissances et de l'expérience pratique nécessaires à ces activités et promouvoir le développement d'une culture de sûreté (voir réf. [11]). Il doit être actualisé régulièrement afin d'incorporer les enseignements tirés de l'analyse du comportement du système, des incidents rencontrés, des grandes modifications effectuées et du comportement du personnel. Une formation permanente doit être assurée pendant l'exploitation du dépôt afin de réduire le plus possible le risque d'erreur humaine. Le programme de formation doit être conçu de telle manière que le personnel d'exploitation ait une très bonne connaissance des caractéristiques de conception du dépôt qui sont importantes pour la sûreté.

DISPOSITIONS RELATIVES À LA SÉCURITÉ

9.16. Toutes les précautions raisonnables doivent être prises pour empêcher que des personnes n'exécutent des actions non autorisées qui compromettent la sûreté du dépôt. Il faut prendre des dispositions pour faire en sorte que seules les personnes désignées aient accès au site et pour détecter et empêcher toute entrée non autorisée dans les zones sensibles du point de vue de la sécurité. La portée des mesures de sécurité doit être en rapport avec le dommage potentiel au dépôt ou aux déchets. Des arrangements et une liaison appropriée doivent être établis avec les autorités compétentes pour pouvoir obtenir une assistance en temps utile.

EXAMENS

9.17. Conformément aux prescriptions réglementaires, l'exploitant doit procéder à des examens et à des mises à jour périodiques et systématiques de toutes les évaluations de sûreté du dépôt et du plan de fermeture à soumettre, pour approbation ou information, à l'organisme de réglementation. Lorsque cela est nécessaire, la sûreté du dépôt doit être réévaluée. Il faut également procéder à des examens périodiques et systématiques de toutes les dispositions et de tous les documents concernant :

- (a) L'exploitation du dépôt;
- (b) L'évaluation de l'impact sur l'environnement;
- (c) La limitation de la dose de rayonnement aux travailleurs professionnellement exposés et au public.

9.18. Par ailleurs, conformément aux prescriptions réglementaires, des examens doivent être effectués par l'exploitant et soumis à l'organisme de réglementation concernant les responsabilités, les résultats des enquêtes de qualité, les conditions d'exploitation, y compris les essais expérimentaux, la fréquence des prélèvements et analyses d'échantillons de l'environnement, la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles et la tenue de dossiers. Il faut examiner la fréquence avec laquelle ces examens doivent être effectués.

10. FERMETURE

GÉNÉRALITÉS

10.1. La fermeture d'un dépôt est une action systématique qui est exécutée lorsque la réception des déchets a cessé et que les opérations de mise en place de ces déchets ont été menées à bien avec l'intention de donner une configuration définitive au système de stockage.

10.2. Au plus tard avant le début des opérations de fermeture, l'exploitant doit soumettre à l'organisme de réglementation un plan de fermeture détaillé et obtenir son approbation avant de l'exécuter. Ce plan doit comprendre une évaluation de sûreté à jour basée sur les données pertinentes disponibles et indiquant que le comportement du dépôt après sa fermeture sera sûr. Il doit décrire en particulier tous les contrôles prévus après la fermeture, notamment le plan de contrôle radiologique, le programme de surveillance et le système de tenue des dossiers, et il doit désigner l'organisme responsable de leur mise en œuvre (voir la section 11).

10.3. Le plan de fermeture doit décrire la méthode, y compris les matériaux et les techniques qui seront employés et les résultats escomptés. La méthode de fermeture doit être optimisée compte tenu des matériaux et des techniques disponibles, de manière à accroître la confiance dans l'évaluation de la sûreté.

LE PROCESSUS DE FERMETURE

10.4. Le processus de fermeture doit comprendre la décontamination et le retrait ou le scellement des structures, systèmes ou équipements redondants, le stockage définitif des déchets de décontamination, la mise à jour des archives relatives au stockage définitif ainsi que la mise en œuvre ou la poursuite de la surveillance, si besoin est.

10.5. Dans le cas du stockage sur la surface du sol ou près de la surface, la fermeture peut comporter la mise en place d'une couverture définitive sur le système ou la structure de stockage, alors que, pour le stockage dans un tunnel ou dans une cavité rocheuse, elle peut consister à sceller les voies d'accès ouvragées telles que puits ou galeries.

10.6. Le plan de fermeture doit tenir compte, le cas échéant, de la nécessité d'entretenir et de réparer les éléments accessibles du dépôt pendant la période des contrôles institutionnels éventuels, conformément au principe selon lequel il convient de ne pas imposer de contraintes excessives aux générations futures [1].

10.7. Le processus de fermeture doit inclure la compilation de toutes les informations enregistrées au cours des phases précédentes qui pourraient être nécessaires pour d'éventuelles mesures correctives dans l'avenir ou pour une réévaluation de la sûreté du dépôt si elle se justifie ultérieurement. Certaines de ces informations seront également nécessaires pour que les générations futures connaissent l'existence du site.

10.8. Après l'achèvement des activités de fermeture, l'organisme de réglementation doit, conformément à la réglementation nationale, confirmer que les activités ont été exécutées de manière acceptable et que le dépôt fermé est dans l'état voulu, que la documentation appropriée est disponible et que des dispositions ont été prises pour les contrôles après la fermeture.

11. PHASE POST-FERMETURE

GÉNÉRALITÉS

11.1. Autant qu'il est raisonnable, et conformément au principe selon lequel il convient de ne pas imposer de contraintes excessives aux générations futures [1], la sûreté d'un dépôt fermé ne doit pas reposer sur des contrôles institutionnels qui nécessitent des mesures actives étendues et continues. Toutefois, en maintenant des contrôles après la fermeture d'un dépôt, on peut renforcer la sûreté, notamment en empêchant les intrusions. Les contrôles peuvent être actifs — par exemple contrôle radiologique, surveillance (et, si besoin est, mesures correctives) — ou passifs — par exemple contrôle de l'utilisation du terrain — ou les deux à la fois. Les dispositions qui suivent doivent s'appliquer à tous les contrôles de ce type qui sont prévus.

11.2. La nature et la durée maximum des contrôles conçus comme un moyen d'assurer le respect des critères de sûreté doivent être spécifiées ou approuvées par l'organisme de réglementation. Pour choisir cette période, il faut tenir compte de la décroissance radioactive des déchets et du danger potentiel qu'ils représentent, des activités projetées et des antécédents en matière de conservation de l'information.

11.3. La durée et l'efficacité des contrôles actifs et passifs doivent être prises en compte dans l'évaluation de la sûreté du dépôt. L'exploitant doit apporter la preuve que, dans la période qui suit la levée des contrôles du dépôt, les conséquences radiologiques d'événements qui pourraient avoir une incidence sur sa capacité d'isolement et/ou de confinement seront conformes aux prescriptions de sûreté.

11.4. Le ou les organismes chargés d'assurer les contrôles actifs ou passifs doivent être clairement identifiés. Comme il est indiqué dans les paragraphes qui suivent, l'organisme responsable doit effectuer les contrôles tels qu'ils sont définis dans le plan de fermeture de manière à empêcher les intrusions dans le dépôt, à assurer, s'il y a lieu, la maintenance du dépôt, à surveiller l'état du dépôt ainsi que de l'environnement local, à conserver les dossiers et à prendre des mesures correctives si besoin est.

CONTRÔLES ACTIFS

11.5. Certains pays ont adopté des contrôles actifs destinés à être appliqués sur une période allant de plusieurs dizaines à quelques centaines d'années. L'organisme de réglementation peut, de sa propre initiative ou lorsque la loi le requiert, exiger que les contrôles actifs se poursuivent, afin de donner une assurance accrue que le site est conforme à la législation et à la réglementation nationales.

11.6. L'organisme responsable doit prendre des mesures pour réduire l'accès au site des personnes, des animaux et des plantes qui pourraient, par leur intrusion, compromettre le système d'isolement.

11.7. L'organisme responsable doit mettre en œuvre un programme de maintenance approprié. La maintenance du système de stockage définitif peut nécessiter à la fois des travaux courants et des travaux exceptionnels. La maintenance préventive courante ou programmée peut comporter des activités telles que l'inspection périodique des systèmes de drainage pour s'assurer qu'ils continuent de fonctionner, l'entretien de la couverture végétale, l'élimination des plantes susceptibles de s'enraciner en profondeur si elles risquent de porter atteinte à l'intégrité de la couverture, l'inspection périodique et éventuellement la réparation des clôtures de sécurité, et la maintenance (et, si besoin est, le remplacement) des instruments. Des travaux exceptionnels peuvent être nécessaires pour réparer les dommages dus à l'érosion dans des conditions climatiques particulièrement rigoureuses, les dégâts causés par les animaux fouisseurs ou d'autres dégradations des barrières accessibles.

11.8. L'organisme responsable doit mettre en œuvre un programme approprié de contrôle après la fermeture, qui doit être approuvé par l'organisme de réglementation. Ce programme doit comprendre :

- (a) Un contrôle radiologique et non radiologique du dépôt et de la zone environnante, afin de vérifier l'absence d'impact radiologique inacceptable (par exemple, en ce qui concerne, le cas échéant, les limites relatives aux lixiviats), et de confirmer, dans la mesure du possible, les hypothèses de l'évaluation de sûreté;
- (b) D'autres mesures des paramètres du système afin de confirmer que le comportement du système d'isolement est conforme aux prévisions.

11.9. Si une émission non programmée de matières radioactives dans l'environnement est détectée, des mesures d'intervention doivent être prises, si nécessaire, pour maîtriser l'émission et en atténuer les effets.

CONTRÔLES PASSIFS

11.10. L'organisme responsable doit mettre en œuvre des contrôles passifs pour aider à maintenir une connaissance de l'existence du dépôt grâce à des restrictions sur l'utilisation du terrain pour certains types d'activité et certaines périodes, et à la conservation des dossiers nécessaires portant sur ces restrictions.

11.11. L'organisme de réglementation doit prévoir un système de mesures de contrôle passif permettant de conserver à long terme, après fermeture, la mémoire de l'emplacement du dépôt en surface ou à faible profondeur et de la nature de son contenu. L'archivage des dossiers peut contribuer à ce résultat. Une coopération internationale pour la conservation de doubles des dossiers en divers endroits peut également être utile.

12. ASSURANCE DE LA QUALITÉ

GÉNÉRALITÉS

12.1. Un programme exhaustif d'assurance de la qualité doit être appliqué à l'ensemble des activités, structures, systèmes et composantes du système de stockage définitif qui intéressent la sûreté. Cette prescription couvre toutes les activités connexes relatives au dépôt : planification, choix du site, conception, construction, exploitation, évaluation de la sûreté avec ses diverses étapes, fermeture, conservation à long terme des dossiers et contrôles institutionnels. Cela contribuera à donner l'assurance que les prescriptions et critères de sûreté correspondants sont respectés.

12.2. Les éléments du programme d'assurance de la qualité doivent tenir compte des incidences possibles des activités, des structures, des systèmes et des composantes sur la sûreté du dépôt et être conçus en conséquence. Les activités, structures, systèmes et composantes qui sont importants pour la

sûreté de l'exploitation et du stockage définitif doivent être identifiés au vu des résultats d'une évaluation de sûreté systématique des phases d'exploitation et post-fermeture.

12.3. A tout moment depuis le début de la construction jusqu'à la fin des contrôles institutionnels actifs, il doit y avoir un exploitant désigné ayant la responsabilité générale du dépôt (voir la section 4). L'exploitant doit avoir la responsabilité d'établir et de mettre en œuvre le programme global d'assurance de la qualité, y compris d'obtenir les approbations nécessaires de l'organisme de réglementation. Il peut déléguer à d'autres organismes le soin d'établir et de mettre en œuvre tout ou partie du programme, mais il doit conserver la responsabilité de son efficacité globale, sans préjudice des obligations et des responsabilités juridiques des entrepreneurs.

CHOIX DU SITE

12.4. Un programme d'assurance de la qualité pour toutes les activités liées au choix du site doit être établi au début du processus de sélection. Il doit prévoir l'établissement et la conservation d'une documentation montrant que les données relatives au site ont présenté la qualité voulue.

CONCEPTION, CONSTRUCTION ET EXPLOITATION

12.5. Pendant la conception, la construction et l'exploitation du dépôt, il faut appliquer un processus de contrôle de la conception, et notamment accorder une attention particulière au contrôle des modifications apportées à la conception des barrières, aux caractéristiques des déchets et aux procédures d'exploitation, pour faire en sorte qu'elles n'aient pas de conséquences inacceptables pour la sûreté.

ACCEPTATION DES DÉCHETS

12.6. Le programme d'assurance de la qualité doit tenir compte du fait que, s'agissant de l'acceptation des déchets, la sûreté du dépôt dépend à la fois des activités exécutées par l'exploitant et de celles des producteurs de déchets (voir les sections 4 et 5).

12.7. Les producteurs des déchets doivent fournir la documentation requise pour satisfaire aux prescriptions de l'exploitant concernant la nature et la bonne exécution de tout traitement, la détermination des radionucléides contenus, l'élaboration des documents d'expédition ou d'autres activités qui pourraient influencer sur la sûreté du stockage définitif.

12.8. L'exploitant doit examiner la qualité des informations fournies par le producteur des déchets ainsi que son programme d'assurance de la qualité afin d'avoir un degré suffisant d'assurance quant à l'acceptabilité des caractéristiques des déchets. Cela peut comporter des enquêtes et des vérifications concernant les opérations et les procédés qui entrent en jeu dans la production ou le traitement des déchets.

FERMETURE ET POST-FERMETURE

12.9. Un programme d'assurance de la qualité doit être mis au point et appliqué aux structures, aux systèmes, aux composantes et aux activités liés à la fermeture du dépôt et à la période qui suit la fermeture. Ce programme doit prévoir, en particulier, la collecte et la conservation de toutes les informations enregistrées au cours des phases antérieures qui pourraient avoir de l'importance pour la sûreté dans le futur.

RÔLE DE L'ORGANISME DE RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

12.10. L'organisme de réglementation doit élaborer ou approuver des prescriptions relatives à l'assurance de la qualité pour le stockage définitif des déchets radioactifs en surface ou à faible profondeur. En principe, les prescriptions concernant l'assurance de la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations de stockage en surface ou à faible profondeur seront analogues à celles qui concernent d'autres installations nucléaires [14]. Toutefois, certaines activités qui appartiennent spécifiquement au stockage définitif en surface ou à faible profondeur, comme la réception des déchets et la fermeture, ainsi que les activités post-fermeture peuvent nécessiter une attention particulière. L'organisme de réglementation doit examiner le programme d'assurance de la qualité de l'exploitant et contrôler systématiquement sa mise en œuvre et les dossiers relatifs au contrôle de la qualité.

RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Principes de gestion des déchets radioactifs, collection Sécurité n° 111-F, AIEA, Vienne (1995).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Siting of Near Surface Disposal Facilities, Safety Series No. 111-G-3.1, IAEA, Vienna (1994).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Near Surface Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [5] 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, Protection radiologique et sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 120, AIEA, Vienne (1996).
- [6] 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).
- [7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste, Publication No. 46, Pergamon Press, Oxford and New York (1985).
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication No. 77, Elsevier, Oxford (1997).
- [9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework, Publication No. 64, Pergamon Press, Oxford and New York (1993).
- [10] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 60, Pergamon Press, Oxford et New York (1993).
- [11] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Mise en place d'un système national de gestion des déchets radioactifs, collection Sécurité n° 111-S-1, AIEA, Vienne (1996).

- [12] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Règlement de transport des matières radioactives, Édition de 1996, collection Normes de sûreté n° ST-1, AIEA, Vienne (1996).
- [13] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Shallow Land Disposal of Radioactive Waste: Reference Levels for the Acceptance of Long-lived Radionuclides, OECD, Paris (1987).
- [14] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, L'assurance de la qualité pour la sûreté des centrales nucléaires et autres installations nucléaires : Code et Guides de sûreté Q1-Q14, collection Sécurité n° 50-C/SG-Q, AIEA, Vienne (1997).

ANNEXE

CRITÈRES RELATIFS À LA DOSE ET AU RISQUE POUR LA PHASE POST-FERMETURE

A-1. Des critères de sûreté radiologique sont nécessaires pour la phase d'exploitation et la phase post-fermeture du dépôt. A cet égard, le principe 4 de la réf. [A-1] stipule : «Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon que leurs effets prévus sur la santé des générations futures ne soient pas supérieurs aux niveaux pertinents qui sont acceptables aujourd'hui.» Les critères de sûreté mis au point pour la phase post-fermeture doivent donc tenir compte de ces considérations. La présente annexe examine brièvement certains aspects des critères de dose et de risque pour la phase post-fermeture.

A-2. Après la fermeture d'un dépôt, des radionucléides peuvent, sur de longues périodes, être relâchés dans l'environnement humain. Cela introduit inévitablement un certain nombre d'incertitudes, car le taux d'émission dépend des événements et des phénomènes qui sont susceptibles de se produire. Par ailleurs, l'état futur de la biosphère est incertain. Autrement dit, il existe un certain nombre de scénarios d'exposition potentielle, ce qui signifie que l'on peut difficilement appliquer des normes se fondant uniquement sur la limitation des doses. Par exemple, si une intrusion humaine dans le dépôt est supposée se produire, la dose reçue pourrait dépasser la limite fixée. Toutefois, on pourra faire en sorte que la probabilité d'une telle intrusion reste faible en choisissant un site approprié et/ou en exerçant des contrôles sur le site après la fermeture. Pour certains scénarios, les critères de sûreté doivent donc être définis de manière à prendre en compte la probabilité qu'un événement se produise ou l'incertitude de l'événement.

A-3. Le principe 1 de la réf. [A-1] stipule : «Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon qu'un niveau acceptable de protection de la santé humaine soit assuré.» On détermine généralement les niveaux acceptables de protection en tenant compte des recommandations pertinentes d'organismes internationaux tels que l'AIEA ou la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [A-2-A-7].

A-4. Les NFI stipulent que les installations de gestion des déchets entrent dans leur champ d'application, en sorte que les prescriptions qu'elles contiennent peuvent s'appliquer à la phase d'exploitation. Toutefois, les limites de doses

applicables dans le cadre des NFI ne s'appliquent pas aux expositions potentielles.

A-5. La limite de 1 mSv/a donnée dans les NFI pour la dose aux personnes du public imputable à toutes les sources contrôlées est basée sur l'avis de la CIPR. La CIPR a établi des coefficients de risque pour les expositions à de faibles niveaux de rayonnement ionisant. Ces coefficients représentent la probabilité de contracter une affection radio-induite (par exemple un cancer mortel) par unité de dose. La CIPR a calculé que le risque de contracter un cancer mortel attribuable à l'exposition à de faibles doses et débits de dose pour une population de tous les âges est de $5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ [A-7]. Par conséquent, une exposition à la limite de dose de 1 mSv/a équivaut à un risque de contracter un cancer mortel radio-induit de $5 \times 10^{-5} \text{ a}^{-1}$.

A-6. Une limite concernant la probabilité de contracter une affection radio-induite pourrait donc rendre le même service qu'une limite de dose, mais elle pourrait s'appliquer à un éventail beaucoup plus large de situations puisqu'elle pourrait prendre en compte la probabilité de recevoir la dose.

A-7. On en arrive ainsi à un concept de risque où le risque est défini de la manière suivante :

$$\text{risque} = (\text{probabilité de recevoir la dose}) \times (\text{probabilité pour qu'une dose induise un effet nocif pour la santé})$$

Par conséquent, pour un événement probable, un risque de $5 \times 10^{-5} \text{ a}^{-1}$ donnerait le même niveau de protection contre le risque de contracter un cancer mortel qu'une limite de dose de 1 mSv/a.

A-8. Les principaux avantages d'une approche fondée sur le risque sont les suivants :

- (a) Elle tient compte à la fois des probabilités et des conséquences;
- (b) Elle offre une base pour comparer les effets de différents scénarios du point de vue de leur importance;
- (c) Elle intègre les effets de tous les types de scénarios.

A-9. Toutefois, le concept de risque n'est pas facile à saisir et présente un certain nombre d'inconvénients. Premièrement, dans le futur, les individus encourent des risques dus à un ou plusieurs scénarios, mais à n'importe quel point dans le temps un scénario seulement se réalise. Deuxièmement, il est

difficile d'attribuer des valeurs aux probabilités; et troisièmement, pour des risques similaires, les gens peuvent croire que le risque est plus grand quand les doses peuvent être plus élevées même si la probabilité est très faible. Cela a conduit à proposer de dissocier les probabilités d'occurrence et les doses qui en résultent (voir par. 2.8 du texte principal).

RÉFÉRENCES CONCERNANT L'ANNEXE

- [A-1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Principes de gestion des déchets radioactifs, collection Sécurité n° 111-F, AIEA, Vienne (1995).
- [A-2] 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, Protection radiologique et sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 120, AIEA, Vienne (1996).
- [A-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).
- [A-4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste, Publication No. 46, Pergamon Press, Oxford and New York (1985).
- [A-5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication No. 77, Elsevier, Oxford (1997).
- [A-6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework, Publication No. 64, Pergamon Press, Oxford and New York (1993).
- [A-7] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 60, Pergamon Press, Oxford et New York (1993).

ISBN 92-0-204105-9
ISSN 1020-5829