

Normes de sûreté de l'AIEA

pour la protection des personnes et de l'environnement

Évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement pour les installations et les activités

Coparrainé par



IAEA



United Nations
Environment Programme

Guide général de sûreté

N° GSG-10



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA ET PUBLICATIONS CONNEXES

NORMES DE SÛRETÉ

En vertu de l'article III de son Statut, l'AIEA a pour attributions d'établir ou d'adopter des normes de sûreté destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens et de prendre des dispositions pour l'application de ces normes.

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

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

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

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

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

PUBLICATIONS CONNEXES

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

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

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

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

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

ÉVALUATION PROSPECTIVE DE
L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR
L'ENVIRONNEMENT POUR LES
INSTALLATIONS ET LES ACTIVITÉS

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

COLLECTION
NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA N° GSG-10

ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT POUR LES INSTALLATIONS ET LES ACTIVITÉS

GUIDE GÉNÉRAL DE SÛRETÉ

COPARRAINÉ PAR :
AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
ET PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2024

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 (Genève) et révisée en 1971 (Paris). Depuis, l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (Genève) a étendu le droit d'auteur à la propriété intellectuelle sous forme électronique et virtuelle. La reproduction totale ou partielle des textes contenus dans les publications de l'AIEA sous forme imprimée ou électronique peut être soumise à autorisation. Veuillez vous reporter à la page www.iaea.org/fr/publications/droits-et-permissions pour en savoir plus. Pour toute demande de renseignements, veuillez contacter l'adresse suivante :

Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne (Autriche)
Téléphone : +43 1 2600 22529 ou 22530
Courriel : sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/publications

© AIEA, 2024

Imprimé par l'AIEA en Autriche
Juillet 2024
STI/PUB/1819

ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT
RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT POUR
LES INSTALLATIONS ET LES ACTIVITÉS

AIEA, VIENNE, 2024

STI/PUB/1819

ISBN 978-92-0-205524-7 (imprimé)

ISBN 978-92-0-205824-8 (pdf)

ISSN 1020-5829

AVANT-PROPOS

de Rafael Mariano Grossi
Directeur général

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

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

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

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

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

missions et services, de même que les enseignements tirés des événements et l'expérience relative à l'utilisation et à l'application des normes de sûreté, sont pris en compte lors de la révision périodique de ces dernières.

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

PRÉFACE

Des prescriptions visant à protéger les personnes contre les effets nocifs de l'exposition aux rayonnements ionisants, à assurer la sûreté des sources de rayonnements et à protéger l'environnement sont définies dans la publication de l'AIEA intitulée « Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté » (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GSR Part 3). La publication n° GSR Part 3 est coparrainée les organismes suivants : Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, AIEA, Commission européenne, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation internationale du Travail, Organisation mondiale de la Santé, Organisation panaméricaine de la Santé, Programme des Nations Unies pour l'environnement.

Trois guides de sûreté connexes fournissent des orientations génériques sur la mise en œuvre des prescriptions de la publication n° GSR Part 3 concernant la protection du public et de l'environnement :

- Le guide intitulé « Radioprotection du public et de l'environnement » (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GSG-8) fournit des orientations sur le cadre de protection du public et de l'environnement ;
- Le guide intitulé « Contrôle réglementaire des rejets radioactifs dans l'environnement » (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GSG-9) contient des orientations sur l'application des principes de radioprotection et les objectifs de sûreté associés au contrôle des rejets ainsi que le processus d'autorisation des rejets ;
- Le guide intitulé « Évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement pour les installations et les activités » (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GSG-10) définit un cadre et des méthodes pour une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement.

Ces trois guides de sûreté sont coparrainés par l'AIEA et le PNUE, principale autorité mondiale en matière d'environnement, qui fixe l'ordre du jour international en la matière, promeut l'application cohérente du volet environnemental du programme de développement durable au sein du système des Nations Unies et défend avec autorité l'environnement mondial. Les recommandations formulées dans ces trois guides de sûreté, combinées aux prescriptions de la publication n° GSR Part 3, posent les bases pour intégrer les considérations environnementales dans l'évaluation et la gestion des rejets de matières radioactives. Dans ce contexte, le PNUE encourage la mise en œuvre

de ces recommandations dans tous ses États membres, ainsi que leur utilisation comme fondement de l'élaboration de règlements nationaux sur la protection de l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants.

LES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

CONTEXTE

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

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

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

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

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

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

LES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Le rôle des normes de sûreté de l'AIEA découle du Statut, qui autorise l'AIEA à établir ou adopter, en consultation et, le cas échéant, en collaboration

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

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

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

Les normes de sûreté de l'AIEA sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets dommageables des rayonnements ionisants. Elles sont publiées dans la collection Normes de sûreté de l'AIEA, qui est constituée de trois catégories (voir la figure 1).

Fondements de sûreté

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

Prescriptions de sûreté

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

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

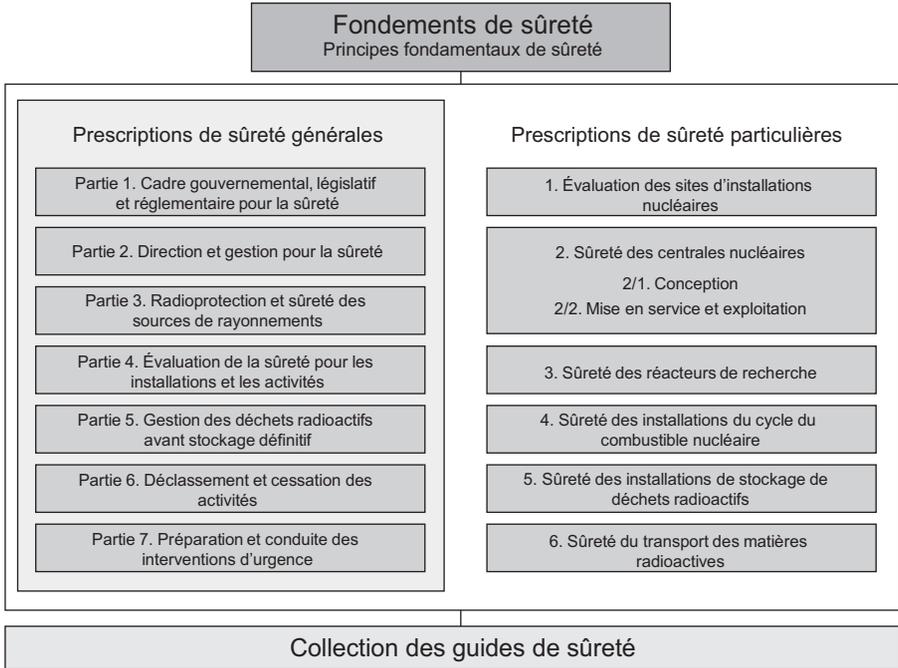


FIG. 1. Structure à long terme de la collection Normes de sûreté de l'AIEA.

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

Guides de sûreté

Les guides de sûreté contiennent des recommandations et des orientations sur la façon de se conformer aux prescriptions de sûreté, traduisant un consensus international selon lequel il est nécessaire de prendre les mesures recommandées (ou des mesures équivalentes). Ils présentent les bonnes pratiques internationales et reflètent de plus en plus les meilleures d'entre elles pour aider les utilisateurs à atteindre des niveaux de sûreté élevés. Les recommandations qu'ils contiennent sont énoncées au conditionnel.

APPLICATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Les principaux utilisateurs des normes de sûreté dans les États Membres de l'AIEA sont les organismes de réglementation et d'autres autorités nationales pertinentes. Les normes de sûreté de l'AIEA sont aussi utilisées par les organisations parrainantes et par de nombreux organismes qui conçoivent, construisent et exploitent des installations nucléaires, ainsi que par les utilisateurs de rayonnements et de sources radioactives.

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

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

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

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

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

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

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

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

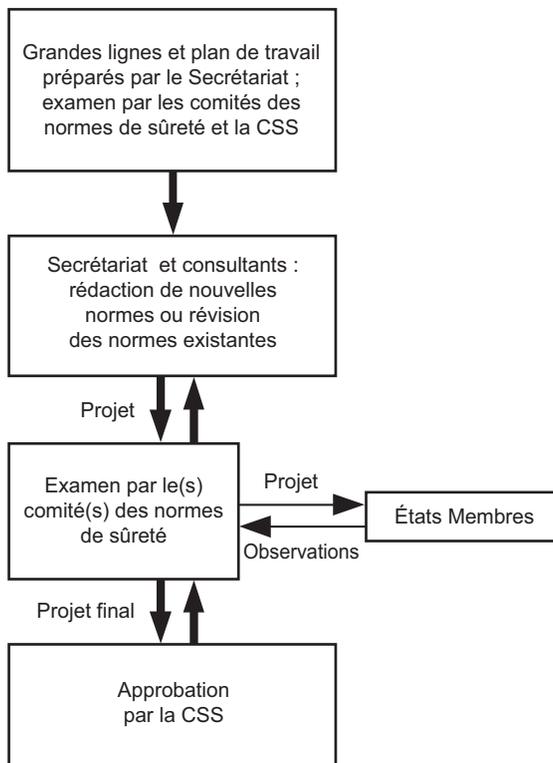


FIG. 2. Processus d'élaboration d'une nouvelle norme de sûreté ou de révision d'une norme existante.

Directeur général et comprennent des responsables de la normalisation au niveau national.

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

INTERACTION AVEC D'AUTRES ORGANISATIONS INTERNATIONALES

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

INTERPRÉTATION DU TEXTE

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

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

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

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

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION.....	1
	Contexte (1.1–1.6).....	1
	Objectif (1.7–1.9).....	3
	Champ d’application (1.10–1.24).....	4
	Structure (1.25).....	9
2.	EXPLICATION DES CONCEPTS ET EXPRESSIONS (2.1).....	10
	Situations d’exposition planifiée : Expositions prévues en fonctionnement normal et expositions potentielles (2.2).....	10
	Processus décisionnel à l’échelon gouvernemental (2.3, 2.4).....	10
	Processus d’autorisation (2.5, 2.6).....	11
	Évaluation de l’impact environnemental (2.7–2.9).....	11
	Environnement et protection de l’environnement (2.10–2.12).....	12
	Évaluation de l’impact radiologique sur l’environnement (2.13).....	13
	Personnes du public (2.14).....	13
3.	PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ RELATIVES À L’ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L’IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L’ENVIRONNEMENT (3.1).....	14
	Limite de dose et contrainte de dose et de risque (3.2–3.5).....	14
	Évaluation de la protection du public et de l’environnement (3.6– 3.10).....	15
	Évaluation et contrôle de l’exposition potentielle (3.11–3.14).....	16
	Approche graduée (3.15–3.18).....	17
	Impacts transfrontières (3.19).....	18
4.	CADRE D’ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L’IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L’ENVIRONNEMENT POUR LES INSTALLATIONS ET ACTIVITÉS (4.1–4.3).....	19
	Évaluation du processus d’autorisation (4.4–4.16).....	20
	Évaluation dans le cadre d’un processus décisionnel à l’échelon gouvernemental (4.17–4.21).....	26
	Évaluations à d’autres fins (4.22).....	27
	Communication des résultats (4.23–4.27).....	28

5.	MÉTHODE D'ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT.....	29
	Considérations générales (5.1–5.6).....	29
	Évaluation de la protection du public en fonctionnement normal (5.7– 5.42)	31
	Évaluation de la protection du public contre des expositions potentielles (5.43–5.75)	44
	Considérations relatives à l'évaluation de la protection de l'environnement (5.76–5.81)	56
6.	PRISE EN CONSIDÉRATION DE LA VARIABILITÉ ET DE L'INCERTITUDE DANS LES ÉVALUATIONS DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT (6.1–6.9).....	58
	APPENDICE : CRITÈRES DE RISQUE POUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION POTENTIELLE DU PUBLIC.....	61
	RÉFÉRENCES	65
	ANNEXE I : EXEMPLE D'UNE MÉTHODE GÉNÉRIQUE D'ÉVALUATION DES EXPOSITIONS DE LA FLORE ET DE LA FAUNE PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DES INSTALLATIONS ET DES ACTIVITÉS.....	71
	ANNEXE II : EXAMEN DU RISQUE D'EFFETS SUR LA SANTÉ ET DE L'ÉVALUATION DES EXPOSITIONS POTENTIELLES	84
	PERSONNES AYANT CONTRIBUÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN DU TEXTE	89

1. INTRODUCTION

CONTEXTE

1.1. En 2014, l'AIEA a fait paraître la publication n° GSR Part 3 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, intitulée *Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté* [1]. La publication n° GSR Part 3 [1] a été établie à partir de la publication n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA intitulée *Principes fondamentaux de sûreté* [2] et des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [3]. Le système de radioprotection et de sûreté radiologique présenté dans la publication n° GSR Part 3 [1] a pour but d'évaluer, de gérer et de contrôler la radioexposition de façon que les risques radiologiques, y compris les risques d'effets sur la santé et les risques pour l'environnement, soient réduits autant qu'il est raisonnablement possible. La protection du public repose sur les principes de justification, d'optimisation et de limitation des doses, qui ont été spécifiés par la CIPR [3] et sont incorporés dans les normes de sûreté de l'AIEA (voir les références [1, 2]).

1.2. La publication n° GSR Part 3 [1] prescrit une évaluation prospective des impacts radiologiques sur l'environnement dus aux rejets de radionucléides par les installations et activités¹. Le présent guide de sûreté donne des indications sur le respect des prescriptions énoncées dans la publication n° GSR Part 3 [1] relatives à l'exécution de telles évaluations pour certaines installations et activités si l'organisme de réglementation l'exige et, en particulier, de la prescription établie au paragraphe 3.9 e) de la publication n° GSR Part 3 [1], aux termes duquel :

« Toute personne ou organisation qui demande une autorisation... [c]onformément à ce qui est prévu par l'organisme de réglementation, fait procéder à une évaluation prospective appropriée des impacts radiologiques sur l'environnement, proportionnée aux risques radiologiques associés à l'installation ou à l'activité. »

¹ L'expression « installations et activités » est définie dans la publication intitulée *Principes fondamentaux de sûreté* n° SF-1 [2], et dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA [4]. Il s'agit d'une expression générale englobant toutes les installations nucléaires et les utilisations de toutes les sources de rayonnements ionisants. Les recommandations formulées dans le présent guide de sûreté s'appliquent à certaines installations et activités décrites aux paragraphes 1.10 à 1.24.

1.3. L'objectif d'une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement consiste à déterminer si l'installation ou l'activité prévue est conforme aux prescriptions législatives et réglementaires en vigueur en matière de protection du public et de l'environnement dans toutes les circonstances raisonnablement prévisibles. Une telle évaluation prospective comprend notamment l'examen des expositions susceptibles de se produire en fonctionnement normal et des expositions potentielles dues à des accidents qui sont identifiés et caractérisés au moyen d'une analyse de la sûreté. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devrait être aussi simple que possible, mais aussi complexe que nécessaire pour atteindre cet objectif.

1.4. Dans le cadre des instruments juridiques internationaux ou de la législation et de la réglementation nationales, les États peuvent également exiger que, pour certaines installations et activités, un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental², portant notamment sur une évaluation initiale détaillée des incidences importantes que celles-ci pourraient avoir sur l'environnement, soit engagé dès le début de l'implantation de l'installation ou le démarrage de l'activité en question. En pareil cas, l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement s'inscrit généralement dans le cadre d'une évaluation d'impact plus générale, communément désignée « évaluation de l'impact environnemental » ou EIE. Une évaluation de l'impact environnemental sert à évaluer dans une optique prospective les impacts biophysiques, notamment radiologiques, et porte sur les impacts sociaux, économiques et autres d'une activité ou installation proposée avant la prise de décisions majeures. Dans un tel cadre, les résultats de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement décrits dans le présent guide de sûreté peuvent être utilisés pour pouvoir en connaissance de cause se forger une opinion au sujet de l'acceptabilité du risque du point de vue de la radioprotection.

1.5. Le présent guide de sûreté est lié à d'autres publications de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, à savoir la publication n° GSR Part 4 (Rev. 1) intitulée *Évaluation de la sûreté des installations et activités* [5] ; la publication n° GSR Part 7 intitulée *Préparation et conduite des interventions en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique* [6] ; la publication n° GSG-8 intitulée *Radioprotection du public et de l'environnement* [7] ; la publication n° GSG-2 intitulée *Critères à utiliser pour la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique* [8] ; et la publication n° GSG-9 intitulée *Contrôle réglementaire des rejets radioactifs dans*

² Une explication de l'expression « processus décisionnel à l'échelon gouvernemental » est donnée au paragraphe 2.3.

l'environnement [9]. Le présent guide de sûreté devrait être utilisé parallèlement à ces autres normes de sûreté³.

1.6. On trouvera dans le présent guide de sûreté un cadre général qui est conforme aux orientations fournies dans d'autres guides de sûreté et peut compléter ces orientations qui encadrent l'évaluation de la sûreté des installations et incluent le concept d'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement (dans le cadre de l'évaluation de la sûreté), mais de manière moins détaillée que ce qui est décrit dans le présent guide de sûreté. On peut citer à titre d'exemple le guide n° GSG-3 intitulé *Argumentaire de sûreté et évaluation de la sûreté pour la gestion des déchets radioactifs avant leur stockage définitif*, paru dans la collection Normes de sûreté de l'AIEA [13] et le guide intitulé *Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material* (IAEA Safety Standards Series No. WS-G-5.2) [14].

OBJECTIF

1.7. Le présent guide de sûreté contient des recommandations et des orientations portant sur un cadre général d'évaluation prospective de l'impact radiologique des installations et activités, afin d'estimer et de contrôler les effets radiologiques sur le public et sur l'environnement. Cette évaluation de l'impact radiologique est destinée à être utilisée pour les situations d'exposition planifiée dans le cadre du processus d'autorisation et, s'il y a lieu, dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental (voir le paragraphe 2.3) pour les installations et activités. Les situations visées comprennent à la fois les expositions susceptibles de se produire en fonctionnement normal et les expositions potentielles (voir le paragraphe 2.2).

1.8. Le présent guide de sûreté contient des orientations générales et des recommandations concernant le contenu d'une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement, son utilisation et les procédures de sa mise en

³ L'AIEA a également publié un rapport de sûreté sur les méthodes et modèles qui peuvent être utilisés pour évaluer l'impact des rejets de matières radioactives dans l'environnement [10] et des rapports techniques sur les paramètres de transfert dans l'environnement [11, 12]. Une version révisée de la publication n° 19 de la collection Rapports de sûreté [10] est en cours d'élaboration et portera sur les évaluations préalables de l'exposition du public, les modèles et paramètres génériques permettant d'évaluer les conséquences des rejets radioactifs, ainsi que les modèles et paramètres génériques permettant d'évaluer les expositions de la flore et de la faune dues aux rejets radioactifs des installations et activités.

œuvre, afin d'aider les organismes nationaux de réglementation, les personnes ou organisations responsables des installations et activités et les autres parties intéressées⁴, notamment, mais non exclusivement, les personnes ou organisations qui font une demande d'autorisation pour l'exploitation d'installations et la conduite d'activités ou qui sont chargées de l'exploitation ou des activités. Il est reconnu dans le présent guide de sûreté que différents États utilisent des approches différentes pour certains aspects de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement. Cela s'explique par la complexité et la diversité des possibilités offertes en matière de gestion des questions environnementales, qui dépend des caractéristiques des installations et activités elles-mêmes, des conditions environnementales particulières et de la réglementation et des circonstances nationales.

1.9. Les figures 1 à 3 (sections 4 et 5) et I-1 et I-2 (annexe I) illustrent des éléments de l'évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement et facilitent leur description logique, mais ne représentent pas des procédures détaillées. D'autres aspects importants dont il faudrait tenir compte lors de ces évaluations (sélection des codes informatiques, analyse des incertitudes, vérification, assurance et contrôle de la qualité, etc.), ne sont pas décrits dans le présent guide de sûreté.

CHAMP D'APPLICATION

1.10. Le présent guide de sûreté s'applique aux installations et activités pour lesquelles, en fonction de leurs caractéristiques et de la réglementation nationale ou internationale applicable, il est obligatoire d'évaluer l'impact radiologique sur l'environnement. On trouvera à la section 4 des indications sur la manière de déterminer la nécessité et la complexité d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement.

1.11. Le présent guide de sûreté contient des orientations sur la manière d'évaluer dans une optique prospective les expositions aux rayonnements et les

⁴ Le guide n° GSR Part 3 [1] utilise l'expression « partie intéressée » dans un sens large pour désigner une personne ou un groupe ayant un intérêt dans le fonctionnement d'une organisation. En règle générale, les parties intéressées sont notamment les clients, les propriétaires, les exploitants, les salariés, les fournisseurs, les partenaires et les syndicats, les secteurs ou professions réglementés, les organismes scientifiques et les organismes publics ou les organismes de réglementation. Cette expression pourrait également inclure d'autres États (par exemple, les États voisins inquiets d'éventuels impacts transfrontières).

risques radiologiques dus aux rejets radioactifs dans l'environnement provenant d'installations et activités nouvelles ou existantes qui risqueraient d'exposer le public et l'environnement aux rayonnements⁵. Pour certaines installations et activités, l'exposition aux rayonnements et le risque radiologique pour le public dus à l'irradiation externe directe sont pris en compte. Le présent guide de sûreté décrit une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement à l'aide de données et modèles génériques, de données et modèles propres au site et d'une combinaison des deux, le cas échéant.

1.12. Les expositions aux rayonnements examinées peuvent être notamment les expositions qui devraient se produire dans des conditions de fonctionnement normal (c'est-à-dire en raison de rejets autorisés ou d'une irradiation externe directe) et les expositions qui pourraient se produire mais ne sont pas certaines, déterminées au moyen d'une analyse de la sûreté⁶ des événements et des accidents⁷ définis dans le guide n° GSR Part 3 [1] (c'est-à-dire les expositions potentielles).

1.13. Le présent guide de sûreté ne donne pas d'indications sur les évaluations prospectives équivalentes des expositions « retardées » qui peuvent se produire après la fermeture d'une installation de stockage définitif des déchets [15], des expositions résultant du transport de matières radioactives et des expositions

⁵ Les installations et activités nécessitant une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement sont celles dans lesquelles des matières radioactives sont produites, traitées, utilisées, manipulées ou stockées sous une forme et à une échelle telles qu'il est nécessaire d'examiner l'impact possible sur le public et l'environnement. Il s'agit par exemple d'installations nucléaires (centrales nucléaires, réacteurs de recherche, installations de production de radioisotopes, installations de production de sources, installations d'entreposage du combustible usé, installations de retraitement, installations d'enrichissement de l'uranium, installations de fabrication de combustible nucléaire, installations de gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif, installations de stockage définitif pendant la durée de vie utile et installations de recherche-développement liées au cycle du combustible nucléaire), de certaines installations d'extraction minière et de traitement des matières premières, telles que les mines d'uranium à ciel ouvert, et d'installations de préparation ou de traitement des minerais d'uranium. Parmi les exemples d'activités, on peut citer l'utilisation de sources de rayonnement non scellées à des fins industrielles, médicales et de recherche, ainsi que le déclassement de certaines installations.

⁶ L'« analyse de la sûreté » fait partie de l'évaluation de la sûreté des installations et activités [5].

⁷ Le Glossaire de sûreté de l'AIEA définit un « accident » comme « Tout événement involontaire, y compris les fausses manœuvres, les *défaillances* d'équipements ou d'autres anomalies, dont les conséquences réelles ou potentielles ne sont pas négligeables du point de vue de la *protection et sûreté* » (l'italique signale une entrée dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA) [4].

résultant de l'utilisation de sources radioactives mobiles. On trouvera des orientations spécifiques sur l'évaluation des expositions pour le stockage définitif et le transport, respectivement, dans la publication intitulée *The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23 [16], et dans la publication intitulée *Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material*, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.3 [17].

1.14. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté se veut prospective. Par exemple, elle peut être réalisée avant le choix du site, dans le cadre de la demande d'autorisation pendant la construction et avant la phase d'exploitation, ou avant le déclassement. Une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut avoir de multiples objectifs ; elle peut notamment servir de base à une autorisation en ce qui concerne la protection du public et de l'environnement et constituer une contribution importante au processus d'autorisation des rejets contrôlés. Le processus d'autorisation des limites de rejet pour optimiser la protection des travailleurs et du public et la sûreté est traité dans le cadre de la publication n° GSG-9 [9].

1.15. Une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut également être réalisée pour les installations existantes pour lesquelles il est prévu d'apporter des modifications à leurs processus opérationnels, avant la mise en œuvre de toute modification notable du niveau des rejets ou des rejets potentiels dans l'environnement ; si cela est jugé nécessaire, une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut également être réalisée dans le cadre d'un examen périodique de la sûreté.

1.16. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté n'a pas pour objet d'évaluer rétrospectivement l'impact radiologique des rejets pendant l'exploitation ou les conséquences d'un accident réel. Néanmoins, l'évaluation prospective des expositions potentielles pourrait fournir des informations préliminaires pouvant être utilisées pour évaluer les dangers et leurs conséquences afin de mettre en place un niveau adéquat de préparation et de conduite des interventions d'urgence [6].

1.17. L'évaluation prospective des expositions potentielles pour les installations et activités décrites dans le présent guide de sûreté peut nécessiter la prise en considération d'accidents dont la probabilité est très faible et qui ont des conséquences radiologiques pour le public et l'environnement, ainsi que le respect des critères d'exposition potentielle. Cependant, même si une installation

ou activité répond à ces critères, cela n'exclut pas la nécessité d'une évaluation des dangers en rapport avec la préparation et l'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, conformément aux prescriptions énoncées dans le guide n° GSR Part 7 [6]. D'autres aspects des conséquences des rejets accidentels importants dans l'environnement, tels que les effets sociétaux et économiques et les effets non radiologiques sur l'environnement et les écosystèmes, ne relèvent pas du champ d'application du présent guide de sûreté.

1.18. Le présent guide de sûreté ne décrit pas en détail les spécifications et caractéristiques des événements et des accidents qui doivent être pris en considération dans l'évaluation de l'exposition potentielle du public, ni la méthode employée pour les sélectionner et les analyser ; ces spécifications et caractérisations, qui doivent être déterminées par une analyse systématique, doivent être effectuées dans le cadre d'une évaluation de la sûreté d'une installation ou activité décrite dans le guide n° GSR Part 4 (Rev. 1) [5].

1.19. Le présent guide de sûreté définit un cadre général et décrit les aspects généraux de la méthode d'évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement ; il ne décrit pas en détail les modèles qui doivent être utilisés ni le recueil et l'utilisation des données provenant des programmes de contrôle radiologique de l'environnement, qui sont en principe entrepris lors de la phase pré-opérationnelle et la phase opérationnelle⁸ d'une installation ou activité. Aux fins du présent guide de sûreté, on suppose que le contrôle radiologique de l'environnement et des sources est effectué, le cas échéant, lors de la phase pré-opérationnelle et la phase opérationnelle, et qu'il fournit les informations nécessaires pour estimer les doses adéquates et s'assurer que les modèles et les hypothèses utilisés dans l'évaluation prospective sont appropriés. L'évaluation prospective décrite dans le présent guide de sûreté peut également servir à étayer la mise en place ou l'amélioration d'un programme de contrôle radiologique de l'environnement propre au site. On trouvera dans la publication intitulée *Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection* [18] (IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.8) des orientations concernant les programmes de contrôle radiologique de l'environnement

⁸ Les programmes de contrôle lors de la phase pré-opérationnelle sont définis, par exemple, pour établir des concentrations d'activité « de référence » dans des milieux environnementaux et pour fournir des informations et des données à des fins d'évaluation de la dose [18]. Pendant l'exploitation de l'installation ou la conduite de l'activité, des programmes de contrôle sont mis en place pour s'assurer du respect des limites de rejet, pour contrôler les conditions d'exploitation, pour alerter en cas de conditions inhabituelles ou imprévues et pour vérifier les prévisions des modèles environnementaux [18].

et des sources et d'autres informations dans la référence [19]. La nécessité et les caractéristiques générales des programmes de contrôle radiologique de l'environnement visant à démontrer le respect des limites de rejet autorisées sont examinées dans la publication n° GSG-9 [9].

1.20. Le présent guide de sûreté ne couvre pas les expositions professionnelles ou médicales. Les recommandations concernant ces catégories d'exposition et leur inclusion dans le processus d'autorisation figurent dans les publications intitulées *Radioprotection professionnelle* (n° GSG-7 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA) [20] et *Radioprotection et sûreté radiologique dans les applications médicales des rayonnements ionisants* (n° SSG-46 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA) [21].

1.21. Le présent guide de sûreté couvre principalement l'évaluation du risque d'impact radiologique pour la santé des personnes du public en raison de l'exposition aux rayonnements pendant l'exploitation normale et de l'exposition potentielle, conformément au guide n° GSR Part 3 [1]. Dans de nombreux cas, il est possible de conclure, en s'appuyant sur des données factuelles telles que des données d'expérience ou une analyse simplifiée, qu'une évaluation spécifique des effets sur l'environnement n'est pas nécessaire. Cela peut ne pas être le cas dans toutes les situations et l'organisme de réglementation peut exiger que la protection de l'environnement soit explicitement prise en considération. Dans d'autres cas, la protection de l'environnement est explicitement prise en considération dans la législation nationale. Une méthode d'évaluation explicite de l'impact des rayonnements sur la flore et la faune, qui peut être employée conformément aux cadres réglementaires nationaux ou internationaux pour la protection de l'environnement, est présentée à titre d'exemple à l'annexe I.

1.22. Le présent guide de sûreté ne traite pas du processus d'« itération et d'optimisation de la conception », qui est en principe mené dans le cadre d'une évaluation de la sûreté pour la gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif [13] ; toutefois, une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté peut servir de contribution à ce processus.

1.23. L'optimisation de la protection et de la sûreté est prescrite dans le guide n° GSR Part 3 [1] ; le processus d'optimisation tient compte non seulement de la protection du public, mais aussi de la protection des travailleurs et de toutes les caractéristiques de sûreté de l'installation ou l'activité, telles que celles qui sont liées à la gestion des déchets radioactifs sur le site. Le présent guide de sûreté porte seulement sur l'évaluation de l'exposition du public. Les aspects plus

larges de l'optimisation de la protection et de la sûreté sont traités dans d'autres normes de sûreté de l'AIEA, par exemple le guide n° GSG-3 [13] sur la gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif. L'optimisation de la protection de la population dans le cadre de l'établissement des limites de rejet radioactif pour les installations et activités est décrite dans la publication n° GSG-9 [9]. Le résultat d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté est une contribution nécessaire pour le processus d'optimisation qui doit être utilisé pour établir les limites de rejet.

1.24. Les impacts non radiologiques possibles des installations et activités, qui sont généralement inclus dans une évaluation de l'impact sur l'environnement dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental, comme les impacts sur les personnes et l'environnement dus aux rejets d'autres substances dangereuses (c'est-à-dire les produits chimiques et l'eau chauffée), les impacts de la construction d'une installation, les impacts sur les lieux ayant une importance sociétale (c'est-à-dire les monuments historiques et les lieux culturels), les impacts sur les espèces menacées et les impacts sur le paysage, ainsi que d'autres facteurs sociétaux et économiques, ne sont pas pris en compte dans le présent guide de sûreté, mais devraient être pris en compte par les États conformément à la réglementation nationale ou internationale applicable au moment de prendre les décisions pertinentes.

STRUCTURE

1.25. On trouve à la section 2 des explications concernant les principaux concepts et termes utilisés dans le guide de sûreté. La section 3 présente les prescriptions de sûreté à l'intention du gouvernement, de l'organisme de réglementation et des titulaires de licence relatives à l'évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement. La section 4 décrit le cadre d'évaluation. La section 5 décrit la méthode qui doit être employée pour réaliser une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement aux fins de la protection du public en fonctionnement normal et en cas d'exposition potentielle, et prend en compte la protection de l'environnement. La section 6 présente les considérations touchant à la variabilité et à l'incertitude dans les évaluations de l'impact radiologique sur l'environnement. L'annexe présente les critères de risque établis par les organisations internationales compétentes, qui pourraient servir de base pour définir des critères nationaux en vue de la prise en considération des expositions potentielles. L'annexe I présente un exemple de méthode d'évaluation et de contrôle des expositions de la flore et de la faune. L'annexe II présente des

considérations touchant au risque d'effets sur la santé et à l'évaluation de l'exposition potentielle du public.

2. EXPLICATION DES CONCEPTS ET EXPRESSIONS

2.1. On trouve à la présente section des explications concernant les principaux concepts et expressions utilisés dans le présent guide de sûreté. Sauf indication contraire, les concepts ou expressions employés dans la présente publication ont le sens donné dans la publication n° GSR Part 3 [1] et le Glossaire de sûreté de l'AIEA [4].

SITUATIONS D'EXPOSITION PLANIFIÉE : EXPOSITIONS PRÉVUES EN FONCTIONNEMENT NORMAL ET EXPOSITIONS POTENTIELLES

2.2. Le paragraphe 1.20 a) de la publication n° GSR Part 3 [1] définit une « situation d'exposition planifiée » comme suit :

« situation d'exposition résultant de l'exploitation planifiée d'une source ou d'une activité planifiée donnant lieu à une exposition due à une source... Dans les situations d'exposition planifiée, on peut s'attendre à ce que celles-ci donnent lieu à un certain niveau d'exposition. Si cette exposition n'est pas certaine mais pourrait résulter d'un accident ou d'un événement ou une séquence d'événements qui pourraient se produire mais n'est pas certain, on parle d'"exposition potentielle" ».

L'ampleur et l'étendue de ces expositions sont généralement prévisibles. Les expositions prévues et les expositions potentielles peuvent et doivent être prises en compte au stade de la planification ou de la conception [7].

PROCESSUS DÉCISIONNEL À L'ÉCHELON GOUVERNEMENTAL

2.3. Dans le contexte du présent guide de sûreté, l'expression « processus décisionnel à l'échelon gouvernemental » désigne les procédures que le gouvernement ou les organismes publics, notamment l'organisme de réglementation, mettent en œuvre au stade pré-opérationnel, opérationnel et

au stade de déclassement pour décider de l'opportunité d'entreprendre, de poursuivre, de modifier ou d'arrêter un projet d'installation ou d'activité. L'expression peut également s'appliquer à des domaines de la politique nationale, tels que le lancement ou non d'un programme électronucléaire [22].

2.4. En principe, un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental⁹ est mené aux premiers stades d'un programme de développement et, principalement, pour les installations et activités pour lesquelles il est prévu qu'une évaluation approfondie de leur impact possible sur l'environnement doit être réalisée. Pour certaines installations nucléaires, ce processus décisionnel est décrit dans la réglementation nationale ou internationale par l'expression « évaluation de l'impact sur l'environnement » (voir les paragraphes 2.7 à 2.9).

PROCESSUS D'AUTORISATION

2.5. La publication n° GSR Part 3 [1] définit l'« autorisation » comme étant la « Délivrance par un organisme de réglementation ou un autre organisme gouvernemental d'un document écrit autorisant une personne ou un organisme (l'exploitant) à exécuter des activités spécifiées ».

2.6. L'autorisation pour une installation ou activité, sous la forme d'un enregistrement ou d'une licence [1], peut être accordée pour la conception, le choix du site, la construction et l'exploitation de l'installation ou l'activité, pour les activités de déclassement ou pour les modifications des conditions d'exploitation de l'installation ou de la conduite de l'activité.

ÉVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

2.7. L'expression « évaluation de l'impact environnemental » (ou son équivalent) figure dans de nombreux instruments internationaux et dans la législation et la réglementation nationales [23–30]. Dans le contexte du présent guide de sûreté, l'expression « évaluation de l'impact environnemental » désigne une procédure dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental visant à identifier, décrire et évaluer de manière prospective les effets et le risque d'effets

⁹ L'expression « processus décisionnel à l'échelon gouvernemental » recouvre ou se rapporte à différents termes utilisés dans certains États avec des significations similaires ou équivalentes, comme « décision de principe », « déclaration d'impact environnemental » et, dans certains cas, « justification ».

d'une activité ou installation particulière proposée sur des aspects de l'importance environnementale¹⁰.

2.8. En règle générale, les effets des rejets de matières radioactives provenant des installations et activités dans l'environnement susceptibles d'être pris en compte dans une évaluation de l'impact environnemental sont notamment les effets radiologiques sur la santé humaine et, si les États l'exigent, les effets radiologiques sur la flore et la faune. Les impacts non radiologiques inclus dans une évaluation de l'impact environnemental ne sont pas pris en compte dans le présent guide de sûreté, mais sont soumis à la réglementation nationale ou internationale applicable.

2.9. En général, une évaluation de l'impact environnemental nécessite la participation du demandeur pour l'installation ou l'activité proposée, des organismes publics concernés, de l'organisme de réglementation et d'un certain nombre de parties intéressées, y compris, dans certains États, le public [22–30].

ENVIRONNEMENT ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

2.10. La publication n° GSR Part 3 [1] définit l'« environnement » comme les « Conditions dans lesquelles les êtres humains, les animaux et les plantes vivent ou se développent et qui sont indispensables à toute vie et à tout développement ; plus spécialement, ces conditions telles qu'elles sont affectées par les activités humaines. » En général, l'environnement inclut les écosystèmes comprenant des composantes biotiques et abiotiques.

2.11. La publication n° GSR Part 3 [1] dispose en outre dans la définition de l'environnement ce qui suit :

« La protection de l'environnement englobe la protection et la conservation des espèces non humaines, tant animales que végétales, et de leur diversité biologique ; des biens et services environnementaux tels que la production d'aliments pour la consommation humaine et animale ; des ressources utilisées pour l'agriculture, la foresterie, la pêche et le tourisme ; des éléments utilisés dans les activités spirituelles, culturelles et récréatives ; de milieux tels que le sol, l'eau et l'air ; et des processus naturels comme les cycles du carbone, de l'azote et de l'eau. »

¹⁰ La référence [31] fournit des informations sur les évaluations de l'impact environnemental dans le cadre du développement d'un nouveau programme électronucléaire.

2.12. De plus, le paragraphe 1.35 de la publication n° GSR Part 3 [1] dispose ce qui suit :

« La protection de l'environnement [est considérée] comme une question appelant une évaluation, tout en ménageant une certaine souplesse dans l'incorporation aux processus décisionnels des résultats des évaluations environnementales qui sont proportionnées aux risques radiologiques. »

ÉVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

2.13. Aux fins du présent guide de sûreté, une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement est une évaluation prospective des impacts radiologiques attendus et analytiquement concevables, qui est quantifiée en termes de dose efficace pour les personnes du public et qui est réalisée dans le cadre du processus d'autorisation. Les résultats d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement sont comparés aux critères radiologiques prédéfinis dans la publication n° GSR Part 3 [1]. Une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut être considérée comme l'une des composantes d'une évaluation de l'impact environnemental (décrite aux paragraphes 2.7 à 2.9) dans le contexte de la planification pour une installation ou activité particulière.

PERSONNES DU PUBLIC

2.14. Dans la publication n° GSR Part 3 [1], une « personne du public » est définie comme « [d]ans un sens général,... tout individu de la population, sauf lorsqu'il est soumis à une exposition professionnelle ou à une exposition médicale. » Le paragraphe 3.27 de la publication SF-1 (Principe 7 : Protection des générations actuelles et futures) [2] stipule que « [l]es normes de sûreté s'appliquent non seulement aux populations locales, mais aussi aux populations vivant loin des installations et activités » et que « [q]uand les effets peuvent concerner plusieurs générations, les générations suivantes doivent être suffisamment bien protégées pour ne pas avoir à mettre en œuvre des actions protectrices importantes ».

3. PRESCRIPTIONS DE SÛRETÉ RELATIVES À L'ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

3.1. La présente section contient des extraits des publications n° SF-1 [2], n° GSR Part 3 [1] et n° GSR Part 4 (Rev. 1) [5] qui énoncent les prescriptions de sûreté pertinentes au regard de la protection du public et de l'environnement qui doivent être prises en compte dans la conduite des évaluations radiologiques prospectives de l'environnement pour les situations d'exposition planifiée. On trouvera des recommandations sur la manière de satisfaire à ces prescriptions dans les sections 4 et 5 et dans l'annexe du présent guide de sûreté.

LIMITE DE DOSE ET CONTRAINTE DE DOSE ET DE RISQUE

3.2. La publication n° SF-1 [2] établit des principes pour assurer la protection du public et de l'environnement, aujourd'hui et à l'avenir, contre les effets nocifs des rayonnements ionisants et dispose au paragraphe 3.25 (Principe 6 : Limitation des risques pour les personnes) ce qui suit : « les doses et les risques radiologiques doivent être contrôlés dans des limites précises. » Ces principes s'appliquent aux situations d'exposition aux rayonnements ionisants ou à l'exposition possible aux rayonnements ionisants¹¹.

3.3. La publication n° GSR Part 3 [1] dispose que, pour les situations d'exposition planifiée, les expositions et les risques pour les membres du public doivent faire l'objet d'un contrôle [paragraphe 2.11, 3.26, 3.27, 3.120 c) et 3.123 b)].

3.4. La Prescription 12 de la publication n° GSR Part 3 [1] dispose que « **Le gouvernement ou l'organisme de réglementation établit des limites de dose pour les cas... d'exposition du public, et les titulaires d'enregistrements et de licences les appliquent.** »

3.5. Le paragraphe 3.120 de la publication n° GSR Part 3 [1], qui porte sur les responsabilités particulières pour l'exposition du public dispose que « [l]e gouvernement ou l'organisme de réglementation établit ou approuve des

¹¹ Le principe de limite de dose et de limitation des risques ne s'applique pas aux situations d'exposition d'urgence et aux situations d'exposition existante, pour lesquelles on utilise des niveaux de référence.

contraintes de dose et de risque destinées à l'optimisation de la protection et de la sûreté des personnes du public. » Aux termes du paragraphe 3.123 e) de la publication n° GSR Part 3 [1] :

« L'organisme de réglementation fixe ou approuve des limites et conditions d'exploitation relatives à l'exposition du public, comme les limites autorisées pour les rejets. Ces limites et conditions d'exploitation... [t]iennent compte des résultats de l'évaluation prospective des impacts radiologiques sur l'environnement effectuée conformément aux prescriptions de l'organisme de réglementation. »

ÉVALUATION DE LA PROTECTION DU PUBLIC ET DE L'ENVIRONNEMENT

3.6. Le principe 7 de la publication n° SF-1 [2] dispose que « **Les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques** ».

3.7. Le paragraphe 3.28 de la publication n° SF-1 [2] dispose ce qui suit :

« Le système actuel de radioprotection assure, en général, une protection appropriée des écosystèmes de l'environnement humain contre les effets nocifs de l'exposition aux rayonnements. L'objectif général des mesures prises aux fins de la protection de l'environnement est de préserver les écosystèmes d'une exposition aux rayonnements qui aurait des conséquences néfastes pour une espèce (par opposition à un organisme) ».

3.8. Aux termes du paragraphe 3.9 e) de la publication n° GSR Part 3 [1] :

« Toute personne ou organisation qui demande une autorisation... [c]onformément à ce qui est prévu par l'organisme de réglementation, fait procéder à une évaluation prospective appropriée des impacts radiologiques sur l'environnement, proportionnée aux risques radiologiques associés à l'installation ou à l'activité. »

La section 4 du présent guide de sûreté donne des indications sur le contexte dans lequel une évaluation est effectuée, et la section 5 décrit la méthode permettant d'évaluer le niveau de protection du public et de l'environnement.

3.9. Le paragraphe 3.15 d) de la publication n° GSR Part 3 [1] énonce les responsabilités des titulaires d'enregistrements et de licences dans les situations d'exposition planifiée. Il dispose ce qui suit :

« Les titulaires d'enregistrements et de licences...[s]'agissant des sources pour lesquelles ils ont reçu une autorisation et pour lesquelles l'organisme de réglementation exige une évaluation prospective des impacts radiologiques sur l'environnement... effectuent et tiennent à jour une telle évaluation ».

3.10. La prescription 31 de la publication n° GSR Part 3 [1] concerne les déchets et les rejets radioactifs. Le paragraphe 3.132 de la publication n° GSR Part 3 [1] dispose ce qui suit :

« Les titulaires d'enregistrements et de licences, en coopération avec les fournisseurs, lorsqu'ils font une demande d'autorisation de rejet, s'il y a lieu :

- a) [d]éterminent les caractéristiques et l'activité des matières à rejeter, ainsi que les points et les méthodes de rejet possibles ;
- b) [d]éterminent, au moyen d'une étude préalable appropriée, toutes les voies d'exposition importantes par lesquelles les radionucléides rejetés pourraient entraîner une exposition des personnes du public ;
- c) [é]valuent les doses à la personne représentative dues aux rejets prévus ;
- d) [e]nvisagent les impacts radiologiques sur l'environnement de manière intégrée avec les caractéristiques du système de protection et de sûreté, conformément aux prescriptions de l'organisme de réglementation. »

ÉVALUATION ET CONTRÔLE DE L'EXPOSITION POTENTIELLE

3.11. Aux termes du paragraphe 3.15 e) de la publication n° GSR Part 3 [1], « Les titulaires d'enregistrements et de licences : ... Évaluent la probabilité et la valeur des expositions potentielles, les conséquences qu'elles pourraient avoir et le nombre de personnes qui pourraient être touchées par ces expositions » ;

3.12. Le paragraphe 3.24 de la publication n° GSR Part 3 [1] dispose ce qui suit :

« les titulaires d'enregistrements et de licences veillent à ce que tous les facteurs pertinents soient pris en compte de manière cohérente dans

l'optimisation de la protection et de la sûreté pour contribuer à atteindre les objectifs suivants :

- a) Définir des mesures de protection et de sûreté optimisées dans les circonstances existantes, compte tenu des options de protection et de sûreté disponibles ainsi que de la nature, de la probabilité et de la valeur des expositions ;
- b) Établir des critères fondés sur les résultats de l'optimisation en vue de restreindre la probabilité et les valeurs des expositions au moyen de mesures de prévention des accidents et d'atténuation des conséquences de ceux qui se produisent. »

3.13. La prescription 6 de la publication n° GSR Part 4 (Rev.1) [5] dispose qu'« **I**lconvient d'identifier et d'évaluer les risques radiologiques possibles associés à l'installation ou à l'activité. » Le paragraphe 4.19 de la publication n° GSR Part 4 (Rev.1) [5] dispose que ces risques radiologiques incluent :

« le niveau et la probabilité d'une radio-exposition des travailleurs et du public et le rejet éventuel de matières radioactives dans l'environnement associés à des incidents de fonctionnement prévus ou à des accidents entraînant la perte de contrôle du cœur d'un réacteur nucléaire, d'une réaction nucléaire en chaîne, d'une source radioactive ou de toute autre source de rayonnements. »

3.14. Le paragraphe 3.31 de la publication n° GSR Part 3 [1] dispose ce qui suit :

« Des évaluations de la sûreté sont effectuées..., afin :

- a) De déterminer comment des expositions pourraient être subies... ;
- b) D'établir la probabilité et la valeur prévisibles des expositions en fonctionnement normal et, dans la mesure où cela est raisonnablement possible, d'évaluer les expositions potentielles. »

APPROCHE GRADUÉE

3.15. Le paragraphe 3.24 des Principes fondamentaux de sûreté (publication n° SF-1) [2] dispose que « Les ressources consacrées par le titulaire de licence à la sûreté, de même que la portée et la rigueur des règlements et de leur application, doivent être proportionnelles à l'ampleur des risques radiologiques et à la possibilité de les contrôler. »

3.16. Le paragraphe 3.1 de la publication n° GSR Part 4 (Rev. 1) [5] dispose que pour appliquer le principe 5 (optimisation de la protection) des Principes fondamentaux de sûreté [2], « une approche graduée est adoptée pour l'exécution des évaluations de la sûreté des installations et activités... en raison des niveaux très différents des risques radiologiques possibles qui y sont associés. »

3.17. La Prescription 6 de la publication n° GSR Part 3 dispose que « **L'application des prescriptions des présentes Normes dans les situations d'exposition planifiée est proportionnée aux caractéristiques de la pratique ou de la source associée à une pratique ainsi qu'à la probabilité et à la valeur des expositions.** »

3.18. Le paragraphe 3.4 de la publication n° GSR Part 4 (Rev. 1) [5] dispose que « La maturité ou la complexité de l'installation ou de l'activité sont, parmi d'autres autres facteurs pertinents, pris également en compte dans une approche graduée de l'évaluation de la sûreté. » Le paragraphe 3.6 de la publication n° GSR Part 4 (Rev. 1) [5] dispose par ailleurs que :

« L'application de l'approche graduée est réévaluée au fur et à mesure que l'évaluation de la sûreté progresse et que l'on acquiert une meilleure compréhension des risques radiologiques associés à l'installation ou à l'activité. La portée et le niveau de détail de l'évaluation de la sûreté sont alors modifiés selon les besoins et le montant des ressources à y consacrer est ajusté en conséquence. »

IMPACTS TRANSFRONTIÈRES

3.19. Le paragraphe 3.124 de la publication n° GSR Part 3 [1] aborde la question de l'exposition en dehors du territoire de l'État où se trouve la source¹². Il dispose ce qui suit :

« Lorsqu'une source associée à une pratique pourrait entraîner une exposition du public hors du territoire ou de toute autre zone sous la

¹² Il convient également d'examiner la protection du public et de l'environnement contre d'éventuels impacts transfrontières et les obligations concernant l'évaluation des impacts et le partage des informations entre les États dans le contexte plus large des conventions et accords internationaux pertinents (par exemple la Convention Espoo de 1991 [23], la Convention sur le droit de la mer de 1982 [24], la Convention d'Aarhus de 1998 [25] et l'article 37 du traité EURATOM [32]).

juridiction ou le contrôle de l'État où se trouve la source, le gouvernement ou l'organisme de réglementation :

- a) Veille à ce que l'évaluation des impacts radiologiques englobe les impacts hors du territoire ou de toute autre zone sous la juridiction ou le contrôle de l'État ;

.....

- c) Prévoit des dispositions avec l'État affecté pour ce qui est de l'échange d'informations et des consultations, selon qu'il convient. »

4. CADRE D'ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT POUR LES INSTALLATIONS ET ACTIVITÉS

4.1. Le gouvernement ou l'organisme de réglementation devrait indiquer à l'avance les types d'installation et d'activité pour lesquels l'impact radiologique sur l'environnement doit faire l'objet d'une évaluation ou devrait préciser les critères permettant de décider, au cas par cas, si une telle évaluation doit être réalisée. En général, une telle évaluation ne devrait pas être nécessaire pour les générateurs de rayons X, les petits laboratoires, la radiologie diagnostique, les applications industrielles utilisant des sources scellées, ou toute autre installation ou activité où les sources de rayonnements ou les générateurs sont utilisés, traités ou stockés sous une forme et à une échelle qui ne devraient pas avoir d'impacts sur le public et l'environnement en fonctionnement normal ou en cas d'accident.

4.2. Le niveau de complexité requis pour l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devrait également être défini par le gouvernement ou l'organisme de réglementation dans le cadre juridique national ou de la réglementation nationale. Il convient de tenir compte des caractéristiques de l'activité ou de l'installation en fonction du risque pour le public et l'environnement résultant des expositions prévisibles en fonctionnement normal et des expositions potentielles. Pour les installations et activités qui sont exemptées¹³ sans autre considération, il ne devrait pas être nécessaire d'évaluer l'impact radiologique sur l'environnement pour obtenir une autorisation,

¹³ Le concept d'exemption et les critères généraux d'exemption des pratiques sont énoncés dans l'appendice I de la publication n° GSR Part 3 [1].

même si une évaluation générique de l'impact sur le public et l'environnement peut avoir été réalisée pour conclure que l'exemption a été accordée. Lorsque l'exemption est accordée sous conditions, la nécessité d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devrait être envisagée.

4.3. Les méthodes employées pour évaluer l'impact radiologique sur l'environnement (par exemple les hypothèses, les modèles conceptuels, les modèles mathématiques, les données d'entrée) peuvent varier en fonction de la complexité de l'installation ou de l'activité et des scénarios d'exposition associés, et devraient être sélectionnées en tenant compte des prescriptions relatives à une approche graduée. En général, il est souvent plus pratique de commencer par une évaluation prudente simple, par exemple en utilisant des données d'entrée génériques et en se fondant sur un scénario d'exposition prudent selon lequel le public et l'environnement sont exposés aux rayonnements ionisants, puis d'augmenter la complexité de l'évaluation si nécessaire, par exemple en utilisant des données propres au site et des scénarios d'exposition plus détaillés et plus réalistes, jusqu'à ce qu'on parvienne à une conclusion claire et défendable. Par souci de clarté, les évaluations décrites dans le présent guide de sûreté sont parfois classées comme simples ou complexes. Toutefois, ces termes ont pour objet d'indiquer les deux extrémités d'une gamme d'évaluations possibles et, pour un grand nombre d'activités et installations, une évaluation se situant entre ces deux types sera appropriée.

ÉVALUATION DU PROCESSUS D'AUTORISATION

4.4. Les facteurs importants pour déterminer la nécessité et la complexité de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement dans le cadre d'un processus d'autorisation sont notamment les suivants : le terme source¹⁴, les doses prévues, les caractéristiques de l'activité ou installation, les caractéristiques de l'emplacement, la réglementation nationale en matière d'octroi d'autorisation pour l'installation ou l'activité en question et l'étape du processus d'autorisation (voir le tableau 1). Le demandeur devrait tenir compte de ces facteurs lorsqu'il soumet sa demande à l'organisme de réglementation pour examen et accord.

¹⁴ Le « terme source » est « Le volume et la composition isotopique des rejets (ou rejets postulés) de *matière radioactive* d'une *installation* » [4]. Ce concept est utilisé pour modéliser les rejets de radionucléides dans l'environnement. Il est également applicable à certaines activités et, parallèlement aux propriétés physiques et chimiques des rejets, il peut être utile pour modéliser la dispersion dans l'environnement.

Pour certaines installations et activités, le niveau de détail de l'évaluation peut être défini a priori par l'organisme de réglementation.

4.5. Les facteurs et les éléments présentés dans le tableau 1 devraient être utilisés comme règles générales pour déterminer s'il est approprié de réaliser une évaluation simple ou complexe de l'impact radiologique sur l'environnement. En général, une évaluation à l'appui de l'autorisation d'une installation nucléaire nécessitera un degré élevé de complexité, tandis que pour une activité ou installation fonctionnant avec un faible stock de radionucléides, une analyse plus simple peut être justifiée.

4.6. Pour les installations ou les activités dont les pratiques sont relativement normalisées, de petits stocks de radionucléides et un faible potentiel de rejets accidentels dans l'environnement, mais qui pourraient néanmoins avoir un certain impact sur le public et l'environnement, par exemple un hôpital ayant un service de médecine nucléaire, l'organisme de réglementation peut donner des orientations génériques permettant d'identifier les éléments nécessaires qui devraient être inclus dans l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement.

4.7. Pour les installations nucléaires, par exemple les centrales nucléaires et les installations de retraitement du combustible nucléaire, il est probable que le processus d'autorisation se déroule en plusieurs étapes [33]. Au cours de ces étapes, l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut être actualisée au fur et à mesure de l'obtention de données plus spécifiques ; le demandeur ou l'organisme d'exploitation de l'installation devrait veiller à ce que les mises à jour des résultats de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement soient communiquées à chaque étape, pour examen par l'organisme de réglementation.

4.8. La figure 1 a été adaptée et modifiée à partir de la figure 1 de la publication intitulée *Licensing Process for Nuclear Installations*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-12 [33], et présente de manière schématique les étapes de la durée de vie d'une installation nucléaire. Les évaluations de l'impact radiologique sur l'environnement réalisées avant et pendant l'exploitation d'une installation nucléaire seront toutes très similaires, bien qu'elles incorporeront successivement plus de détails et de données spécifiques pour réduire le niveau d'incertitude, lorsque cela est possible, et un examen des modèles et des hypothèses utilisés, lorsque cela sera jugé nécessaire. Les flèches verticales pleines de la figure 1 indiquent les points auxquels l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut être soumise à l'organisme de réglementation pour

TABLEAU 1. EXEMPLES DE FACTEURS AYANT UNE INCIDENCE SUR LE NIVEAU DE COMPLEXITÉ PRESCRIT POUR UNE ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT ^a

Facteur	Élément
Caractéristiques de l'installation ou de l'activité	<p>Terme source</p> <ul style="list-style-type: none"> — Radionucléides — Quantité (activité et masse/volume) — Forme (composition chimique/physique) — Géométrie (taille, forme, hauteur du rejet) — Potentiel de rejet : le terme source diffère sensiblement selon qu'il s'agit d'un fonctionnement normal ou d'un accident <p>Doses attendues en fonctionnement normal ou doses projetées en cas d'exposition potentielle</p> <ul style="list-style-type: none"> — Évaluations préliminaires ou évaluations antérieures pour des installations similaires <p>Caractéristiques de sûreté de l'activité ou l'installation</p> <ul style="list-style-type: none"> — Types de barrière de sûreté et de caractéristique technique présents dans la conception — Risque d'accidents graves
Caractéristiques de l'emplacement	<p>Caractéristiques du site de l'installation relatives à la dispersion des radionucléides dans l'environnement (p. ex. géologie, hydrologie, météorologie, morphologie, caractéristiques biophysiques)</p> <p>Présence et caractéristiques des récepteurs (p. ex. démographie, habitudes et conditions de vie, flore et faune)</p> <p>Voies d'exposition</p> <p>Utilisation des sols et autres activités (p. ex. agriculture, transformation des aliments, autres industries)</p> <p>Les caractéristiques des autres installations situées à proximité et les éventuels événements externes d'origine naturelle ou humaine (p. ex. tremblements de terre, inondations, accidents industriels, accidents de transport)</p>
Caractéristiques du processus d'autorisation pour l'activité ou installation en question	<p>Prescriptions ou réglementations (prescriptions relatives à l'octroi d'autorisation)</p> <p>Stade du processus d'autorisation</p>

^a La liste fournie ici n'est pas exhaustive et l'appréciation de l'importance de ces facteurs lors de la sélection du type d'évaluation devra être faite par des experts en sûreté nucléaire et radiologique de l'organisation du demandeur et par l'organisme national de réglementation.

discussion et, enfin, pour approbation, avant le début de l'exploitation de l'installation ou le début du déclassement. Les flèches verticales en pointillé indiquent quand une évaluation actualisée peut être soumise à l'organisme de réglementation en cas de changements notables dans le niveau postulé des rejets ou dans les scénarios d'exposition potentielle au cours de la phase opérationnelle. La flèche horizontale indique l'évolution dans le temps.

4.9. Une première évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement utilisant des données génériques devrait être réalisée au cours de la phase du choix et de l'évaluation du site afin d'identifier les régions ou les sites potentiels pour l'installation ou l'activité. Cette évaluation devrait porter sur les caractéristiques du site et les caractéristiques régionales susceptibles d'avoir une incidence sur la sûreté, l'exposition des personnes, l'utilisation actuelle et future des sols, les considérations d'importance culturelle et économique et les considérations démographiques. À ce stade, les différentes conceptions de l'installation peuvent encore faire l'objet d'un examen minutieux et les informations disponibles sur les systèmes et les analyses de la sûreté de la conception peuvent être limitées.

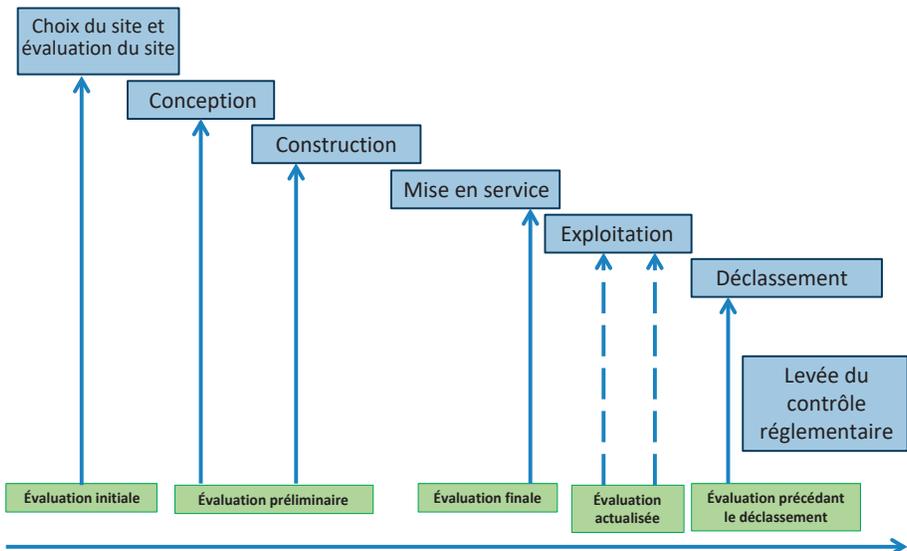


FIG. 1. Étapes de la durée de vie d'une installation nucléaire au cours desquelles une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement pourrait contribuer au processus d'autorisation (adapté de la publication n° SSG-12 [33]).

4.10. Une fois qu'un site ou un certain nombre de sites ont été retenus et que la conception de l'installation est plus clairement définie, une évaluation préliminaire de l'impact radiologique sur l'environnement pour le ou les emplacement(s) particulier(s) devrait être réalisée à l'aide des données disponibles propres au site. En général, pendant la période de construction, il convient de recueillir davantage d'informations pertinentes au regard de l'évaluation, y compris, lorsque cela est jugé nécessaire, les résultats des mesures environnementales et les résultats des enquêtes sur les habitudes et les conditions de vie menées sur le site et aux alentours. L'évaluation devrait être affinée au fur et à mesure que le projet évolue et que de nouvelles informations sont disponibles, afin de pouvoir produire un rapport final d'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement bien étayé à un moment donné de la phase de mise en service, avant que l'organisme d'exploitation ne soumette sa demande finale d'autorisation à l'organisme de réglementation. La publication intitulée *Mise en place de l'infrastructure de sûreté pour un programme électronucléaire* [n° SSG-16 (Rev. 1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA] [22] contient des orientations sur la soumission et l'actualisation d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement dans le cadre de la mise en place de l'infrastructure de sûreté d'un programme électronucléaire.

4.11. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement réalisée avant le début de l'exploitation d'une installation ou de la conduite d'une activité devrait être utilisée comme l'un des éléments permettant de déterminer les limites de rejet autorisées et toutes autres grandeurs opérationnelles relatives à la protection du public. Les orientations relatives à l'établissement des limites de rejet autorisées sont présentées dans la publication n° GSG-9 [9].

4.12. Pour les installations déjà en service et les activités en cours, l'évaluation de la sûreté devrait faire l'objet d'un réexamen et d'une mise à jour périodiques à des intervalles prédéfinis, conformément aux prescriptions réglementaires [5] ; ce réexamen devrait tenir compte des modifications éventuelles des hypothèses utilisées pour réaliser l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement et des résultats du contrôle radiologique des sources et des programmes de contrôle radiologique de l'environnement exécutés pendant l'exploitation. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement peut devoir être révisée en cas de changements importants dans les caractéristiques de l'installation ou l'activité ou dans les caractéristiques de l'emplacement (voir le tableau 1).

4.13. Une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement réalisée pour une nouvelle installation devrait tenir compte de la contribution à

l'exposition du public d'autres installations déjà en service ou dont la construction est prévue sur le site considéré ou à proximité de celui-ci.

4.14. Avant le début des mesures de déclassement, pour certaines installations et activités comme les installations nucléaires, les installations de gestion des déchets radioactifs et les installations d'extraction et de préparation du minerai d'uranium, une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement devrait être réalisée aux fins de la planification [34].

4.15. Avant que le contrôle réglementaire puisse être levé sur un site après le déclassement, un réexamen de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement pourrait être nécessaire, en fonction des conditions radiologiques finales de l'ancienne installation. Toutefois, pour la plupart des installations et activités après le déclassement, les expositions attendues et les expositions potentielles seront négligeables ou inexistantes, et les méthodes employées pour estimer ces expositions et déterminer les critères radiologiques associés seront différentes. Par exemple, dans l'estimation des expositions, il conviendrait d'accorder plus d'importance aux résultats d'une étude environnementale finale, et les critères radiologiques pourraient être les critères de rejet pour une utilisation inconditionnelle après le déclassement, tels qu'ils sont fixés par l'organisme de réglementation [35].

4.16. Une situation particulière peut se produire après le déclassement de certaines installations et activités qui s'étendent sur de vastes zones, telles que les mines d'uranium et les usines de préparation du minerai d'uranium, où le terme source résiduel peut ne pas être négligeable et où l'impact radiologique sur le public et l'environnement est attendu après la fermeture de l'installation ou l'activité. Les évaluations de l'impact radiologique sur l'environnement pour de telles situations devraient être réalisées au cas par cas, tenir compte des caractéristiques particulières du terme source et utiliser les résultats d'une étude finale, y compris les données de contrôle radiologique de l'environnement. L'organisme de réglementation devrait prendre en considération la nécessité de définir des limites pour l'utilisation des sols, sur la base de critères de rejets radiologiques pour une utilisation restreinte, d'identifier les entités responsables et de préciser les dispositions relatives au contrôle institutionnel [35].

ÉVALUATION DANS LE CADRE D'UN PROCESSUS DÉCISIONNEL À L'ÉCHELON GOUVERNEMENTAL

4.17. Une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement doit être réalisée dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental pour certaines installations et activités et peut être incluse, par exemple, dans un processus d'évaluation de l'impact environnemental. Les installations et activités pour lesquelles une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement doit être réalisée dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental et le niveau de complexité de l'évaluation de l'impact radiologique environnemental devraient être définis par le gouvernement avec l'aide de l'organisme de réglementation, en fonction du niveau de risque résultant des expositions attendues en fonctionnement normal et des expositions potentielles, ainsi que d'autres facteurs indiqués dans le tableau 1. Une évaluation de l'impact sur l'environnement devrait normalement être réalisée au cours de la phase initiale de la mise en place d'un programme électronucléaire (voir la publication n° SSG-16 [22]).

4.18. Le gouvernement ou l'organisme de réglementation devrait définir les seuils ou les critères d'exemption de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement à un niveau tel que tous les projets concernant un certain type d'installation ou activité soient exemptés si aucun impact radiologique n'est attendu, que ce soit en fonctionnement normal ou dans des conditions accidentelles¹⁵. Par ailleurs, si la réglementation précise qu'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement doit être réalisée dans tous les cas, l'évaluation devrait commencer par une méthode prudente très simple, suivie de niveaux de complexité croissants s'il y a lieu pour parvenir à une conclusion défendable. Cette approche garantira un niveau élevé de transparence et est conforme au concept d'approche graduée.

4.19. Une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement réalisée dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental est en principe effectuée aux premiers stades de la mise en place du projet et elle est en général moins détaillée et utilise des données moins spécifiques qu'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement réalisée dans le cadre d'un processus

¹⁵ Certaines directives internationales, telles que la Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière [23] et la Directive 2011/92/UE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement [26], précisent les types d'installations et activités pour lesquels une évaluation de l'impact environnemental est nécessaire.

d'autorisation ; cependant, les deux évaluations de l'impact radiologique sur l'environnement doivent être cohérentes.

4.20. S'agissant de certains types d'installations ou activités, par exemple les hôpitaux utilisant des radionucléides à des fins de diagnostic uniquement ou les laboratoires de recherche utilisant de petites quantités de radionucléides, rien n'oblige à réaliser une évaluation détaillée de l'impact radiologique sur l'environnement dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental, car aucun impact notable sur l'environnement n'est attendu, que ce soit pour les rejets en fonctionnement normal ou pour les rejets accidentels ; toutefois, l'autorité nationale compétente peut établir ses propres prescriptions concernant la nécessité de réaliser une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement pour de telles activités et installations.

4.21. Une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental peut être réalisée en une seule phase ou en plusieurs phases. L'évaluation initiale peut se vouloir relativement descriptive et fondée sur des données génériques et des hypothèses prudentes ; l'évaluation ultérieure peut inclure des modèles plus réalistes et des informations propres au site. Les évaluations génériques d'installations similaires déjà en exploitation sur d'autres sites peuvent fournir des informations utiles.

ÉVALUATIONS À D'AUTRES FINS

4.22. L'exploitant d'une installation ou activité peut réaliser une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement dans le but d'apporter des améliorations aux systèmes de sûreté de l'installation ou activité. Par exemple, dans le cadre d'un processus d'évaluation de la performance d'une installation ou activité en matière de sûreté, l'exploitant peut évaluer l'efficacité des systèmes de réduction des rejets radioactifs dans l'environnement (par exemple les filtres d'aérosols ou les réservoirs de désactivation utilisés en fonctionnement normal) ou des systèmes de réduction des rejets en cas d'accident (par exemple les filtres d'urgence). Pour ces évaluations, il conviendrait d'appliquer les approches décrites dans le présent guide de sûreté pour veiller à ce qu'il soit tenu compte de tous les aspects de la protection du public et de l'environnement.

COMMUNICATION DES RÉSULTATS

4.23. La prescription 36 de la publication intitulée *Cadre gouvernemental, législatif et réglementaire de la sûreté* [n° GSR Part 1 (Rev. 1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA] [36] dispose que l'organisme de réglementation, directement ou par l'intermédiaire de l'exploitant d'une installation ou activité, doit établir des mécanismes efficaces de communication pour informer les parties intéressées des risques radiologiques éventuels associés à l'installation ou activité et des processus et décisions de l'organisme de réglementation. Les facteurs figurant dans le tableau 1 devraient être pris en considération au moment de déterminer le contenu et le niveau de détail des informations fournies aux parties intéressées. En fonction de l'importance nationale de l'installation ou activité, les autorités gouvernementales et l'organisme de réglementation devraient jouer un rôle, en particulier lorsque cette communication est jugée nécessaire pour informer efficacement le public. On trouvera dans la publication intitulée *Information et consultation des parties intéressées par l'organisme de réglementation*, n° GSG-6 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA [37] des orientations sur l'information et la consultation des parties intéressées par l'organisme de réglementation.

4.24. Une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement est généralement publiée dans des documents techniques censés être lus par des personnes compétentes en la matière. En principe, ces personnes sont des experts en sûreté nucléaire et en radioprotection au sein de l'organisme de réglementation, des organismes d'appui technique, des organismes de santé publique ou des agences de l'environnement. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devrait être bien documentée et transparente afin d'être comprise par un public plus large, qui peut ne pas posséder des compétences hautement spécialisées, comme le public et les administrations et ministères qui ne s'occupent pas directement des questions relatives à la sûreté et à la radioprotection. Les informations relatives à l'évaluation devraient être communiquées dans un langage technique approprié. En outre, un résumé non technique condensant les chapitres pertinents des rapports plus techniques et présentant les principales conclusions de l'évaluation pourrait être utile à certaines parties intéressées.

4.25. La communication des résultats est aussi importante que la réalisation d'une étude d'impact radiologique sur l'environnement techniquement solide. Afin de replacer les résultats dans une perspective appropriée, des informations essentielles sur les effets des rayonnements et les aspects liés à la sûreté de la conception, de l'exploitation, de l'entretien et de la surveillance des installations

et activités devraient être incluses, ainsi que les résultats spécifiques de l'évaluation.

4.26. Lorsque les résultats d'une évaluation indiquent que les informations sont pertinentes au-delà des frontières nationales, ces informations devraient être partagées avec les États concernés. L'État dans lequel l'installation ou activité est située devrait organiser avec les États concernés les moyens d'échange d'informations et de consultation, le cas échéant.

4.27. Les informations servant de base pour l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devraient, dans la mesure du possible, être mises à la disposition de toutes les parties intéressées, afin de promouvoir la transparence et d'instaurer la confiance. Cependant, certaines informations pourraient avoir des incidences sur le plan commercial ou des conséquences pour la sûreté et la sécurité nucléaires (p. ex. des plans de l'aménagement de l'installation, des informations sur les séquences d'accidents de l'usine). Ces informations ne devraient être mises à la disposition que de l'organisme de réglementation et d'autres organismes publics et devraient être traitées de manière confidentielle. En principe, le gouvernement, en consultation avec l'organisme national de réglementation et d'autres organisations nationales compétentes, devrait déterminer quelles sont les informations qui peuvent être mises à la disposition du public. La raison de la restriction d'accès à certaines informations sensibles devrait être clairement expliquée de manière à permettre aux parties intéressées de ne pas percevoir cette restriction comme une dissimulation d'informations pertinentes au regard de l'estimation et la compréhension des risques radiologique pour les personnes et l'environnement. Les organismes publics remplissant des fonctions liées à la sûreté et à la sécurité nucléaires devraient continuer de veiller à ce que le bien-fondé technique de toute information restreinte serve de base à l'évaluation.

5. MÉTHODE D'ÉVALUATION PROSPECTIVE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

5.1. On trouvera dans la présente section une méthode d'évaluation de l'impact radiologique sur le public résultant des expositions attendues en fonctionnement normal des installations et activités et des expositions potentielles dues à des

scénarios d'accident ainsi qu'une réponse à la question de savoir si la protection de l'environnement peut être prise en compte dans l'évaluation et de quelle manière elle peut l'être.

5.2. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté se voulant prospective, il faudra se fonder sur une modélisation mathématique pour évaluer, par exemple, la dispersion des radionucléides dans l'environnement, le transfert des radionucléides à travers les milieux de l'environnement¹⁶, l'absorption des radionucléides par les êtres humains et le biote dans la chaîne alimentaire humaine et, enfin, les doses de rayonnements à l'homme résultant d'expositions externes et internes. Les modèles devraient être adaptés à la situation dans laquelle ils sont appliqués et devraient être vérifiés¹⁷. Les hypothèses du modèle et les choix des paramètres devraient être décrits de manière suffisamment détaillée et devraient être référencés pour être transparents et permettre une vérification indépendante.

5.3. Lorsque cela est possible, les modèles retenus devraient être validés en comparant les résultats des calculs effectués à l'aide des modèles avec les données réelles résultant des mesures pour des scénarios d'exposition analogues ou, si cela n'est pas possible, dans le cadre de procédures de référencement par rapport à d'autres modèles adéquats. Les programmes de contrôle radiologique de l'environnement pendant la phase opérationnelle d'une installation ou activité peuvent être utilisés non seulement pour s'assurer du respect des limites de rejet et des limites de dose, mais aussi pour confirmer que les modèles environnementaux utilisés dans l'évaluation prospective étaient adéquats.

5.4. Il est possible d'employer différentes méthodes, notamment différents outils de calcul et différentes données d'entrée, pour effectuer une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement. On trouvera des informations sur les méthodes génériques prudentes dans la réf. [10]. Le demandeur devrait déterminer le niveau de complexité et de détail des méthodes proposées, en

¹⁶ Les milieux environnementaux sont, par exemple, l'air, l'eau, les sédiments et le biote.

¹⁷ Il existe un certain nombre de modèles « de pointe » applicables à l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement qui ont été mis au point et utilisés par différents États et, dans certains cas, fournis par des sociétés commerciales. L'AIEA exécute régulièrement des projets internationaux pour la validation des modèles et des données, dans le cadre desquels certains de ces modèles sont utilisés dans des tests et pour l'étalonnage. On trouvera dans la réf. [38] des informations sur les modèles appliqués dans le cadre du programme de modélisation de l'environnement pour la sûreté radiologique (EMRAS) de l'AIEA ; des rapports sur les modèles appliqués dans le cadre des programmes EMRAS II et Modélisation et données pour les évaluations de l'impact radiologique (MODARIA) sont en préparation.

fonction des caractéristiques de l'installation ou activité et de l'emplacement (voir le tableau 1). Le demandeur est chargé de sélectionner les méthodes les plus appropriées, conformément aux orientations fournies par l'organisme de réglementation. L'organisme national de réglementation devrait déterminer, en concertation avec le demandeur et les autres parties intéressées, la méthode la mieux adaptée pour effectuer une évaluation particulière et devrait convenir que la méthode adoptée est adéquate pour l'objectif proposé.

5.5. L'un des éléments à prendre en considération lors du choix des méthodes d'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement est l'équilibre entre le niveau d'effort réalisable et le niveau de détail requis. Par exemple, pour une installation ou activité dont les niveaux de rejets sont faibles, entraînant des doses proches des critères d'exemption, et dont le risque d'accident ayant des conséquences pour le public et l'environnement est faible, il ne serait généralement pas nécessaire d'employer des méthodes détaillées. Pour ces types d'installations ou activités, l'organisme de réglementation, les vendeurs ou les associations professionnelles peuvent élaborer des orientations génériques définissant des méthodes simples et prudentes que les demandeurs peuvent employer pour leurs évaluations. Ces méthodes devraient être adaptées à la tâche et tenir compte de manière appropriée de tous les aspects liés au transfert dans l'environnement, tels que la bioaccumulation.

5.6. Pour les installations pour lesquelles des évaluations complexes sont justifiées, le niveau de détail des modèles et les données utilisées pour l'évaluation peuvent évoluer au cours du processus décisionnel à l'échelon gouvernemental ou du processus d'autorisation.

ÉVALUATION DE LA PROTECTION DU PUBLIC EN FONCTIONNEMENT NORMAL

5.7. Les installations et activités qui utilisent ou traitent des sources ou des matières radioactives sont conçues, construites, mises en service, exploitées ou conduites, maintenues en état et déclassées et sont réglementées à toutes ces étapes, afin de prévenir ou de réduire au minimum les rejets de matières radioactives dans l'environnement. Toutefois, de très faibles quantités de résidus de radionucléides peuvent être trouvées dans certains des effluents gazeux ou liquides résultant du fonctionnement normal. En raison des volumes importants, il pourrait être techniquement difficile d'entreposer toutes ces matières résiduelles sur le site et, compte tenu des faibles concentrations d'activité, le coût d'un tel entreposage serait probablement excessif et injustifié du point de vue de la

protection contre les rayonnements. Dans certains cas, une installation ou activité peut également être à l'origine d'une exposition à une irradiation directe. Afin de contrôler les doses au public, conformément aux prescriptions de sûreté de la publication n° GSR Part 3 [1], il conviendrait de procéder à une évaluation prospective de la dose qui pourrait être reçue par les personnes du public du fait des rejets gazeux et liquides et de l'irradiation directe, et de comparer les résultats à des critères définis.

Approche de l'évaluation

5.8. L'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement pour le public en fonctionnement normal utilise des estimations de la dose au public due aux rejets résultant du fonctionnement de l'installation ou de la conduite de l'activité. La figure 2 résume les composantes d'une telle évaluation. D'une manière générale,

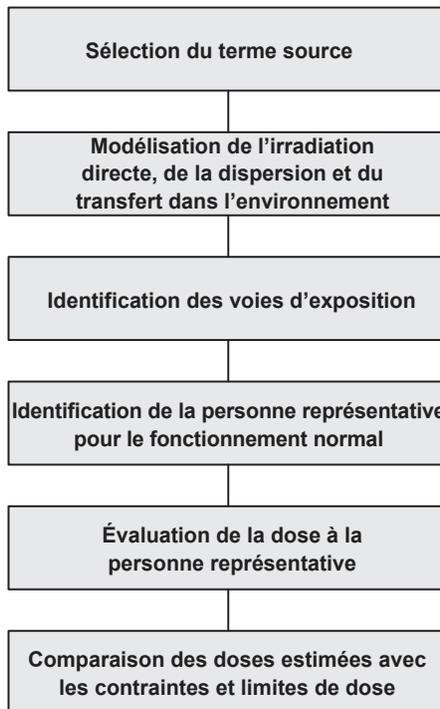


FIG. 2. Composantes d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement pour la protection du public en fonctionnement normal (cette figure n'est pas censée être une procédure détaillée étape par étape et est présentée pour illustrer les éléments de l'évaluation et faciliter sa description).

le premier élément de l'évaluation devrait consister à caractériser la source de rayonnement par rapport à l'exposition du public. Ensuite, il conviendrait d'examiner la dispersion dans l'environnement et le transfert des radionucléides dans les milieux de l'environnement pertinents au regard des voies d'exposition identifiées et de l'emplacement. Les concentrations d'activité estimées dans un certain nombre de milieux environnementaux devraient ensuite être combinées avec des données pertinentes sur les habitudes et conditions de vie (par exemple, les taux de respiration, la consommation d'eau, la consommation alimentaire) et les facteurs liés à la profession dans le temps (par exemple, le temps passé dans un lieu particulier ou à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments) pour calculer l'incorporation de radionucléides (exposition interne) ou l'irradiation externe (exposition externe) pour la personne représentative¹⁸. L'incorporation de radionucléides et l'irradiation externe devraient être combinées avec des données dosimétriques pour calculer les doses à la personne représentative, afin de les comparer aux critères pertinents (par exemple, les contraintes de dose). Les différentes composantes de l'évaluation présentée à la figure 2 sont décrites aux paragraphes 5.9 à 5.42.

Sélection du terme source

5.9. Le terme source sélectionné pour une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devrait être représentatif du type d'installation ou activité évalué. La composition et la quantité de radionucléides pertinents, du point de vue de la radioprotection, devraient être sélectionnées, de même que la voie d'évacuation et les propriétés physiques (c'est-à-dire gaz, aérosol ou liquide) et chimiques pertinentes au regard des transferts environnementaux et de la dosimétrie des radionucléides. Les rejets dans l'atmosphère et dans le milieu aquatique ainsi que l'irradiation directe devraient être examinés séparément, le cas échéant.

5.10. Dans certains cas, par exemple une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement pour un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental ou les étapes initiales d'un processus d'autorisation, il serait possible d'utiliser un terme source générique pour l'installation ou activité proposée, fondé sur des estimations préliminaires, des données publiées ou des données d'expérience provenant d'installations ou activités similaires. On trouvera des informations sur les termes sources génériques pour le fonctionnement normal des centrales nucléaires et d'autres installations et activités dans les rapports publiés par

¹⁸ Le concept et les caractéristiques de la personne représentative pour un fonctionnement normal sont exposés aux paragraphes 5.32 à 5.35.

le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants [39, 40]. Plus tard, lorsque l'on en saura plus sur la conception et le fonctionnement de l'installation ou activité, le terme source devrait être caractérisé avec plus de précision au moyen d'une analyse technique appropriée.

5.11. La quantité totale des rejets pour chaque radionucléide devrait être intégrée au cours de la période requise par l'organisme de réglementation ; les rejets sont généralement exprimés en termes d'activité libérée par année d'exploitation. Pour la plupart des installations et activités, une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement part généralement du principe que les rejets sont continus et constants pendant la durée de vie utile, par exemple 30 à 50 ans. Cette hypothèse n'est pas toujours valable, car il faut s'attendre à des variations importantes des rejets sur une courte période ; par exemple, dans le cas de schémas de rejets pulsés provenant d'installations ou activités, tels que les rejets de ^{131}I dans le réseau d'égouts des hôpitaux et les rejets des installations de retraitement et de traitement des matières, qui fonctionnent généralement par lots. Si les effets de ces schémas de rejets pulsés sont importants, ils devraient être pris en considération dans l'évaluation. Il conviendrait également de tenir compte du fait que les rejets dans l'environnement pourraient continuer après l'arrêt de l'exploitation en raison de la présence de radionucléides résiduels dans l'installation.

Modélisation de l'irradiation directe, de la dispersion et du transfert dans l'environnement

5.12. L'irradiation gamma directe provenant de l'installation ou activité et, dans certains cas, les rayons gamma diffusés dans le ciel (effet de ciel), qui peuvent contribuer à l'exposition externe du public se trouvant à proximité immédiate, devraient être inclus dans l'évaluation et, s'il y a lieu, devraient être estimés à l'aide de modèles ou de données d'expérience provenant d'installations ou activités similaires (par exemple, les résultats des programmes de surveillance). Pour les installations et activités utilisant uniquement des sources radioactives scellées ou des générateurs de rayonnements, une telle irradiation directe pourrait être la seule source de rayonnements ou la source la plus importante de rayonnements pour déterminer l'exposition du public. Pour d'autres installations et activités, l'irradiation directe pourrait contribuer à la dose externe au public se trouvant à proximité immédiate de l'installation.

5.13. Divers modèles et données sont nécessaires pour prévoir la dispersion et le transfert des radionucléides dans les milieux environnementaux et vers la personne représentative. Les processus les plus pertinents au regard de

l'estimation de la dose devraient être identifiés et un modèle conceptuel devrait être élaboré sous la forme d'une représentation qui prend en considération les éléments ou composantes clefs d'un système complexe, tel que le comportement des radionucléides rejetés dans l'environnement. Le modèle conceptuel devrait représenter les voies de dispersion et de transfert pertinentes identifiées.

5.14. Les concentrations d'activité dans les compartiments de l'environnement (p. ex. l'air, les sédiments, le sol, l'eau, le biote) résultant des rejets postulés de matières radioactives devraient être estimées au moyen de modèles mathématiques. Des modèles mathématiques permettant d'évaluer la dispersion et les transferts de radionucléides à différents niveaux de complexité ont été mis au point et sont décrits dans la réf. [10].

5.15. Il existe deux méthodes possibles pour utiliser les modèles et les données en vue de l'évaluation, à savoir a) une méthode générique et plus simple, qui tient compte de la dilution, de la dispersion et du transfert de matières radioactives dans l'environnement, assortie d'hypothèses prudentes, et b) une méthode spécifique et plus détaillée utilisant partiellement ou totalement des données propres au site pour estimer les concentrations d'activité dans différents milieux environnementaux, assorties d'hypothèses plus réalistes. Dans certaines situations, une combinaison de modèles génériques et de données propres au site pourrait également être appropriée pour l'évaluation. Dans tous les cas, les modèles sélectionnés devraient permettre d'estimer la distribution spatiale et la variation dans le temps des concentrations d'activité dans l'environnement. La complexité du modèle utilisé devrait être proportionnelle au niveau probable d'impact environnemental de l'installation ou activité et devait être proposée et justifiée par le demandeur et agréée par l'organisme de réglementation.

5.16. Les modèles sélectionnés devraient être à même de simuler la dispersion, la dilution, le transfert et l'accumulation des radionucléides, ainsi que leur décroissance ou d'autres mécanismes d'élimination, le cas échéant, en tenant compte des caractéristiques des rejets attendus lorsque l'installation ou activité fonctionne normalement. Il s'agit notamment des processus suivants :

- a) La dispersion atmosphérique des radionucléides ;
- b) Le dépôt des radionucléides présents dans l'atmosphère sur le sol ou d'autres surfaces et la remise en suspension ultérieure des radionucléides ;
- c) La dispersion aquatique des radionucléides dans les eaux de surface (eaux douces, saumâtres ou marines) et les eaux souterraines ;
- d) L'accumulation et la remobilisation ultérieure des radionucléides dans les sédiments aquatiques ;

- e) Le transfert des radionucléides vers les plantes et les animaux de la chaîne alimentaire humaine et leur accumulation dans les plantes et les animaux de la chaîne alimentaire humaine.

5.17. Les modèles utilisés pour estimer les concentrations d'activité dans les milieux naturels devraient tenir compte des propriétés physico-chimiques des rejets. Par exemple, il conviendrait d'estimer la hauteur de rejet effective, les effets des bâtiments voisins sur la dispersion des effluents ou les effets de la bathymétrie locale (pour les masses d'eau). Les mécanismes d'élimination ou d'accumulation, tels que la décroissance des radionucléides parents et la croissance des descendants radioactifs, les dépôts humides et secs et la sédimentation devraient également être pris en compte.

5.18. Pour les installations ou activités nécessitant des évaluations simples, les données sur les conditions météorologiques et hydrologiques utilisées pour alimenter les modèles pourraient être de nature générique et fondées sur des données publiées ou des relevés nationaux. Les conditions météorologiques et hydrologiques utilisées pour des évaluations plus complexes devraient être appropriées et propres au site en question et devraient de préférence être exprimées en moyennes calculées sur plusieurs années de données (au moins trois à cinq ans). Ces données peuvent être disponibles pour le site lui-même ou être obtenues auprès de stations météorologiques ou hydrologiques situées à proximité.

5.19. En général, il est possible d'utiliser des modèles de dispersion atmosphérique de type gaussien [10], en particulier lorsque les caractéristiques géographiques des sites considérés permettent de supposer des scénarios de dispersion simples (par exemple dans le cas d'un terrain relativement plat) et que les personnes ayant le plus de risques de recevoir les doses les plus élevées vivent ou sont supposées vivre dans un rayon de 10 ou 20 km autour du point de rejet. Cependant, pour des conditions de dispersion plus complexes, par exemple des installations situées à proximité de régions montagneuses ou de zones où des circulations atmosphériques locales complexes sont attendues, il faudra peut-être utiliser des modèles de dispersion plus complexes. En tout état de cause, les prévisions devraient être fondées sur des hypothèses réalistes dans la mesure du possible et sur des hypothèses prudentes lorsque les incertitudes ou la variabilité des données empêchent l'application de ces hypothèses réalistes. Si l'emplacement de l'installation est défini au moment de l'évaluation, les hypothèses devraient tenir compte des conditions propres au site. Si l'emplacement de l'installation n'est pas encore défini, il conviendrait d'utiliser des informations génériques au niveau régional jusqu'à ce que l'on ait plus de détails sur l'emplacement exact.

5.20. Les radionucléides peuvent être rejetés en eau douce, dans les estuaires ou en mer. Les radionucléides rejetés dans les masses d'eau sont dispersés ou concentrés par des processus environnementaux tels que le mouvement de l'eau et la sédimentation. Tout dépend des caractéristiques locales du milieu aquatique et il n'est donc pas possible de disposer d'un modèle totalement générique pour les rejets en milieu aquatique. Par exemple, les informations utilisées dans la modélisation de la dispersion aquatique par une rivière devraient comprendre au moins les dimensions de la rivière et son débit [10]. Les modèles devraient permettre d'estimer les concentrations d'activité dans la colonne d'eau et dans les sédiments. Ces estimations permettent de calculer les concentrations d'activité dans les aliments aquatiques, tels que les poissons, les mollusques et les crustacés, selon le cas, ainsi que l'irradiation externe due aux sédiments présents sur le littoral ou sur les rives des rivières.

5.21. Pour certaines installations et activités, il peut y avoir des rejets d'effluents liquides radioactifs dans le réseau d'égouts, les eaux usées étant ensuite acheminées vers des stations d'épuration. Lors de l'évaluation des doses dues à ces rejets, les modèles devraient permettre d'estimer le transfert des radionucléides à travers le réseau d'égouts et leur rejet ultérieur dans l'environnement (p. ex. à l'aide de modèles compartimentaux¹⁹). Les radionucléides pourraient être rejetés avec les effluents traités dans les rivières ou les eaux côtières, auquel cas il conviendrait d'utiliser les modèles présentant les caractéristiques indiquées au paragraphe 5.20. En outre, les radionucléides peuvent être associés aux boues d'épuration, qui sont gérées de diverses manières, y compris leur réutilisation comme régénérateur du sol et engrais sur les terres agricoles, leur traitement ou leur évacuation par incinération ou leur transfert vers une décharge accueillant les déchets municipaux. Il conviendrait d'utiliser des modèles adéquats pour estimer le transfert des radionucléides présents dans les boues d'épuration vers les chaînes alimentaires terrestres et dans l'atmosphère à la suite de la remise en suspension, le cas échéant. Il peut également être nécessaire d'évaluer l'exposition des travailleurs jouant un rôle dans le fonctionnement des systèmes d'assainissement et des stations d'épuration.

5.22. Lorsque les radionucléides sont rejetés en continu, ils s'accumulent dans l'environnement jusqu'au point où l'on peut supposer que les conditions d'équilibre sont réunies. Les estimations de doses devraient être calculées pour le moment où l'on s'attend à la plus forte exposition aux rayonnements. Les

¹⁹ Les modèles compartimentaux sont des modèles utilisés pour représenter les différents processus de transfert entre les compartiments d'un système, chaque compartiment étant supposé être une entité homogène.

concentrations d'activité dans les milieux environnementaux qui sont utilisées pour estimer les doses devraient être représentatives des conditions dans lesquelles on peut supposer que l'accumulation est maximale. Par exemple, si une installation est censée être opérationnelle pendant 30 ou 40 ans, la dose devrait être évaluée pour la 30^e ou la 40^e année afin de tenir compte de l'accumulation maximale dans l'environnement. Pour les installations ou activités qui rejettent des radionucléides à longue période, les expositions maximales peuvent se produire bien après l'arrêt de l'exploitation, par exemple en raison des processus de migration lente des radionucléides dans l'environnement au-delà de la période d'exploitation. L'évaluation devrait tenir compte de cette possibilité.

5.23. Il conviendrait de tenir compte de la contribution à la dose provenant des produits de filiation radioactifs dans les chaînes de désintégration radioactive. Dans certains cas, les produits de filiation peuvent avoir une plus grande importance radiologique que le radionucléide précurseur, et il importe donc de prendre en considération la croissance de ces produits de filiation. La famille radioactive de l'uranium et le ²⁴¹Pu, qui se désintègre en ²⁴¹Am, sont des exemples de produits de filiation dont l'importance radiologique est plus grande que leurs radionucléides précurseurs. Les hypothèses et les approches utilisées pour traiter les produits de filiation radioactifs, y compris l'exclusion des produits de filiation de l'examen, le cas échéant, devraient être justifiées.

5.24. Le transfert des radionucléides présents dans les milieux environnementaux vers les plantes et les animaux de la chaîne alimentaire humaine devrait être estimé à l'aide de paramètres de transfert génériques, tels que les facteurs de transfert pour les aliments dans les écosystèmes terrestres, marins et dulçaquicoles fournis dans les références [10-12]. S'il est nécessaire d'affiner l'évaluation, par exemple, lorsque les doses initialement estimées à l'aide de facteurs de transfert génériques sont supérieures ou proches des critères de dose sélectionnés, l'utilisation de facteurs de transfert fondés sur des mesures propres au site peut s'avérer nécessaire ; toutefois, il se peut que ces facteurs de transfert fondés sur des mesures propres au site soient difficiles à obtenir pour une évaluation prospective. L'organisme de réglementation devrait décider si des données propres au site fondées sur des mesures devraient être utilisées dans une évaluation. Les incertitudes dans les paramètres de transfert résultant d'un manque de données propres au site peuvent être compensées par l'utilisation de données génériques avec des hypothèses prudentes, bien que ces hypothèses ne devraient pas être grossièrement pessimistes.

5.25. Pour les installations nécessitant une évaluation complexe, une estimation préliminaire de la dispersion et du transfert dans l'environnement lors des étapes

initiales d'une procédure d'autorisation peut être réalisée à l'aide de modèles prudents simples et de données météorologiques et hydrologiques génériques pour la région (p. ex. à partir de données publiées ou de relevés provenant des stations météorologiques ou hydrologiques les plus proches, qui peuvent parfois être situées à des dizaines, voire à quelques centaines de kilomètres des sites). Aux stades ultérieurs du processus d'autorisation, il conviendrait d'utiliser les données météorologiques et hydrologiques provenant de mesures effectuées sur le site ou à proximité immédiate de l'emplacement de l'installation, à mesure qu'elles deviendront disponibles. Ces mesures locales sont généralement effectuées lors des étapes de l'étude de site et de la construction. On trouvera les prescriptions et les recommandations sur le type et le détail des données qui devraient être disponibles aux stades ultérieurs de la procédure d'autorisation dans la publication intitulée *Évaluation des sites d'installations nucléaires* [n° NS-R-3 (Rev. 1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA] [41] ; dans la publication intitulée *Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations* (IAEA Safety Standards Series No. SSG-18) [42] et dans la publication intitulée *Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants* (IAEA Safety Standards Series No. NS-G-3.2) [43].

Identification des voies d'exposition

5.26. Les doses devraient être calculées pour un certain nombre de voies d'exposition considérées comme pertinentes pour les rejets dans l'environnement dans certains scénarios. Les voies d'exposition possibles, tant pour l'exposition interne que pour l'exposition externe, qui pourraient être envisagées sont indiquées dans les paragraphes suivants.

5.27. Les voies d'exposition possibles pour les rejets de radionucléides dans l'atmosphère et les eaux de surface en fonctionnement normal (en règle générale, pour les installations nucléaires telles que les centrales nucléaires) sont, par exemple, les suivantes :

- a) L'inhalation de matières en suspension dans l'air dans un panache atmosphérique (gaz, vapeurs, aérosols) ;
- b) L'inhalation de matières remises en suspension ;
- c) L'ingestion de cultures ;
- d) L'ingestion de produits alimentaires d'origine animale (lait, viande, œufs) ;
- e) L'ingestion d'eau potable ;
- f) L'ingestion d'aliments aquatiques (poissons d'eau douce ou d'eau de mer, crustacés, mollusques) ;

- g) L'ingestion de produits alimentaires issus de la forêt (champignons sauvages, baies sauvages, gibier) ;
- h) L'ingestion de lait maternel ou d'aliments préparés localement pour les nourrissons ;
- i) L'ingestion involontaire de sol et de sédiments ;
- j) L'exposition externe aux radionucléides présents dans un panache atmosphérique (rayonnement du nuage) ;
- k) L'exposition externe aux radionucléides déposés sur le sol (rayonnement du sol) et sur les surfaces ;
- l) L'exposition externe aux radionucléides présents dans l'eau et les sédiments (c'est-à-dire lors d'activités sur le littoral, de la baignade et de la pêche).

5.28. Les voies d'exposition possibles pour les rejets dans le réseau d'égouts en fonctionnement normal (en règle générale, pour les hôpitaux dotés de services de médecine nucléaire) sont les suivantes :

- a) L'inhalation de boues d'épuration séchées remises en suspension ;
- b) L'exposition externe aux radionucléides présents dans les boues d'épuration séchées ou humides ;
- c) L'ingestion d'aliments touchés par l'utilisation de boues d'épuration traitées à des fins agricoles.

5.29. Pour certaines installations ou activités, les sources de rayonnement pourraient contribuer aux doses externes reçues par les personnes du public vivant à proximité immédiate de l'installation²⁰. Les autres voies d'exposition dont il faut tenir compte sont les suivantes :

- a) L'exposition externe due à une irradiation directe à partir de sources de rayonnement entreposées dans l'installation (par exemple, le combustible utilisé ou les déchets radioactifs) ;
- b) L'exposition externe due à l'irradiation directe à partir de sources utilisées dans l'installation (par exemple, des irradiateurs industriels) ;
- c) L'exposition externe due à une irradiation directe provenant de l'installation (par exemple, des composants nucléaires ou radioactifs de l'installation ou

²⁰ Les travailleurs exposés à des rayonnements émis par des sources qui ne sont pas directement liées à leur travail doivent bénéficier du même niveau de protection que les personnes du public (voir le paragraphe 3.78 de la publication GSR n° Part 3 [1]). Par conséquent, aux fins de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement, ces travailleurs sur le site sont considérés comme des personnes du public.

des composants secondaires tels que les déchets entreposés, les systèmes de refroidissement ou les systèmes de vapeur).

5.30. En fonction des scénarios d'exposition et des caractéristiques du site, il ne sera peut-être pas nécessaire d'inclure dans l'évaluation toutes les voies d'exposition énumérées dans les paragraphes ci-dessus. Dans certains cas, des voies supplémentaires peuvent être identifiées. La contribution d'une voie d'exposition à la dose globale dépend des radionucléides concernés, des données sur les habitudes de vie, du temps passé à un emplacement donné et d'autres caractéristiques de la population considérée. Par conséquent, certaines voies d'exposition peuvent être exclues de l'évaluation au motif que les doses qui leur sont associées sont jugées inexistantes ou négligeables. La décision d'exclure certaines voies d'exposition devrait être justifiée.

5.31. Dans certaines circonstances, il peut être possible d'utiliser des valeurs génériques pour calculer les doses par ingestion pour des catégories très générales d'aliments uniquement. Par exemple, les doses ne peuvent généralement être calculées que pour l'ingestion de cultures, sans qu'il soit possible de préciser quels types de cultures sont susceptibles d'être consommés. Toutefois, si des enquêtes ont été réalisées à proximité du site, il peut être judicieux d'utiliser des valeurs propres au site pour ce qui est effectivement cultivé dans la région.

Identification de la personne représentative pour le fonctionnement normal

5.32. La dose à la personne représentative²¹ devrait être calculée à l'aide de caractéristiques choisies dans un groupe de personnes représentatives des personnes les plus exposées de la population. La publication 101 de la CIPR [44] donne des indications sur les caractéristiques de la personne représentative.

5.33. Les caractéristiques de la personne représentative devraient être précisées par le demandeur conformément à la réglementation nationale et en accord avec

²¹ La notion de personne représentative est définie par la CIPR à des fins de radioprotection. Dans la publication n° GSR Part 3 [1], une personne représentative est définie comme une « [p]ersonne recevant une dose qui est représentative des doses aux personnes les plus exposées au sein de la population ». La personne représentative n'est pas un membre réel de la population, mais plutôt une personne de référence définie à l'aide de modèles dosimétriques et de données sur les habitudes de vie qui caractérisent les personnes les plus exposées, et elle est utilisée dans les déterminations de la conformité ou dans les évaluations prospectives. La personne représentative à laquelle faire appel aux fins de l'évaluation et du contrôle des expositions dues aux rejets en fonctionnement normal est définie dans la législation ou la réglementation nationale de certains États.

l'organisme de réglementation. Par exemple, l'organisme de réglementation peut exiger l'utilisation de données plus détaillées sur les habitudes de vie et propres au site pour les évaluations réalisées pour certains types d'installations ou à des stades ultérieurs du processus d'autorisation.

5.34. Les données sur les habitudes de vie de la personne représentative devraient représenter les habitudes typiques de la population vivant dans la région où l'installation est située ou dans l'ensemble de l'État. Les données sur les habitudes de vie utilisées dans une évaluation peuvent être obtenues à partir de statistiques recueillies au niveau national, régional ou international ou, si possible, à partir d'enquêtes menées sur l'emplacement ou à proximité de l'emplacement où l'installation sera exploitée. Les données sur les habitudes de vie sont notamment les taux de consommation d'aliments et d'eau potable et les taux d'inhalation. Les caractéristiques importantes lors de l'évaluation des doses à la personne représentative sont le lieu supposé où se trouve la personne représentative (par exemple, sa distance et sa direction par rapport au point de rejet des radionucléides). Il est également important de connaître l'endroit où la personne représentative se procure de la nourriture, la fraction de la nourriture consommée qui est d'origine locale ou régionale, les durées d'occupation des différents lieux et les fractions de temps passé à l'extérieur et à l'intérieur. Le lieu où habite la personne représentative peut être basé sur une personne ou un groupe de personnes réelles, ou sur une personne ou un groupe de personnes supposées vivre à un endroit sélectionné sur la base d'hypothèses prudentes (par exemple, à proximité de la clôture ou dans une région où l'on peut s'attendre à ce que le dépôt de radionucléides dans le sol soit le plus élevé).

5.35. Il convient de tenir compte des facteurs qui réduisent le niveau d'exposition aux rayonnements là où les gens vivent, tels que le degré de blindage ou de filtrage offert par les bâtiments supposés habités.

Évaluation de la dose à la personne représentative

5.36. L'évaluation de l'impact radiologique sur le public devrait être estimée en utilisant la dose efficace individuelle à la personne représentative, qui est la somme de la dose efficace engagée résultant de l'incorporation de radionucléides²²

²² La « dose engagée » est la dose-vie qui devrait résulter d'une incorporation. On trouvera des informations supplémentaires dans les orientations antérieures de l'AIEA intitulées : INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents into the Environment, IAEA Safety Series No. 77, IAEA, Vienna (1986).

(c'est-à-dire de l'exposition interne par ingestion et inhalation) et de la dose efficace résultant de l'exposition externe [1, 3]. Les doses par exposition interne sont calculées à l'aide de coefficients de dose résultant de l'incorporation de radionucléides par ingestion et inhalation, qui fournissent la dose efficace engagée par unité d'activité d'incorporation, exprimée en sieverts par becquerel (Sv/Bq). Les valeurs tabulées des coefficients de dose applicables aux personnes du public sont disponibles dans un certain nombre de publications [1, 45]. La période d'engagement présumée par la CIPR pour calculer les coefficients de dose présentés dans les références [1, 45] est de 50 ans pour les incorporations par les adultes et de 70 ans pour les incorporations par les enfants. Il existe des modèles standard pour calculer la dose effective résultant de l'exposition externe, ainsi que des compilations de coefficients de dose [1, 46].

5.37. Des coefficients de dose pour l'exposition interne sont fournis pour différents groupes d'âge [1, 45]. S'il existe des circonstances susceptibles d'entraîner une exposition plus importante d'un groupe d'âge particulier, ce groupe d'âge devrait alors être pris en considération dans l'évaluation. L'application de coefficients de dose différents pour des groupes d'âge différents devrait être évaluée en fonction de la capacité de prévoir les concentrations de radionucléides dans l'environnement à partir d'une source et de la capacité de tenir compte des incertitudes dans les données sur les habitudes de vie des personnes exposées. Les incertitudes dans les estimations de dose, en particulier pour les calculs prospectifs, ne sont généralement pas réduites de manière notable en augmentant le nombre de groupes d'âge pour lesquels des coefficients de dose sont fournis [44]. La spécification des groupes d'âge devrait être basée sur les scénarios d'exposition pour l'installation et l'activité sur le site considéré. Le calcul des doses pour deux à quatre groupes d'âge devrait suffire dans la plupart des cas (par exemple, nourrissons de 1 an, enfants de 10 ans, adultes). Les expositions de l'embryon ou du fœtus et des nourrissons allaités peuvent devoir être examinées séparément, en particulier en cas de rejets d'iode radioactif importants.

Comparaison des doses estimées avec les contraintes et les limites de dose

5.38. À des fins de comparaison avec les estimations de dose, le gouvernement ou l'organisme de réglementation est tenu d'établir ou d'approuver une contrainte de dose inférieure à la limite de dose pour les personnes du public [1]. La publication n° GSG-8 [7] donne des indications sur la définition et l'utilisation des contraintes de dose pour la protection des personnes du public dans des situations d'exposition planifiée.

5.39. La publication n° GSR Part 3 [1] prévoit que la limite de dose efficace annuelle soit fixée à 1 mSv pour les personnes du public dans des situations d'exposition planifiée. Dans des circonstances particulières, une dose efficace plus élevée pourrait être autorisée en une seule année, à condition que la dose efficace moyenne sur cinq années consécutives ne dépasse pas 1 mSv. Les contraintes de dose devraient être choisies pour se situer dans une fourchette de 0,1 à <1 mSv par an et pourraient être différentes selon les installations, les activités ou les scénarios d'exposition [7]. Le gouvernement ou l'organisme de réglementation peut définir une valeur générique pour la contrainte de dose pour certains types d'installations ou activités et une contrainte de dose spécifique (supérieure ou inférieure à la contrainte générique) pour un cas particulier [9].

5.40. Étant donné que les contraintes de dose se rapportent à une source unique, l'organisme de réglementation, lorsqu'il fixe la contrainte de dose spécifique pour une installation ou activité, devrait tenir compte de la contribution possible à la dose à la personne représentative d'autres installations ou activités situées à proximité ou sur le même site.

5.41. Dans le cadre d'un processus décisionnel à l'échelon gouvernemental ou à un stade précoce d'un processus d'autorisation, une valeur générique d'une contrainte de dose pour différents types d'installations ou activités (par exemple pour les installations du cycle du combustible nucléaire) [7, 9] pourrait être utilisée à des fins de comparaison avec les résultats de l'évaluation initiale de l'impact radiologique sur l'environnement. Ensuite, les résultats de l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement devraient être comparés à la contrainte de dose spécifique pour l'installation ou activité considérée, définie par l'organisme de réglementation.

5.42. Lors de l'examen des impacts transfrontières, les critères utilisés pour l'évaluation du niveau de protection dans d'autres États devraient être conformes aux critères énoncés dans le présent guide de sûreté et devraient être les mêmes que ceux qui sont utilisés pour l'État dans lequel l'installation ou activité est située.

ÉVALUATION DE LA PROTECTION DU PUBLIC CONTRE DES EXPOSITIONS POTENTIELLES

5.43. Les installations et activités sont conçues, construites, mises en service, exploitées ou conduites, maintenues en état et déclassées, et sont réglementées à toutes ces étapes, afin de prévenir les accidents et d'atténuer leurs conséquences

et, partant, d'éviter ou de réduire au minimum le risque de conséquences radiologiques importantes pour le public, telles que les effets déterministes et l'augmentation des effets stochastiques, ainsi que les effets néfastes sur l'environnement et sur les biens [1, 2, 47, 48].

5.44. Dans le cadre de l'évaluation de la sûreté qui doit être effectuée pour les installations et activités [1, 5], on prend pour hypothèse différents types d'accidents afin d'identifier les dispositifs de sauvegarde et les actions opérationnelles visant à réduire leur probabilité et en cas d'accident d'en atténuer les conséquences. Cette évaluation de la sûreté permet d'analyser si une défense en profondeur adéquate a été mise en place et donne un aperçu de la probabilité de divers accidents et des termes sources potentiels (le cas échéant) pour ces scénarios d'accident, en tenant compte des mesures de sûreté en place et de leur efficacité. Afin d'évaluer de manière prospective les expositions potentielles des personnes du public, conformément aux prescriptions de la publication n° GSR Part 3 [1], des Principes fondamentaux de sûreté SF-1 [2] et de la publication intitulée *Sûreté des centrales nucléaires : conception* [47] [n° SSR-2/1 (Rev. 1) de la collection de normes de sûreté de l'AIEA], ces scénarios d'accident, avec la probabilité qu'ils se produisent, devraient être pris en considération.

Approche de l'évaluation

5.45. L'évaluation prospective des expositions potentielles devrait utiliser les estimations de doses aux personnes du public résultant d'accidents hypothétiques identifiés dans le cadre de l'analyse de la sûreté ou devrait déterminer une mesure du risque d'effets sur la santé²³ sur la base de l'estimation de ces doses. On trouvera un résumé des éléments de cette évaluation dans la figure 3. D'une manière générale, la première phase devrait consister à identifier les scénarios d'exposition potentiels²⁴ sur la base de l'évaluation de la sûreté. Ensuite, le terme source correspondant à chaque scénario d'accident, y compris les quantités et les caractéristiques physiques et chimiques pertinentes des rejets qui détermineront le comportement des radionucléides rejetés dans l'environnement, devrait être pris en considération dans les modèles de dispersion et de transfert dans l'environnement. La dispersion et le transfert dans l'environnement

²³ Le concept de « mesure du risque d'effets sur la santé » dû à l'exposition aux rayonnements résultant d'accidents postulés est expliqué plus en détail à l'annexe II.

²⁴ Dans le présent guide de sûreté, l'expression « scénarios d'exposition potentielle » comprend les caractéristiques de tous les événements ou séquences d'événements susceptibles d'être à l'origine d'un accident, y compris les caractéristiques de leur terme source et, le cas échéant, leur fréquence ou leur probabilité.

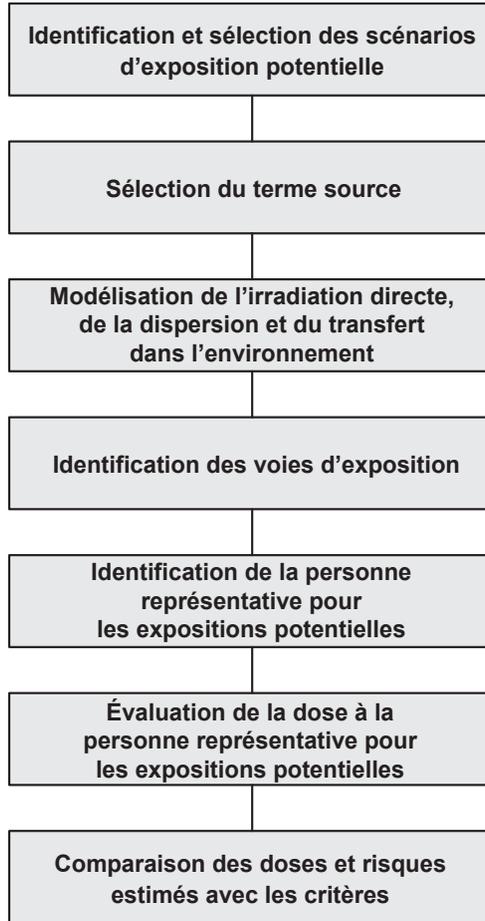


FIG. 3. Composantes d'une évaluation en vue de la prise en considération des expositions potentielles (la figure n'entend pas être une procédure détaillée étape par étape et est présentée pour illustrer les éléments de l'évaluation et faciliter sa description).

devraient ensuite être estimés à l'aide de modèles appropriés, en tenant compte des conditions environnementales définies, sur la base d'informations météorologiques et hydrologiques. Les voies d'exposition pertinentes et la personne représentative devraient ensuite être identifiées. Enfin, la dose estimée, ou une mesure du risque d'effets sur la santé basée sur la dose estimée, devrait être calculée et comparée aux critères établis applicables.

Identification et sélection des scénarios d'exposition potentielle

5.46. En ce qui concerne les installations ou activités ne comportant dès la phase de conception qu'un très petit nombre de dispositifs de sauvegarde, l'identification et la sélection des scénarios d'exposition potentielle nécessitent généralement de prendre en considération des accidents fréquemment observés, tels que les accidents industriels typiques ou des événements similaires, comme les incendies et les déversements accidentels.

5.47. S'agissant des installations dotées de nombreux dispositifs de sauvegarde, pour lesquelles une analyse complexe doit être effectuée afin de déterminer la probabilité et les caractéristiques des événements susceptibles d'être à l'origine d'expositions potentielles, il peut être nécessaire de prendre en considération et d'analyser en détail un plus grand nombre de scénarios d'accident. Pour ces installations, il peut être nécessaire de faire appel à des techniques complexes d'évaluation de la sûreté, combinant des méthodes déterministes et probabilistes et, dans certains cas, l'avis d'un d'expert.

Sélection du terme source

5.48. Les types et les quantités de radionucléides ainsi que les caractéristiques physiques et chimiques des radionucléides rejetés lors d'un accident peuvent être très différents de ceux qui sont rejetés en fonctionnement normal. L'estimation du terme source caractéristique d'un accident²⁵ devrait tenir compte des événements ou de la séquence d'événements entraînant l'accident et des mesures de sûreté de l'installation ou activité visant à limiter l'ampleur du terme source.

5.49. S'agissant des installations ou activités ayant des stocks réduits et un petit nombre de dispositifs de sauvegarde, tels que les hôpitaux utilisant des radio-isotopes en médecine, les petits laboratoires de recherche et les applications utilisant des sources radioactives dans l'industrie, la liste des accidents fréquemment observés, telle que décrite au paragraphe 5.46, devrait

²⁵ Les « termes sources caractéristiques d'un accident » sont des termes sources qui peuvent être considérés comme une représentation complète des caractéristiques de l'installation ou activité spécifique dans des conditions accidentelles. Les termes sources d'accidents identifiés comme caractéristiques de l'installation ou de l'activité peuvent être divisés en différentes catégories en fonction de leur fréquence annuelle ou de leur probabilité et de leur ampleur. Les termes sources d'accidents caractéristiques n'incluent pas nécessairement le pire des scénarios, qui est d'ordinaire une hypothèse très prudente prévoyant des estimations de conséquences potentielles irréalistes. Des informations complémentaires figurent à l'annexe II.

être évaluée à l'aide de techniques d'analyse de la sûreté prudentes ou simples afin de déterminer les termes sources associés.

5.50. En ce qui concerne les installations nucléaires ayant d'importants stocks de matières radioactives et des dispositifs de sauvegarde complexes, et lorsque les caractéristiques physiques, chimiques ou nucléaires des radionucléides présents dans l'installation peuvent entraîner un rejet important en cas d'accident, des techniques d'analyse de la sûreté détaillées devraient toujours être appliquées pour estimer des termes sources potentiels plus réalistes. On trouvera des orientations supplémentaires sur l'estimation du terme source en cas d'accident dans les références [48, 49].

5.51. Lors de l'estimation du terme source, il convient d'accorder une attention particulière aux processus physiques et chimiques qui se produisent pendant la séquence accidentelle, au comportement de tout dispositif de sauvegarde ou aux effets de toute mesure d'atténuation, ainsi qu'au comportement des radionucléides à l'intérieur de l'installation avant qu'ils ne soient rejetés dans l'environnement. Un profil temporel du rejet devrait être fourni si nécessaire. Par exemple, en cas d'accident dans une centrale nucléaire, des radionucléides initialement sous forme de gaz rares peuvent être rejetés dans l'atmosphère, suivis d'abord par des matières radioactives volatiles, puis par d'autres matières radioactives sous forme d'aérosols ou de particules. Le profil temporel du rejet peut être élaboré en séparant le terme source en différentes phases temporelles.

5.52. En général, le terme source devrait inclure la composition et les quantités de radionucléides, la forme physique (par exemple, gaz, aérosol) et la forme chimique, ainsi que le point de rejet et sa hauteur (pour un rejet atmosphérique) ou sa profondeur sous la surface (pour un rejet aquatique). La vitesse d'écoulement et l'énergie thermique associée au rejet peuvent également être nécessaires pour déterminer la hauteur effective du panache radioactif.

Modélisation de l'irradiation directe, de la dispersion et du transfert dans l'environnement

5.53. Un accident dans une installation ou au cours d'une activité peut entraîner une perte de blindage ou un blindage inadéquat et, dans certains cas, une exposition externe importante des personnes vivant à proximité immédiate des locaux. En général, les grandes installations sont situées à une distance considérable des zones d'habitation et, par conséquent, la probabilité que les personnes du public soient exposées à une irradiation directe, même en cas d'accident, est faible. En revanche, les installations telles que les hôpitaux ou les

petites zones industrielles sont généralement plus proches des zones d'habitation ou peuvent être occupées par des personnes du public de manière transitoire, bien que les sources de rayonnement situées dans ces installations soient plus petites. La contribution de l'irradiation directe aux expositions potentielles des personnes du public dues à des scénarios d'accident dans toutes les installations concernées devrait être prise en compte et analysée à l'aide de modèles d'évaluation de l'exposition externe.

5.54. S'agissant des installations et activités pour lesquelles des évaluations simples et prudentes de l'impact radiologique sont justifiées, des hypothèses prudentes sur les conditions météorologiques et hydrologiques devraient être formulées pour servir d'éléments d'entrée pour les modèles de dispersion. Par exemple, on peut supposer que la direction du vent est uniforme pour la dispersion atmosphérique, que les conditions de dilution atmosphérique sont faibles et qu'il y a des précipitations au moment de l'accident postulé. De telles hypothèses donneraient des résultats prudents et éviteraient la nécessité d'obtenir des données propres au site. Toutefois, les hypothèses considérées comme prudentes pour une voie d'exposition particulière peuvent ne pas l'être pour d'autres voies d'exposition (par exemple, pour l'inhalation, on peut supposer que tous les rejets de l'installation ou activité vont dans l'atmosphère et qu'aucun radionucléide n'est rejeté dans les milieux aquatiques ; toutefois, cette hypothèse peut ne pas être prudente pour des voies telles que l'ingestion d'aliments produits à l'aide de l'irrigation). Lorsque différentes voies sont concernées, il n'est pas toujours facile d'identifier a priori l'hypothèse la plus prudente, et un compromis mûrement réfléchi devrait être évalué.

5.55. Si les doses ou les risques estimés sont supérieurs aux critères sélectionnés en raison de l'utilisation d'hypothèses dans lesquelles la dose est largement surestimée, l'évaluation devrait être affinée en utilisant, dans la mesure du possible, des modèles et des données plus réalistes. Par exemple, les paramètres météorologiques, hydrologiques et autres applicables devraient être basés sur des mesures ou des études locales afin de réduire le niveau d'incertitude. L'utilisation de données météorologiques et hydrologiques dans la modélisation de l'environnement est décrite plus en détail aux paragraphes 5.18 à 5.25.

5.56. En ce qui concerne les installations ou activités nucléaires pour lesquelles des évaluations complexes et réalistes sont justifiées, les données météorologiques et hydrologiques recueillies localement, sur au moins 3 à 10 ans, devraient être utilisées pour spécifier les conditions caractéristiques de dispersion en cas d'accident [41, 43]. Les données météorologiques et hydrologiques propres au site pour les installations nucléaires sont généralement recueillies au cours de la

phase d'évaluation du site ; on trouvera des orientations détaillées sur le type et les caractéristiques de ces données dans la publication n° NS-G-3.2 [43]. Des données météorologiques et hydrologiques peuvent également être recueillies afin d'être utilisées pour une évaluation prospective des expositions en fonctionnement normal. Toutefois, ces informations peuvent ne pas être suffisamment complètes pour être utilisées pour l'analyse des accidents ; par exemple, les données sur le transport à longue distance des radionucléides dans l'atmosphère ou dans les milieux aquatiques peuvent être manquantes ou n'être disponibles que sous la forme de relevés mensuels. Dans ce cas, des données plus détaillées, telles que des données horaires s'il y a lieu, devraient être obtenues auprès des registres régionaux ou des centres météorologiques compétents. Les données peuvent également être établies à partir de modèles numériques dynamiques de prévision atmosphérique ou aquatique.

5.57. Pour les installations nucléaires et autres installations nécessitant une évaluation complexe, afin de réduire les efforts de calcul, le moment où l'accident s'est produit pourrait être sélectionné au moyen de techniques d'échantillonnage statistique, telles que l'échantillonnage cyclique ou l'échantillonnage stratifié. À défaut, il conviendrait d'effectuer une évaluation à l'aide d'un ensemble complet de données météorologiques horaires sur une année entière ; quoiqu'il en soit, les conditions de dispersion sélectionnées qui en résultent devraient être associées à une fréquence ou à une probabilité. Pour les installations nécessitant des évaluations plus simples, il conviendrait de choisir un moment particulier ou un petit ensemble de moments pour la survenue du rejet ; il faudrait veiller à ce que les données météorologiques pour un moment choisi soient prudentes pour le site considéré.

5.58. Les modèles de transfert dans l'environnement devraient permettre de tenir compte des conditions de non-équilibre généralement associées aux rejets accidentels des installations et activités. En outre, il peut aussi y avoir d'importantes variations à court terme dans le terme source et dans les conditions météorologiques supposées. S'il existe un risque de rejet important, il conviendrait d'utiliser des modèles permettant d'estimer le transfert et la dispersion des radionucléides dans l'environnement sur de plus longues distances. Les modèles de dispersion applicables aux rejets à court terme et au transport à longue distance des radionucléides devraient être utilisés si besoin est pour estimer la dispersion et la distribution des radionucléides dans l'environnement.

Identification des voies d'exposition

5.59. Les voies d'exposition qui contribuent largement à la dose due aux rejets accidentels peuvent être très différentes de celles pour un fonctionnement normal. Par exemple, la consommation de lait ou de légumes frais immédiatement après un accident dans une centrale nucléaire pourrait constituer une voie d'exposition importante aux radionucléides iodés à courte période. Il conviendrait donc de veiller à identifier et à représenter de manière adéquate les voies d'exposition pertinentes à l'aide de modèles.

5.60. On trouvera ci-dessous une liste des voies d'exposition possibles pertinentes au regard de l'estimation des expositions potentielles dues à des rejets accidentels de radionucléides qui devraient être prises en compte dans l'évaluation :

- a) L'exposition externe due au dépôt de radionucléides sur la peau ;
- b) L'exposition externe due à l'irradiation directe à partir de la source ;
- c) L'exposition externe due à l'irradiation directe à partir du panache atmosphérique (rayonnement de nuage) ;
- d) L'exposition externe due aux dépôts sur le sol (rayonnement du sol) et sur les surfaces ;
- e) L'inhalation de radionucléides provenant du panache atmosphérique ;
- f) L'inhalation de matières remises en suspension provenant de dépôts ;
- g) L'absorption de radionucléides due à l'ingestion accidentelle de matières radioactives déposées sur le sol ou sur d'autres surfaces ;
- h) L'absorption de radionucléides due à la consommation d'aliments et d'eau contaminés.

5.61. En fonction des hypothèses adoptées pour l'évaluation des scénarios d'accident, l'exposition due à l'ingestion d'aliments contaminés peut être réduite ou évitée par la mise en œuvre rapide de mesures de protection. Les doses estimées résultant d'autres voies d'exposition, telles que l'inhalation et l'exposition externe, peuvent également être réduites de manière notable si les mesures de protection d'urgence, telles que la mise à l'abri, l'évacuation et la fourniture d'une prophylaxie à l'iode, sont supposées être mises en œuvre. Par exemple, le blindage et le filtrage fournis par les habitations peuvent réduire considérablement les doses aux personnes qui se mettent à l'abri lors d'un accident. Les voies d'exposition, les taux de blindage et les hypothèses relatives aux mesures de protection devraient être clairement indiqués et correctement justifiés dans l'évaluation, en accord avec les mesures de protection hors du site effectivement prévues pour l'installation ou activité considérée.

Identification de la personne représentative pour les expositions potentielles

5.62. Sur la base des données provenant de personnes réelles ou hypothétiques susceptibles d'être plus fortement exposées en cas d'accident, une personne représentative²⁶ devrait être identifiée pour l'évaluation des doses et des risques associés aux expositions potentielles. La personne représentative identifiée pour les expositions potentielles peut être différente de la personne représentative pour les expositions en fonctionnement normal.

5.63. Différents groupes de population exposée peuvent être identifiés, en fonction des caractéristiques de l'accident ou de l'événement et du moment de la journée ou de l'année du rejet postulé, conformément, par exemple, aux conditions météorologiques ou hydrologiques existantes, à une éventuelle occupation temporaire (par exemple, occupation différente le jour et la nuit, existence de camps de vacances et d'écoles, présence de travailleurs à proximité de l'installation) et aux variations saisonnières des habitudes de vie et de la consommation de produits alimentaires. Une autre approche pourrait consister à tenir compte des taux d'occupation moyens, des habitudes de vie et des produits alimentaires pour chaque saison.

5.64. Les paramètres ultimes²⁷ de l'évaluation des expositions potentielles peuvent varier en fonction du type d'évaluation et des critères spécifiés. Par exemple, au lieu de spécifier la dose à la personne représentative comme paramètre ultime, on pourrait utiliser comme paramètre ultime la dose à un emplacement précis (par exemple la ville la plus proche dans la région), à une distance fixe (par exemple 1 km, 5 km, 10 km) ou à une distance où une certaine dose prévue pertinente est dépassée (p. ex. 100 mSv au cours des sept premiers jours, si cette valeur est le niveau de référence pour les mesures de protection [8]). Dans certains États, la distribution des doses ou des risques parmi les populations touchées les plus importantes est utilisée comme paramètre ultime. Bien qu'il existe une certaine souplesse dans la manière dont les expositions potentielles

²⁶ La CIPR emploie l'expression « personne représentative » pour l'examen des rejets normaux et des rejets accidentels [44]. Malgré l'emploi de la même expression et l'applicabilité de la définition générale aux deux situations, les caractéristiques particulières de la personne représentative dans chaque cas, telles que l'emplacement où elle se trouve, ses habitudes de vie et son groupe d'âge, peuvent être différentes.

²⁷ Le Glossaire de sûreté de l'AIEA [4] définit le « paramètre ultime » comme suit : « En *protection* ou en *sûreté*, indicateur radiologique ou autre qui est le résultat calculé d'une *analyse* ou d'une *évaluation* . » Les paramètres ultimes communs comprennent les estimations de la dose ou du risque et les concentrations prévues de radionucléides dans l'environnement.

sont prises en considération et que les États adoptent des approches différentes, l'utilisation de paramètres ultimes et critères particuliers devrait être clairement définie et justifiée dans la réglementation pertinente ou dans l'évaluation, afin d'éviter tout malentendu et toute interprétation erronée des résultats.

Évaluation de la dose à la personne représentative pour les expositions potentielles

5.65. Lorsque l'on prend en considération les expositions potentielles, la dose moyenne absorbée à l'organe ou au tissu, pondérée par une efficacité biologique relative appropriée pour le paramètre biologique ultime préoccupant, devrait être calculée pour les doses donnant lieu à toute la gamme des effets déterministes. En ce qui concerne les doses donnant lieu à la gamme des effets stochastiques, il conviendrait de calculer la dose efficace résultant de la somme de la dose efficace engagée provenant des voies d'exposition internes et de la dose efficace provenant de l'exposition externe. La dose équivalente à certains organes (p. ex. la thyroïde) peut également être utilisée dans la prise en considération des expositions potentielles.

5.66. Les doses devraient être calculées pour différents groupes d'âge en raison des différentes conditions d'exposition et des différents effets des rayonnements associés pour les différents groupes d'âge. L'expérience montre que les nourrissons reçoivent des doses plus élevées par certaines voies d'exposition, comme l'exposition de la glande thyroïde due à l'incorporation d'iode radioactif, qui pourrait être rejeté lors d'un accident de réacteur nucléaire [50].

5.67. Il conviendrait de définir les délais pertinents durant lesquels des expositions pourraient se produire et les voies d'exposition correspondantes devant être utilisées dans l'évaluation. Par exemple, les doses estimées dues à l'inhalation du panache radioactif dans les premières 24 heures suivant un accident ou les doses estimées dues à l'ingestion de légumes verts au cours des trois premiers mois pourraient être utilisées comme indicateurs du principal impact radiologique potentiel. Dans d'autres cas, les doses pourraient être estimées sur une durée plus longue, par exemple entre le moment de l'accident et un an après. Lors de la comparaison des doses estimées avec les critères, il conviendrait d'indiquer clairement les délais et les voies d'exposition pris en considération dans l'évaluation.

Comparaison des doses et des risques estimés avec les critères

5.68. La publication n° GSR Part 3 [1] dispose que la probabilité et l'ampleur des expositions potentielles doivent être évaluées et que des restrictions doivent être établies par l'organisme de réglementation²⁸. S'agissant de l'examen des expositions potentielles qui utilise comme paramètre ultime une dose ou une mesure du risque d'effets sur la santé, les restrictions établies par l'organisme de réglementation devraient être un critère de dose de référence ou un critère de risque, selon le cas.

5.69. En ce qui concerne les installations et activités nécessitant une évaluation simple fondée sur des scénarios d'exposition potentielle définis de manière prudente (par exemple, les installations ayant de petits stocks de matières radioactives et des sources ayant une faible capacité de rejet radioactif en cas d'accident), la dose à la personne représentative due à des accidents caractéristiques est en règle générale estimée, et il conviendrait d'utiliser des doses oscillant entre un et quelques millisieverts (mSv), le plus souvent 5 mSv, comme critères de décision.

5.70. La dose estimée à la personne représentative, combinée à la probabilité déterminée dans la spécification du terme source et à la probabilité déterminée par les caractéristiques du transfert dans l'environnement (p. ex. par la fraction de temps pendant l'année où les vents soufflent en direction du lieu où se trouve la personne représentative), peut être convertie en une indication du risque d'effets sur la santé au moyen de coefficients de risque fournis, par exemple, par la CIPR [51]. L'utilisation d'une indication du risque d'effets sur la santé devrait être appliquée conformément aux pratiques et à la réglementation nationales. Ces indications concernant le risque d'effets sur la santé ne devraient être utilisées que dans le cadre d'une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté et non pour déterminer si un effet manifeste sur la santé d'une personne peut être attribué à l'exposition aux rayonnements. On trouvera à l'annexe II des informations supplémentaires sur l'estimation du risque.

5.71. Le gouvernement ou l'organisme de réglementation est tenu d'établir ou d'approuver des contraintes en matière de risque [1], selon le cas, aux fins

²⁸ Le paragraphe 3.15 de la publication n° GSR Part 3 [1] dispose en outre que le nombre de personnes qui pourraient être touchées par des expositions potentielles devrait être évalué ; toutefois, le champ d'application du présent guide de sûreté se limite aux effets sur les personnes.

d'examen des expositions potentielles. Les contraintes de risque pourraient être établies en s'appuyant sur des recommandations formulées par le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire [52] ou la CIPR [3, 51]. On trouvera dans l'appendice des orientations pour l'établissement de critères de risque en vue de l'examen des expositions potentielles. On trouvera à l'annexe II des informations supplémentaires sur la définition d'une mesure du risque et l'utilisation des contraintes de risque et des orientations dans la publication n° GSG-8 [7].

5.72. Lorsqu'une évaluation des expositions potentielles pour une installation nucléaire est effectuée, et que cette évaluation utilise des scénarios d'accidents caractéristiques définis, on estime en règle générale la dose correspondant à un ensemble réduit d'accidents. Dans ce cas, les critères permettant de décider si le risque des expositions potentielles est acceptable devraient être définis en termes de dose (p. ex. une dose comprise entre 10 et 100 mSv pourrait être utilisée, car il s'agit de valeurs qui déclenchent la mise en œuvre de certaines mesures de protection [8]). Différentes valeurs pour les critères de dose pourraient être définies à l'intérieur de cette fourchette, en fonction des différentes fréquences annuelles de ces scénarios d'accident caractéristiques : pour les accidents dont la fréquence est estimée plus élevée, les critères de dose devraient être plus bas que pour les accidents dont la fréquence est très faible. Bien que les paramètres ultimes et les critères pour ce type d'évaluation soient exprimés en termes de doses, en raison de la fréquence des accidents intervenant dans l'établissement des critères, il existe une notion implicite de risque et les résultats peuvent être liés aux critères énoncés dans l'appendice.

5.73. Les installations nucléaires qui comportent de nombreux dispositifs de sauvegarde peuvent également utiliser des techniques complexes d'évaluation de la sûreté combinant des méthodes déterministes et probabilistes et l'avis d'un expert pour évaluer la probabilité et l'ampleur des doses à la personne représentative, qui peuvent être converties en une indication de risque et comparées à un critère de risque. Les critères décrits dans l'appendice devraient être pris en considération par l'organisme de réglementation afin de définir les critères de risque pertinents pour cette approche. L'annexe II décrit les aspects fondamentaux de ces types d'évaluation des expositions potentielles.

5.74. Une autre option pourrait consister à exprimer les critères de manière qualitative, portant sur le point de savoir si une certaine conséquence pour le public serait inacceptable. Par exemple, un critère pourrait être que des mesures de protection qui engendrent de très graves perturbations (évacuation ou relogement important et prolongé, par exemple) résultant d'un scénario

d'accident potentiel spécifié pour l'installation ou activité, ne seraient pas acceptables²⁹. Bien qu'il s'agisse en principe d'un critère qualitatif, la nécessité de telles mesures de protection devrait être déterminée à l'aide d'estimations des doses projetées (ou des grandeurs opérationnelles connexes) et en comparant ces estimations aux critères de décision en matière d'intervention d'urgence, par exemple les niveaux de référence fournis dans la publication n° GSG-2 [8]. Si cette approche est utilisée, l'organisme de réglementation devrait définir les critères de décision pour la mise en œuvre des mesures de protection permettant d'évaluer les expositions potentielles conformément aux prescriptions établies dans la publication n° GSR Part 7 [6].

5.75. Lorsque l'on étudie les impacts transfrontières, les critères utilisés aux fins d'examen des expositions potentielles dans d'autres États devraient être conformes aux critères énoncés dans le présent guide de sûreté et devraient être en principe les mêmes que ceux qui sont utilisés pour l'État dans lequel l'installation ou activité est située.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉVALUATION DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

5.76. L'objectif de haut niveau de la protection de l'environnement défini par la CIPR est d'assurer le maintien de la biodiversité et de garantir la préservation des espèces et la santé des habitats naturels, des communautés et des écosystèmes [3, 53]. Celui-ci est conforme au paragraphe 3.7 des Principes fondamentaux de sûreté SF-1 [2]. Les considérations relatives à la protection de l'environnement peuvent varier d'un État à l'autre et devraient être soumises à la réglementation et aux lignes directrices des autorités nationales compétentes, y compris des organismes de réglementation.

5.77. Les paragraphes 1.6 à 1.19 de la publication n° GSR Part 3 [1] décrivent le système de protection et de sûreté qui a pour objet d'évaluer, de gérer et de contrôler l'exposition des êtres humains aux rayonnements et qui assure généralement une protection appropriée de l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants. Il est constaté dans les paragraphes 1.32 à 1.35 de la publication n° GSR Part 3 [1] sur la protection de l'environnement que

²⁹ Cette approche est conforme aux prescriptions de l'AIEA relatives à la conception des centrales nucléaires pour les accidents ayant des conséquences importantes hors du site, pour lesquels seules des mesures de protection qui sont d'application restreinte dans le temps et l'espace seraient acceptables et la contamination hors site serait évitée ou minimisée [47].

certaines réglementations nationales nécessitent de démontrer de façon explicite (au lieu de supposer) que l'environnement est protégé. Le paragraphe 1.34 de la publication n° GSR Part 3 [1] indique également qu'« il convient d'envisager l'évaluation des impacts sur l'environnement de manière intégrée avec les autres caractéristiques du système de protection et de sûreté » et que « l'approche de la protection des personnes et de l'environnement ne se limite pas à la prévention des effets radiologiques sur les humains et sur d'autres espèces ».

5.78. Certains États, s'appuyant sur des données d'expérience ou sur une analyse simplifiée, peuvent estimer qu'une évaluation spécifique des effets sur l'environnement n'est pas nécessaire. Dans ce cas, l'organisme de réglementation peut décider que l'évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement ne doit pas tenir compte explicitement de l'exposition de la flore et de la faune.

5.79. D'autres États peuvent estimer qu'il est nécessaire d'inclure dans les évaluations de l'impact radiologique sur l'environnement pour certaines installations et activités l'estimation et le contrôle des expositions de la flore et de la faune. Quoiqu'il en soit, la prescription relative à l'approche graduée [1] devrait être appliquée pour que l'effort consacré à l'évaluation soit proportionnel au niveau de risque attendu.

5.80. Étant donné que le risque radiologique pour les populations de flore et de faune dû au fonctionnement normal des installations et à la conduite des activités devrait être faible, les méthodes employées pour l'évaluation de l'impact sur la flore et la faune devraient être pratiques et simples, fondées sur les connaissances scientifiques relatives aux effets des rayonnements et ne devraient pas imposer une charge inutile à l'exploitant ou à l'organisme de réglementation. La CIPR [53, 54] propose une approche pratique de l'évaluation et de la gestion des effets sur la flore et la faune dus aux rejets radioactifs dans l'environnement.

5.81. S'agissant des cadres nationaux ou internationaux dans lesquels il faut tenir expressément compte de la protection de la flore et de la faune³⁰, l'annexe I du présent guide de sûreté présente un exemple de méthode d'évaluation de l'impact sur la flore et la faune en fonctionnement normal³¹, fondée sur

³⁰ Par exemple, la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières [55] nécessite l'évaluation explicite de l'impact radiologique sur la flore et la faune marines résultant de l'immersion de matières contenant des radionucléides. L'AIEA a mis au point une procédure d'évaluation radiologique à cette fin [56].

³¹ Il n'est pas tenu compte des expositions potentielles de la flore et de la faune, car elles ne peuvent faire l'objet d'un contrôle réglementaire dans des conditions accidentelles.

l'approche de la CIPR pour la protection des différents écosystèmes dans l'environnement [53, 54].

6. PRISE EN CONSIDÉRATION DE LA VARIABILITÉ ET DE L'INCERTITUDE DANS LES ÉVALUATIONS DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1. L'incertitude reflète l'état des connaissances sur le système étudié. Dans une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement, l'incertitude a trait à la précision avec laquelle les doses ou le risque peuvent être estimés. Les principales sources d'incertitude proviennent de la connaissance incomplète des conditions d'exposition de la personne représentative et de la variabilité des paramètres du modèle. On citera des variations à la fois dans les processus de transport des radionucléides dues à la dispersion atmosphérique et aquatique et dans le transfert des radionucléides entre les différents milieux de l'environnement et, dans le cas des êtres humains, des variations dans le lieu et les habitudes de vie des personnes au sein d'un groupe (par exemple, la ration alimentaire, le temps passé à différents endroits). D'autres sources d'incertitude peuvent être dans le terme source et dans la démographie. Pour définir la méthodologie, y compris les critères de décision, l'organisme de réglementation ou le demandeur devrait tenir compte des aspects de la variabilité et de l'incertitude, le cas échéant.

6.2. Le niveau d'incertitude d'une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement devrait encore permettre de tirer une conclusion sur la possibilité que les doses réelles aux personnes du public dépassent ou non les limites de dose ou les contraintes de dose fixées par l'organisme national de réglementation. Lorsque les informations ou les données disponibles sont insuffisantes, il conviendrait d'utiliser des hypothèses prudentes [44]. Toutefois, l'utilisation d'un grand nombre d'hypothèses prudentes peut entraîner une surestimation irréaliste des doses et devrait donc être évitée [44].

6.3. Les données relatives aux habitudes de vie et les caractéristiques de l'environnement permettant d'estimer les doses à la personne représentative devraient être choisies sur la base d'hypothèses raisonnablement prudentes et plausibles. La CIPR examine dans sa publication 101 [44] les caractéristiques d'une approche utilisant des valeurs uniques pour les paramètres et les données sur les habitudes de vie pertinentes au regard de l'évaluation de la dose. Pour ces évaluations, dans certains cas, des percentiles élevés de la distribution

des données sur les habitudes de vie pourraient être utilisés (par exemple, le 95^e percentile), bien qu'il ne soit pas raisonnable de supposer qu'il existe des données sur les habitudes de vie correspondant à un percentile élevé pour toutes les voies d'exposition. Par défaut ou pour une évaluation initiale, des valeurs uniques recommandées pour les paramètres de transfert dans l'environnement peuvent être tirées des publications disponibles [10-12], ou des valeurs moyennes mesurées, lorsqu'elles sont disponibles, peuvent être utilisées. La dose résultant de l'application de cette approche devrait être comparée directement aux critères radiologiques.

6.4. Une autre approche décrite dans la publication 101 de la CIPR [44] consiste à utiliser des distributions de fréquences des paramètres du modèle combinées à des méthodes statistiques, telles que la méthode de Monte Carlo, comme données d'entrée pour l'évaluation de la dose, ce qui se traduira ensuite par une distribution de la dose estimée. Pour les évaluations dans lesquelles une distribution des données relatives aux habitudes de vie doit être utilisée, l'approche devrait consister à comparer un percentile élevé (par exemple le 95^e percentile) de la distribution de dose résultante aux critères de dose établis par l'organisme de réglementation. S'il n'y a pas de données sur la variabilité des paramètres de transfert, l'utilisation de distributions de fréquences ne devrait pas être systématique, car elle ne débouche pas toujours sur des résultats prudents.

6.5. L'existence d'une variabilité et d'une incertitude dans une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement ne devrait pas nécessairement rendre nécessaires des études très complexes et parfois peu concluantes. Le demandeur et l'organisme de réglementation devraient être conscients des limites des résultats de ce type d'évaluation et faire preuve d'une prudence raisonnable lorsqu'ils sélectionnent les modèles et les paramètres et lorsqu'ils tirent des conclusions des résultats, le cas échéant, en particulier lorsque les résultats sont très proches des critères de décision.

6.6. Des programmes de contrôle radiologique des sources et de contrôle radiologique de l'environnement doivent être mis en place une fois que l'installation fonctionne ou que l'activité est menée [1]. Ces programmes sont nécessaires pour vérifier si les rejets respectent les limites autorisées et si les modèles et les données utilisés sont adéquats. Les programmes de contrôle radiologique des sources et de contrôle radiologique de l'environnement aident à réduire les incertitudes dans les évaluations de l'impact radiologique sur l'environnement. Le document n° RS-G-1.8 [18] donne des indications sur les programmes de contrôle radiologique de l'environnement et de contrôle des sources aux fins de la radioprotection.

6.7. Des études de sensibilité devraient être réalisées pour identifier les sources d'incertitude les plus importantes et les processus qui contribuent le plus à l'incertitude. Sur cette base, il est possible d'effectuer d'autres recherches ou d'autres modélisations ou de recueillir des données expérimentales s'il est jugé nécessaire de réduire le niveau d'incertitude.

6.8. Il est plus complexe de tenir compte de la variabilité et de l'incertitude dans l'évaluation des expositions potentielles. Les raisons en sont notamment les suivantes :

- a) Il se peut que les scénarios retenus pour l'évaluation, y compris les termes sources et les conditions environnementales au moment de l'accident, ne soient pas représentatifs de ce qui pourrait réellement se produire.
- b) La probabilité ou la fréquence des scénarios d'accident supposés dans l'évaluation peut être très incertaine. Une analyse déterministe prudente s'efforce d'éviter ce problème en supposant que les événements déclencheurs et les défaillances du système sont représentatifs de certaines limites. Si, par exemple, des techniques d'analyse probabiliste de la sûreté sont utilisées pour estimer les fréquences d'accidents, ces fréquences sont déterminées en combinant de nombreux événements et/ou probabilités de défaillance, chacun avec sa propre incertitude.
- c) Contrairement aux estimations des expositions résultant des rejets en fonctionnement normal, qui se produisent généralement de manière plus ou moins continue et dont la moyenne peut être calculée sur une année afin de lisser les fluctuations, les expositions potentielles seront généralement variables dans le temps et l'impact dépendra des conditions d'exposition effective au moment de l'accident (par exemple, les conditions météorologiques et l'endroit où se trouvent les personnes du public).
- d) Contrairement aux estimations des expositions résultant des rejets en fonctionnement normal, qui peuvent être validées rétrospectivement au moyen des programmes de contrôle radiologique de l'environnement établis lors de la phase opérationnelle, il n'est pas possible d'évaluer rétrospectivement les expositions potentielles.

6.9. Il conviendrait de tenir compte des incertitudes au moment de définir et d'utiliser les critères pour prendre des décisions sur l'acceptabilité des expositions potentielles provenant d'une installation ou activité. Les critères utilisés pour les expositions potentielles devraient de préférence être exprimés en fourchettes ou en ordres de grandeur (voir l'appendice).

APPENDICE

CRITÈRES DE RISQUE POUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION POTENTIELLE DU PUBLIC

A.1. On trouvera dans le présent appendice des critères établis par les organisations internationales concernées, qui devraient servir de base à l'organisme de réglementation pour définir des critères nationaux. Les critères énoncés dans le présent appendice concernent le risque d'effets sur la santé pour différentes personnes du public dus aux expositions potentielles aux rayonnements. Les autres types d'effets des accidents entraînant des rejets importants dans l'environnement, tels que les effets sociaux, économiques et environnementaux, n'entrent pas dans le champ d'application du présent guide de sûreté. D'autres considérations et informations sur les définitions du risque et l'évaluation des expositions potentielles sont présentées à l'annexe II.

GROUPE CONSULTATIF INTERNATIONAL POUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

A.2. En 1995, le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire a examiné les objectifs de sûreté pour l'exposition potentielle [52]. Le paragraphe 42 de la réf. [52] dispose que pour le risque individuel que court une personne du public « Il conviendrait que pour les personnes du public un risque d'exposition potentielle, exprimé comme la probabilité annuelle de décès imputable à une seule installation, ne dépasse pas 10^{-5} . » Le paragraphe 45 de la réf. [52] dispose également « qu'il semble que l'on puisse raisonnablement s'attendre à ce que les accidents qui nécessitent des contre-mesures simples et locales aient une probabilité annuelle ne dépassant pas environ 10^{-4} . » Ces types d'accidents devraient engendrer des doses de l'ordre de 10 à 100 mSv aux personnes du public les plus exposées. Pour les accidents plus graves susceptibles d'engendrer une dose de 1 Sv pour les personnes du public les plus exposées, le paragraphe 46 de la réf. [52] dispose qu'« une probabilité annuelle d'un tel accident de 10^{-5} est probablement nécessaire en raison des conséquences sociétales. »

A.3. En 1999, le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire a également défini des objectifs de risque pour les centrales nucléaires [57]. La référence [57] recommande que la fréquence de l'endommagement grave du cœur soit inférieure à 10^{-4} événements par année d'exploitation de la centrale pour les centrales nucléaires existantes et suggère que l'application de tous les

principes de sûreté puisse conduire à un objectif amélioré ne dépassant pas 10^{-5} événements par an pour les nouvelles centrales nucléaires. La référence [57] indique également que les mesures de gestion des accidents graves et les mesures d'atténuation devraient réduire, par un facteur d'au moins dix, la probabilité de rejets radioactifs importants hors du site nécessitant une intervention hors du site à court terme. La référence [52] dispose que ces objectifs correspondraient à un risque individuel de décès pour une personne du public nettement inférieur à 10^{-5} par année de fonctionnement de la centrale pour les centrales existantes ou à 10^{-6} par année de fonctionnement de la centrale pour les nouvelles centrales.

COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE

A.4. La CIPR recommande que, pour l'évaluation des expositions potentielles, les contraintes de risque liées à une source soient du même ordre de grandeur que le risque sanitaire que représentent les contraintes de dose pour la même source (Publication 103 de la CIPR, parue en 2007 [3]). La publication 64 de la CIPR, parue en 1993 [51], dispose ce qui suit :

« Une des procédures d'application des contraintes liées à la source aux événements probabilistes consiste à exprimer la probabilité d'une séquence d'événements en fonction de la dose qui sera engendrée si la séquence se produit réellement. Une telle contrainte exprimerait la probabilité maximale qui peut être autorisée à partir de séquences dépassant une valeur de dose donnée. »

A.5. La publication 64 de la CIPR [51] fournit un éventail de probabilités dans une année qui peut être utilisé pour définir les contraintes de risque ; la probabilité maximale d'un accident grave ayant des conséquences déterministes ou des effets graves sur la santé devrait être comprise entre 10^{-6} et 10^{-5} par an. Le schéma complet est repris dans le tableau 2 ci-dessous. En ce qui concerne les systèmes complexes, les séquences similaires d'événements devraient être regroupées en combinant leurs probabilités et en prenant la pire conséquence de chaque séquence pour représenter le groupe dans son ensemble. La référence [51] dispose que les valeurs figurant dans le tableau 2 ont pour objet d'illustrer les types de contrainte qui pourraient être imposées en fonction de l'expérience passée, compte tenu des avantages de la pratique particulière. Elle ajoute que les valeurs figurant dans le tableau 2 pourraient également être imposées comme des contraintes provisoires en l'absence d'expérience d'exploitation, mais qu'elles devraient être appelées à être révisées en fonction de l'expérience acquise, et dans

ce cas, les contraintes peuvent être considérées comme des limites supérieures. La référence [51] souligne que ces contraintes renvoient à l'exposition potentielle d'une personne, plutôt qu'à celle d'une population dans son ensemble.

TABLEAU 2. ÉVENTAIL DE PROBABILITÉS DANS UNE ANNÉE
PARMI LESQUELLES UNE CONTRAINTE DE RISQUE PEUT ÊTRE
SÉLECTIONNÉE [51]

Impact	Fourchette de probabilité
Séquences d'événements traitées comme une exposition normale	10^{-1} – 10^{-2}
Séquences d'événements conduisant à des effets stochastiques uniquement, mais supérieurs aux limites de dose	10^{-2} – 10^{-5}
Séquences d'événements conduisant à des doses pour lesquelles certains effets des rayonnements sont déterministes	10^{-5} – 10^{-6}
Séquences d'événements conduisant à des doses susceptibles d'entraîner la mort	$<10^{-6}$

RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMISSION EUROPÉENNE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté, n° GSR Part 3 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2016).
- [2] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Principes fondamentaux de sûreté, publication n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2007).
- [3] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 103, Lavoisier, Paris (2009).
- [4] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Glossaire de sûreté de l'AIEA : terminologie employée en sûreté nucléaire et en radioprotection, Édition 2018, AIEA, Vienne (2021).
- [5] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Évaluation de la sûreté des installations et activités, n° GSR Part 4 (Rev.1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2017).
- [6] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES DE L'ONU, COMMISSION PRÉPARATOIRE DE L'ORGANISATION DU TRAITÉ D'INTERDICTION COMPLÈTE DES ESSAIS NUCLÉAIRES, INTERPOL, ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Préparation et conduite des interventions en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, n° GSR Part 7 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2017).

- [7] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Radioprotection du public et de l'environnement, n° GSG-8 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2023).
- [8] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, Critères à utiliser pour la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique, n° GSG-2 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2012).
- [9] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Contrôle réglementaire des rejets radioactifs dans l'environnement, n° GSG-9 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2023).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna (2001) (une version révisée est en préparation).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472, IAEA, Vienna (2010).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No. 422, IAEA, Vienna (2004).
- [13] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Argumentaire de sûreté et évaluation de la sûreté pour la gestion des déchets radioactifs avant leur stockage définitif, n° GSG-3 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2024).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-5.2, IAEA, Vienna (2008).
- [15] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Stockage définitif des déchets radioactifs, n° SSR-5 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2011).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23, IAEA, Vienna (2012).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.3, IAEA, Vienna (2007).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. RSG-1.8, IAEA, Vienna (2005).

- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring, Safety Reports Series No. 64, IAEA, Vienna (2010).
- [20] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, Radioprotection professionnelle, n° GSG-7 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2022).
- [21] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, Radioprotection et sûreté radiologique dans les applications médicales des rayonnements ionisants, n° SSG-46 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2022).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme, IAEA Safety Standards Series No. SSG-16, IAEA, Vienna (2012) (une version révisée est en préparation).
- [23] Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (Convention d'Espoo), Commission économique pour l'Europe, Genève (1991).
- [24] Convention des Nations Unies sur le droit de la mer du 10 décembre 1982, ONU, New York (1982).
- [25] Convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement (convention d'Aarhus), Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, Genève (1998).
- [26] Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, Commission européenne, Bruxelles (2011).
- [27] Loi sur la politique nationale de protection de l'environnement, 42 U.S.C. § 4321, Gouvernement des États-Unis d'Amérique, Washington, DC (1969).
- [28] Loi de la République populaire de Chine sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement, décret n° 77 du président de la République populaire de Chine, gouvernement chinois, Pékin (2003).
- [29] Loi générale sur l'environnement, loi n° 25 675, gouvernement argentin, Buenos Aires (2002).
- [30] ANZECC WORKING GROUP ON NATIONAL ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT, Guidelines and Criteria for Determining the Need for and Level of Environmental Impact Assessment, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra (1996).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Managing Environmental Impact Assessment for Construction and Operation in New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.11, IAEA, Vienna (2014).
- [32] Traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Traité Euratom) Commission européenne, Bruxelles (1957).
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Licensing Process for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-12, IAEA, Vienna (2010).

- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-47, IAEA, Vienna (2018).
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices, IAEA Safety Standards Series No. WSG-5.1, IAEA, Vienna (2006).
- [36] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Cadre gouvernemental, législatif et réglementaire de la sûreté, publication n° GSR Part 1 (Rev.1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2017).
- [37] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Information et consultation des parties intéressées par l'organisme de réglementation, n° GSG-6 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2023).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Environmental Modelling for Radiation Safety (EMRAS) — A Summary Report of the Results of the EMRAS Programme (2003–2007), IAEA-TECDOC-1678, IAEA, Vienna (2012).
- [39] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Vol. I: Sources, United Nations, New York (2016).
- [40] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Vol. I: Sources, United Nations, New York (2000).
- [41] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Évaluation des sites d'installations nucléaires, n° NS-R-3 (Rev. 1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2016) (une version révisée est en préparation).
- [42] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-18, IAEA, Vienna (2011).
- [43] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-3.2, IAEA, Vienna (2002).
- [44] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process, Publication 101, Elsevier, Oxford (2006).
- [45] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60, Publication 119, Elsevier, Oxford (2012).
- [46] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, Publication 116, Elsevier, Oxford (2010).

- [47] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Sûreté des centrales nucléaires : conception, publication n° SSR-2/1 (Rev. 1) de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, IAEA, Vienne (2017).
- [48] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Derivation of the Source Term and Analysis of the Radiological Consequences of Research Reactor Accidents, Safety Reports Series No. 53, IAEA, Vienna (2008).
- [49] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants, Rep. NUREG-1465, NRC, Washington, DC (1995).
- [50] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation : Twenty Years of Experience, Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment', Radiological Assessment Report Series No. 8, IAEA, Vienna (2006).
- [51] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure — A Conceptual Framework, Publication 64, Pergamon Press, Oxford (1993).
- [52] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Potential Exposure in Nuclear Safety : A Report by the International Nuclear Safety Advisory Group, INSAG9, IAEA, Vienna (1995).
- [53] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Environmental Protection: The Concept and Use of Reference Animals and Plants, Publication 108, Elsevier, Oxford (2008).
- [54] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Environment under Different Exposure Situations, Publication 124, Sage Publishing, London (2014).
- [55] Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et d'autres matières (Convention de Londres), Organisation maritime internationale, Londres (1972).
- [56] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Determining the Suitability of Materials for Disposal at Sea under the London Convention 1972 and London Protocol 1996: A Radiological Assessment Procedure, IAEA-TECDOC-1759, IAEA, Vienna (2015).
- [57] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, 75-INSAG-3 Rev. 1, INSAG-12, IAEA, Vienna (1999). A Report by the International Nuclear Safety Advisory Group, INSAG-12, IAEA, Vienna (1999).

ANNEXE I

EXEMPLE D'UNE MÉTHODE GÉNÉRIQUE D'ÉVALUATION DES EXPOSITIONS DE LA FLORE ET DE LA FAUNE PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DES INSTALLATIONS ET DES ACTIVITÉS

I-1. On trouvera dans la présente annexe, à titre d'exemple, une méthode générique permettant d'évaluer et de contrôler la radioexposition de la flore et de la faune due aux rejets pendant le fonctionnement normal des installations et la conduite des activités. La méthode présentée sous ce point est fondée sur l'approche adoptée par la CIPR pour protéger l'environnement [I-1, I-2] ; la présente annexe décrit également les principaux aspects de l'approche de la CIPR et le fondement de cette méthode.

I-2. La nécessité d'effectuer une évaluation explicite de la protection de la flore et de la faune est soumise à la réglementation nationale ou internationale applicable et dépend des caractéristiques de l'installation ou activité et des conditions environnementales considérées. La méthode décrite dans la présente annexe peut être employée, si cela est jugé nécessaire, en complément de l'évaluation des expositions des êtres humains figurant à la section 5 du présent guide de sûreté, dans le cadre d'une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement.

I-3. Souvent pour les activités ou installations nécessitant une simple évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement, la prise en compte explicite des expositions de la flore et de la faune n'est pas jugée nécessaire, au motif qu'un impact radiologique important sur l'environnement ayant des effets sur les populations de flore et de faune n'est pas attendu, en raison, par exemple, du stock limité de radionucléides dans l'installation ou des caractéristiques intrinsèquement sûres de l'installation ou activité.

I-4. Pour les installations et activités nécessitant une évaluation plus complexe de l'impact radiologique sur l'environnement, par exemple pour les installations nucléaires et pour l'extraction et le traitement de l'uranium, la prise en compte explicite de la radioexposition de la flore et de la faune peut être jugée nécessaire par le gouvernement ou l'organisme de réglementation, en fonction de la réglementation nationale ou internationale applicable. Dans ces cas, il est possible d'utiliser l'approche adoptée par la CIPR pour évaluer et contrôler les effets des rayonnements sur la flore et la faune [I-1, I-2] ; l'approche de la CIPR est cohérente et compatible avec des approches similaires utilisées dans certains

États [I-3 à I-5]. L'approche de la CIPR utilise les concepts d'« animaux et plantes de référence », d'« organisme représentatif » et de critères sous la forme de « niveaux de référence dérivés à considérer ». Ces concepts et critères sont décrits ci-dessous.

I-5. La méthode décrite dans la présente annexe a un caractère générique. Pour la plupart des installations et activités en fonctionnement normal et pour la plupart des conditions environnementales, une évaluation générique décrite dans la présente annexe serait suffisante pour démontrer le niveau de radioprotection de la flore et de la faune. Toutefois, une approche générique n'est pas forcément adaptée pour évaluer l'impact sur la flore et la faune dans des circonstances particulières, par exemple lorsqu'il s'agit d'espèces protégées ou d'espèces en danger. Dans ces cas, une évaluation plus spécifique peut être nécessaire.

I-6. L'organisme de réglementation ou toute autre autorité compétente pourrait identifier ces situations environnementales spécifiques qui justifient une attention particulière, différentes des situations plus génériques figurant dans la présente annexe. Les hypothèses et les types d'évaluation pour les situations nécessitant une attention particulière seraient déterminés en accord avec le demandeur, l'organisme de réglementation et d'autres autorités ayant des responsabilités en matière de protection de l'environnement. En tout état de cause, les méthodes décrites dans la présente annexe pourraient être utilisées comme outil de sélection dans ces circonstances particulières.

PRINCIPAUX ASPECTS DE L'APPROCHE ADOPTÉE PAR LA CIPR POUR PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT

I-7. Selon la recommandation de la CIPR, la protection de l'environnement devrait avoir pour objectif d'empêcher les effets délétères des rayonnements sur le biote ou de réduire leur fréquence à un niveau qui rendrait négligeable leur impact sur le maintien de la diversité biologique, la préservation des espèces ou la santé et l'état des habitats naturels, des communautés et des écosystèmes [I-1, I-2, I-6]. Cette recommandation est conforme au paragraphe 3.28 de la publication intitulée *Principes fondamentaux de sûreté* (n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA) [I-7], qui dispose ce qui suit :

« L'objectif général des mesures prises aux fins de la protection de l'environnement est de préserver les écosystèmes d'une exposition aux rayonnements qui aurait des conséquences néfastes pour une espèce (par opposition à un organisme). »

I-8. En raison de la complexité des interactions entre les différentes espèces, il est très difficile de modéliser et de prévoir les effets radiologiques sur les écosystèmes exposés à de très faibles augmentations des niveaux de rayonnement dans l'environnement. Cependant, les conclusions concernant les impacts radiologiques sur les populations d'espèces et les écosystèmes, qui peuvent être appliquées dans une optique prospective pour la gestion des sources radioactives dans des situations d'exposition planifiée, pourraient être extrapolées à partir de l'évaluation des expositions d'un nombre réduit d'organismes d'une espèce, utilisés comme organismes de référence [I-6].

I-9. À cette fin, la CIPR a identifié des espèces qui peuvent être considérées comme représentatives des écosystèmes marins, terrestres et dulçaquicoles³² et qui présentent de grandes variations géographiques [I-1]. Ces espèces sont appelées « animaux et plantes de référence »³³. Pour sélectionner ces espèces, la CIPR a adopté une approche pragmatique (par exemple, l'existence d'informations suffisantes sur les espèces pour permettre leur utilisation comme animaux et plantes de référence) et a examiné quelles espèces seraient les plus touchées par l'exposition aux rayonnements présents dans les milieux environnementaux [I-1]. L'approche adoptée par la CIPR pour protéger la flore et la faune tient compte des effets des rayonnements au niveau individuel qui pourraient avoir un impact sur la structure de la population d'une espèce (p. ex. mortalité précoce, certaines formes de morbidité, effets sur la reproduction, induction de lésions chromosomiques) [I-1, I-2].

I-10. La CIPR a défini des critères d'évaluation et de gestion de l'impact radiologique sur la flore et la faune sous la forme de « niveaux de référence dérivés à considérer » [I-1]. Les niveaux de référence dérivés à considérer sont un

³² En ce qui concerne la nécessité de disposer de modèles de référence pour représenter les animaux d'élevage classiques, principalement les grands mammifères qui vivent essentiellement dans l'environnement humain, aux fins de leur protection, la CIPR a estimé que l'utilisation d'une évaluation de l'impact radiologique sur l'homme était suffisante pour de telles situations environnementales ou écologiques gérées [I-1].

³³ Un « animal ou plante de référence » est une entité hypothétique présentant les caractéristiques biologiques de base supposées d'un type particulier d'animal ou de plante décrit au niveau taxonomique à caractère général de la famille, avec des propriétés anatomiques, physiologiques et biologiques définies, qui peuvent être utilisées pour établir une relation entre l'exposition et la dose, et entre la dose et les effets, pour ce type d'organisme vivant [I-1, I-2].

ensemble de fourchettes pour le débit de dose³⁴ à l'intérieur desquelles il n'existe aucune preuve (pour la plupart des animaux et plantes de référence) ou seulement quelques preuves d'effets délétères des rayonnements ionisants sur les individus de l'espèce qui peuvent avoir des conséquences pour la structure de la population. Les effets détectables chez certains individus d'une population n'auraient pas nécessairement de conséquences pour l'ensemble de la population [I-1]. Pour les très faibles augmentations de doses au niveau local, telles que celles qui résultent du fonctionnement normal des installations et activités, il est difficile de pouvoir observer les impacts au niveau de la population [I-1]. Les niveaux de référence dérivés à considérer s'étendent sur un ordre de grandeur ; pour les débits de dose inférieurs à la limite inférieure des fourchettes, aucun effet n'a été observé ou aucune information sur les effets n'est disponible [I-1, I-2].

I-11. Les niveaux de référence dérivés à considérer ne représentent pas des limites ; au contraire, conformément aux recommandations de la CIPR [I-2], ils devraient être considérés comme des points de référence permettant de déterminer le degré approprié d'effort que requiert la protection de l'environnement, en fonction des objectifs généraux de gestion, de la faune et de la flore effectivement présentes et du nombre d'individus ainsi exposés.

I-12. La CIPR a également introduit dans la publication 124 le concept d'« organisme représentatif », qui est équivalent au concept de « personne représentative » utilisé dans les évaluations des effets radiologiques sur l'homme [I-2]. L'organisme représentatif est une espèce particulière ou un groupe d'organismes sélectionnés pour être utilisés dans une évaluation de l'impact radiologique sur l'environnement pour une installation ou activité spécifique, en tenant compte de leur emplacement supposé par rapport à la source de rayonnement [I-2]. Les organismes représentatifs sont ceux qui représentent la flore et la faune les plus exposées [I-2]. Les niveaux de référence dérivés à considérer s'appliquent aux organismes représentatifs.

³⁴ La combinaison des facteurs de pondération radiologique et des facteurs de pondération tissulaire pour estimer les doses efficaces à l'homme, exprimées en sieverts (Sv), n'est pas appliquée pour évaluer le risque d'effets dus à l'exposition du biote ; la grandeur principale utilisée pour l'évaluation des effets de l'exposition du biote est la dose absorbée, qui est définie comme la quantité d'énergie absorbée par une unité de masse de tissu d'un organe ou d'un organisme, exprimée en joules par kilogramme ou en grays (Gy), et qui dépend de la quantité et du type de rayonnements [I-1]. En raison de la prise en considération de différentes espèces de flore et de faune ayant des durées de vie différentes, il est commode d'exprimer les critères en termes de débit de dose, en grays par jour (Gy/j) ou ses sous-unités, par exemple en milligrays par jour (mGy/j) [I-1, I-8].

I-13. Étant donné que les niveaux de référence dérivés à considérer ne sont pas des limites, lorsque les doses estimées aux organismes représentatifs se situent à l'intérieur de la fourchette ou sont proches de la limite supérieure de la fourchette, la situation radiologique peut encore être considérée comme acceptable. Toutefois, un tel résultat justifierait probablement un examen plus approfondi des impacts possibles sur l'environnement, qui devrait tenir compte d'un certain nombre de facteurs. Les facteurs qui peuvent être pris en considération au moment de prendre des décisions en fonction des impacts sur la flore et la faune quand les doses estimées sont au-dessus de la limite supérieure de la fourchette sont notamment les suivants : la taille de la zone où on estime que les débits de dose auront lieu, la période prévue pour ces débits de dose, la nécessité de se conformer à la législation spécifique, la possibilité pour la flore ou la faune d'être considérée comme une ressource pour la consommation humaine, etc. (p.ex. dans la gestion des pêches et la gestion des produits alimentaires issus de la forêt), la présence d'autres agresseurs environnementaux, la question de savoir si l'évaluation se rapporte à une espèce donnée présente dans la zone ou à des types généralisés de plantes et d'animaux et le degré de précaution jugé nécessaire [I-1].

MÉTHODE GÉNÉRIQUE D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DE LA FLORE ET DE LA FAUNE

I-14. S'agissant de la méthode générique décrite dans la présente annexe, l'organisme représentatif est choisi directement parmi les animaux et plantes de référence de la CIPR pertinents au regard du principal écosystème spécifique (par exemple terrestre, marin, dulçaquicole) supposé se trouver dans la zone où les conditions d'exposition entraînent les doses les plus élevées.

I-15. Conformément au concept d'organismes représentatifs, le débit de dose qui doit être estimé dans l'évaluation de l'impact sur les populations de flore et de faune ne serait pas le débit de dose de l'individu le plus exposé ; le débit de dose serait plutôt caractéristique des débits de dose reçus par un groupe d'organismes situés dans la zone où les expositions peuvent être les plus fortes.

I-16. Il faut tenir compte, au moment de sélectionner la zone où se trouve le groupe d'individus représentatifs parmi ceux qui sont les plus exposés, de la distribution spatiale typique des radionucléides rejetés dans l'environnement. En général, les installations et activités peuvent être considérées comme des sources ponctuelles et les concentrations d'activité les plus élevées dans les milieux environnementaux résultant des rejets pendant le fonctionnement normal

sont en principe observées dans un rayon de quelques kilomètres autour de la source. Ce comportement typique des matières rejetées dans l'environnement atmosphérique et aquatique à partir d'une source ponctuelle est illustré à la figure I-1. L'augmentation de la concentration d'activité dans l'environnement résultant des rejets, indiquée par les courbes en trait plein de la figure I-1, diminue de manière notable avec la distance par rapport à l'endroit où les concentrations les plus élevées sont mesurées. Après une certaine distance, seules les concentrations d'activité de fond peuvent être détectées (p. ex. l'activité due aux retombées mondiales passées, la radioactivité naturelle).

I-17. En raison de la distribution annuelle des directions du vent et, pour la dispersion aquatique, des directions des flux d'eau dans les rivières, les lacs et les océans, il est raisonnable de supposer que les concentrations d'activité les plus élevées seraient détectées dans n'importe quelle direction dans un rayon allant jusqu'à 10 km. Par conséquent, une zone de référence d'environ 100 à 400 km² située autour du point de rejet peut être utilisée pour les évaluations génériques décrites dans la présente annexe. On peut supposer en toute confiance que c'est dans cette zone que l'on trouve les concentrations d'activité environnementale les plus élevées dues aux rejets en fonctionnement normal et que, par conséquent, les animaux et plantes de référence dans cette zone recevront en principe les doses de rayonnement supposées les plus élevées. La taille de cette zone de référence recommandée est indicative ; des tailles différentes peuvent être adoptées pour certaines installations ou activités, ainsi que pour différents lieux et situations environnementales afin de tenir compte des conditions locales.

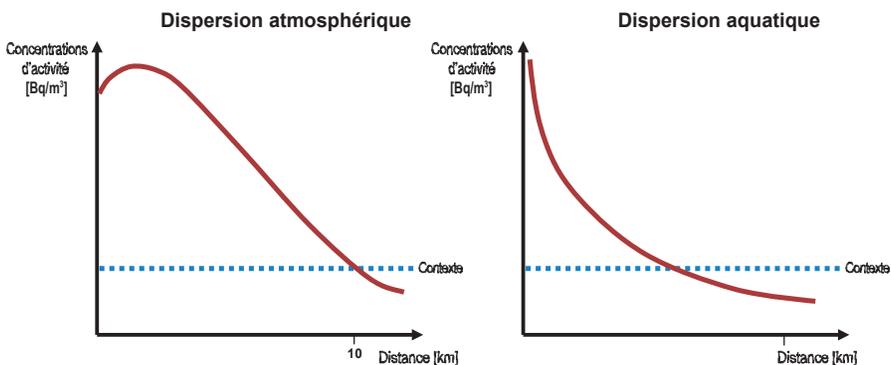


FIG. I-1. Modèles classiques de concentrations d'activité environnementale résultant de la dispersion atmosphérique et aquatique des rejets provenant d'installations et activités en fonctionnement normal.

I-18. La zone de référence autour de la source décrite au paragraphe I-17 est suffisamment grande pour que les effluents se mélangent aux milieux environnementaux et que le nombre d'individus des espèces prises en compte dans l'évaluation soit suffisamment important. Ces deux facteurs font en sorte que les débits de dose estimés calculés dans les évaluations soient représentatifs des débits de dose reçus par la fraction de la population la plus exposée, plutôt que de ceux qui sont reçus par l'organisme le plus exposé de la population.

ÉVALUATION DE LA PROTECTION DE LA FLORE ET DE LA FAUNE EN FONCTIONNEMENT NORMAL

Approche de l'évaluation

I-19. On trouvera dans la figure I-2 un résumé des composantes d'une évaluation générique de l'impact radiologique sur l'environnement pour la protection de la flore et de la faune en fonctionnement normal. Premièrement, on estime les concentrations d'activité dans un certain nombre de milieux environnementaux pertinents au regard de la flore et la faune à l'aide du terme source estimé pour le fonctionnement normal et des modèles de dispersion et de transfert dans l'environnement ; on estime ensuite les débits de dose provenant de l'exposition interne et externe des animaux et plantes de référence pertinents au regard des écosystèmes considérés en combinant les concentrations d'activité avec des données dosimétriques ainsi que des informations sur le temps passé par les différentes espèces dans différents habitats (p. ex. sur le sol ou au-dessus du sol, dans l'eau, dans les sédiments aquatiques). Enfin, les débits de dose en résultant sont comparés aux niveaux de référence dérivés à considérer.

Sélection du terme source et modélisation de la dispersion et du transfert dans l'environnement

I-20. Les caractéristiques du terme source et les modèles de simulation de la dispersion et du transfert des radionucléides dans l'environnement applicables pour la flore et la faune (les deux premiers encadrés de la figure I-2) seraient similaires ou identiques à ceux qui sont décrits dans l'évaluation des expositions des êtres humains pour le fonctionnement normal à la section 5 du présent guide de sûreté, ce qui permet de veiller à ce que les milieux environnementaux considérés soient pertinents au regard de l'estimation des expositions de la flore et de la faune. Par exemple, les modèles devraient permettre de prévoir les concentrations d'activité dans certains milieux (air, eau douce, eau de mer, sédiments aquatiques, sol, etc.) et les paramètres de transfert dans l'environnement

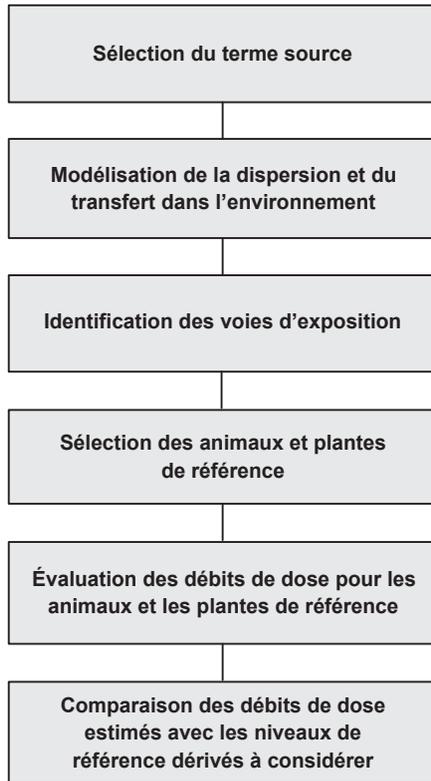


FIG. I-2. Éléments d'une évaluation générique pour la protection de la flore et de la faune en fonctionnement normal (la figure n'est pas censée être une procédure détaillée étape par étape et est présentée pour illustrer les éléments de l'évaluation et faciliter sa description).

devraient être pertinents au regard de l'évaluation de l'exposition de la flore et de la faune³⁵. On trouvera dans la référence [I-9] des modèles et des données permettant d'estimer la dispersion des radionucléides dans l'environnement.

³⁵ Les paramètres de transfert utilisés pour estimer l'exposition des êtres humains due à l'ingestion de biote dans le cadre de leur régime alimentaire, tels que les poissons, sont différents des facteurs de transfert utilisés pour estimer l'exposition du biote, comme les poissons eux-mêmes. Les premiers ne tiennent compte que de la concentration d'activité dans la partie comestible du poisson, tandis que les seconds prennent en considération la concentration d'activité dans le poisson entier, y compris dans les arêtes.

On trouvera dans les références [I-10, I-11] des paramètres de transfert pour les radionucléides applicables pour la flore et la faune³⁶.

Identification des voies d'exposition

I-21. Les voies d'exposition dont il convient de tenir compte lors de l'évaluation des doses aux populations de flore et de faune sont les suivantes :

- a) L'exposition externe due aux matières radioactives présentes dans l'atmosphère, l'eau, le sol et les sédiments ;
- b) L'exposition interne due à des matières radioactives absorbées par les plantes ou ingérées ou inhalées par les animaux.

Sélection des animaux et plantes de référence

I-22. Les organismes représentatifs d'une évaluation générique sont sélectionnés parmi les types d'animaux et de plantes pour les principaux écosystèmes (terrestre, dulçaquicole et marin) qui sont pertinents au regard de l'emplacement évalué. Ces types d'animaux et de plantes pour les différents écosystèmes et les animaux et plantes de référence correspondants définis par la CIPR [I-1] sont présentés dans le tableau I-1³⁷.

I-23. Afin d'évaluer leurs conditions d'exposition, les animaux et plantes de référence sélectionnés doivent être situés dans une zone de référence autour de la source, en principe autour du point de rejet, où l'on observe généralement les concentrations d'activité environnementale les plus élevées. Les débits de dose caractéristiques pour ce groupe sont estimés en utilisant, par exemple, les concentrations moyennes d'activité dans cette zone de référence. Bien que les caractéristiques écologiques puissent être différentes, en général, une zone entourant le point de rejet des effluents de l'ordre de 100 à 400 km² pourrait être

³⁶ Une version révisée de la publication n° 19 de la collection Rapports de sûreté [I-9] est en cours d'élaboration et portera sur les évaluations préalables de l'exposition du public, les modèles génériques et les paramètres utilisés dans l'évaluation de l'impact des rejets radioactifs, ainsi que sur les modèles génériques et les paramètres permettant d'évaluer les expositions de la flore et de la faune dues aux rejets radioactifs des installations et activités.

³⁷ Un ensemble différent mais équivalent d'organismes de référence est recommandé par le projet intitulé *Risque environnemental des contaminants ionisants : Gestion et évaluation* (ERICA) de la Commission européenne [I-4].

TABLEAU I-1. TYPES D'ANIMAUX ET DE PLANTES POUR TROIS GRANDS ÉCOSYSTÈMES DEVANT ÊTRE UTILISÉS DANS LES ÉVALUATIONS GÉNÉRIQUES DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR LA FLORE ET LA FAUNE ET LES NIVEAUX DE RÉFÉRENCE DÉRIVÉS PERTINENTS À CONSIDÉRER [I-1]

Écosystème présentant un intérêt	Type d'animal ou de plante	Animal ou plante de référence CIPR	Niveau de référence dérivé à considérer (mGy/j)
Terrestre	Plante de grande taille	Pin de référence	0,1–1
	Plante de petite taille	Herbe sauvage de référence	1–10
	Insecte	Abeille de référence	10–100
	Annélide	Ver de terre de référence	10–100
	Mammifère de grande taille	Cerf de référence	0,1–1
	Mammifère de petite taille	Rat de référence	0,1–1
Eau douce	Oiseau aquatique	Canard de référence	0,1–1
	Amphibien	Grenouille de référence	1–10
	Poisson	Truite de référence	1–10
Marin	Algues marines	Algues brunes de référence	1–10
	Crustacés	Crabe de référence	10–100
	Poisson	Poisson plat de référence	1–10

utilisée pour la plupart des scénarios d'exposition liés au fonctionnement normal des activités ou installations³⁸.

Évaluation des débits de dose pour les animaux et plantes de référence

I-24. Les débits de dose dus à l'exposition par voie interne ou externe sont calculés pour les animaux et plantes de référence sélectionnés situés dans la zone de référence autour de la source décrite au paragraphe I-17. Le débit de dose absorbée peut généralement être estimé à l'aide de modèles de transfert dans l'environnement fondés sur des facteurs de concentration à partir d'un milieu environnemental vers le biote et les facteurs dosimétriques correspondants pour les expositions internes ou externes. On trouvera dans les références [I-10, I-11] des taux de concentration des milieux environnementaux par rapport au biote pour différentes espèces de flore et de faune et dans la réf. [I-1] des facteurs dosimétriques pour l'estimation des débits de dose pour les animaux et plantes de référence³⁹.

Comparaison des débits de dose estimés avec les niveaux de référence dérivés à considérer

I-25. Dans une évaluation générique prospective figurant dans la présente annexe, si les débits de dose aux animaux et plantes représentatifs sélectionnés sont inférieurs à la limite inférieure des niveaux de référence dérivés pertinents à considérer, tels que ceux qui sont présentés dans le tableau I-1⁴⁰, l'impact sur les populations de flore et de faune peut être considéré comme négligeable et le niveau de protection de la flore et de la faune peut être considéré comme adéquat. Si les débits de dose estimés se situent dans les limites inférieure et supérieure des fourchettes, le niveau de protection peut encore être considéré comme acceptable, mais l'organisme de réglementation pourrait décider si des considérations supplémentaires (c'est-à-dire l'amélioration du niveau de détail de l'évaluation) ou des mesures pratiques d'atténuation sont nécessaires, en gardant

³⁸ Cette zone pourrait être soit un cercle d'environ 5 à 10 km de rayon, soit une boîte de 10 à 20 km de côté, tous deux centrés sur le point de rejet.

³⁹ La version révisée en préparation de la réf. [I-9] proposera des méthodes pratiques permettant d'estimer les débits de dose aux animaux et plantes représentatifs à l'aide de scénarios génériques de dispersion dans l'environnement et les facteurs dosimétriques définis dans la réf. [I-1].

⁴⁰ Certains États ont défini et utilisé différentes approches pour évaluer l'impact radiologique sur la flore et la faune, y compris leurs propres critères radiologiques, qui sont généralement compatibles avec l'approche adoptée par la CIPR et les niveaux de référence dérivés à considérer [I-3 à I-5].

à l'esprit que les niveaux de référence dérivés à considérer sont des points de référence et non des limites. Si les débits de dose en résultant sont supérieurs à la limite supérieure de la fourchette du niveau de référence dérivé à considérer, l'organisme de réglementation devra décider s'il convient de renforcer le contrôle de la source ou d'envisager d'autres mesures de protection.

RÉFÉRENCES POUR L'ANNEXE I

- [I-1] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Environmental Protection: The Concept and Use of Reference Animals and Plants, Publication 108, Elsevier, Oxford (2008).
- [I-2] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Environment under Different Exposure Situations, Publication 124, Sage, London (2014).
- [I-3] UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, A Graded Approach for Evaluating Radiation Doses to Aquatic and Terrestrial Biota, DOE-STD-1153-2002, USDOE, Washington, DC (2002).
- [I-4] EUROPEAN COMMISSION, D-ERICA: An Integrated Approach to the Assessment and Management of Environmental Risks from Ionising Radiation, EC, Brussels (2007).
- [I-5] CONSEIL CANADIEN DES NORMES, Évaluations des risques environnementaux aux installations nucléaires de catégorie I et aux mines et usines de concentration d'uranium, CSA N288.6 (R2017), Groupe CSA, Toronto (2017).
- [I-6] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 103, Lavoisier, Paris (2009).
- [I-7] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Principes fondamentaux de sûreté, publication n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2007).
- [I-8] PROEHL, G., *et al*, Dosimetric Models and Data for Assessing Radiation Exposure to Biota : Deliverable 3 to the Project « FASSET », Framework for the Assessment of Environmental Impact, Contract No. FIGE-CT-2000-00102, Swedish Radiation Protection Authority, Solna (2003).

- [I-9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna (2001) (une version révisée est en préparation).
- [I-10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer to Wildlife, Technical Reports Series No. 479, IAEA, Vienna (2014).
- [I-11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants, Publication 114, Elsevier, Oxford (2009).

ANNEXE II

EXAMEN DU RISQUE D'EFFETS SUR LA SANTÉ ET DE L'ÉVALUATION DES EXPOSITIONS POTENTIELLES

II-1. Afin d'estimer les expositions potentielles, il est nécessaire d'évaluer et de quantifier l'impact des accidents ou des événements dont la probabilité est très faible. En règle générale, il existe un large éventail de scénarios d'exposition possibles, allant de ceux dont l'impact potentiel est minime, voire nul, à ceux dont l'impact potentiel est très élevé. Un grand nombre d'installations et activités ne peuvent avoir que des conséquences radiologiques mineures ou négligeables, même dans des scénarios d'accident, en raison de leurs stocks très limités de matières radioactives ou des caractéristiques intrinsèquement sûres de l'installation ou activité. Conformément au principe 8 de la publication intitulée *Principes fondamentaux de sûreté* (n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA) [II-1], relatif à la prévention des accidents, des mesures doivent être prises pour faire en sorte que la probabilité d'un accident ayant des conséquences néfastes soit extrêmement faible. Par conséquent, les installations sont conçues et exploitées et les activités sont conduites de manière que les accidents ayant un impact potentiel élevé aient une probabilité plus faible que les événements ayant un impact potentiel minime.

II-2. Une mesure du risque d'effets sur la santé dus au rejet non programmé ou accidentel de radionucléides dans l'environnement par des installations et activités est un indicateur utile dont il faut tenir compte lors de l'évaluation des expositions potentielles. Le contrôle du risque d'effets sur la santé dus à des expositions potentielles commence au stade de la conception des installations et activités par l'adoption de dispositions concernant la protection et la sûreté (par exemple, la défense en profondeur) qui sont proportionnelles à la probabilité et à l'ampleur des expositions potentielles [II-2].

PROBABILITÉ D'EFFETS SUR LA SANTÉ À UTILISER DANS LES ÉVALUATIONS PROSPECTIVES

II-3. L'estimation de la dose de rayonnement au public à la suite d'accidents postulés, en termes de doses efficaces, combinée à un coefficient de risque pour la santé, peut être interprétée, dans le cadre d'une évaluation prospective, comme une indication du risque que des effets préjudiciables sur la santé se concrétisent. Dans ce modèle, la probabilité d'apparition éventuelle d'un effet stochastique à terme est supposée proportionnelle à la dose reçue, sans seuil. Un coefficient de

risque générique pour les effets stochastiques sur l'homme, qui peut être utilisé dans les évaluations prospectives de l'impact radiologique sur l'environnement, est de $5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ [II-2].

DÉFINITION D'UNE MESURE DU RISQUE

II-4. Le terme « risque » est souvent introduit pour exprimer la combinaison de l'impact d'un événement ou d'un scénario et de la probabilité de cet impact. La publication n° GSR Part 3 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, intitulée *Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales* de sûreté [II-2] définit le « risque » comme suit :

« Grandeur à attributs multiples, qui exprime le danger ou l'éventualité de conséquences préjudiciables ou nocives associées à des expositions ou à des expositions potentielles. Le risque est lié à des grandeurs telles que la probabilité que se produisent des conséquences préjudiciables particulières, ainsi qu'à l'ampleur et à la nature de ces conséquences. »

Une confusion peut naître entre ce terme avec un sens défini et une définition mathématique et le sens courant du mot « risque », qui est parfois considéré comme synonyme de danger. Divers systèmes ont été mis au point pour quantifier le risque associé à un événement ou à un scénario et, par conséquent, pour permettre de comparer directement les risques associés à divers événements.

II-5. Comme il est expliqué aux paragraphes 5.43 à 5.75 du présent guide de sûreté, lorsqu'on utilise une méthode d'évaluation prospective de l'impact des expositions potentielles, pour chaque scénario d'accident, une conséquence (par exemple, une dose à la personne représentative) et la probabilité associée de cette conséquence sont déterminées.

II-6. S'agissant de l'évaluation à des fins de radioprotection, il pourrait être utile de définir une grandeur unique qui donne une mesure de chaque risque d'effets sur la santé⁴¹. Étant donné que la conséquence d'une dose de rayonnement peut

⁴¹ Les définitions du terme « risque » figurant dans la présente annexe ne peuvent être interprétées que comme une indication des risques, en raison des nombreuses incertitudes liées à l'analyse probabiliste de la sûreté, à l'estimation des expositions possibles et à la quantification des conséquences radiologiques associées. Voir également INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Extension of the Principles of Radiation Protection to Sources of Potential Exposure*, Safety Series No. 104, IAEA, Vienna (1990).

être formulée comme une probabilité accrue d'effets sur la santé (p. ex. décès par cancer)⁴², une indication du risque peut être obtenue en combinant la probabilité p_i d'un scénario d'accident i et la probabilité d'un effet sanitaire particulier en cas de scénario d'accident i (C_i), à savoir

$$R_i = p_i \times C_i \quad (\text{II-1})$$

tel que R_i est le risque d'un effet sanitaire particulier dû au scénario d'accident i .

II-7. Si plusieurs événements mutuellement indépendants doivent être examinés et que les probabilités des événements sont faibles, les risques d'effets sur la santé dus à tous les scénarios d'exposition potentielle examinés pourraient alors être additionnés pour obtenir la probabilité globale d'effets sur la santé de la personne représentative :

$$R = \sum_i p_i \times C_i \quad (\text{II-2})$$

II-8. Comme il est indiqué dans les paragraphes précédents, le risque estimé dans le cadre d'une évaluation prospective de l'impact radiologique sur l'environnement décrite dans le présent guide de sûreté s'applique pour une personne (c'est-à-dire la personne représentative pour les expositions potentielles). En ce qui concerne les grandes installations, telles que les centrales nucléaires, qui peuvent potentiellement toucher de nombreuses personnes et qui pourraient avoir d'autres impacts non radiologiques, comme le stress social dû à l'évacuation et à la restriction de l'utilisation des terres dans de vastes zones, le risque sociétal éventuel pourrait également être quantifié et évalué sur la base d'un critère. La prise en considération du risque sociétal n'est pas incluse dans les présentes orientations et fait l'objet d'approches nationales.

⁴² Pour être plus précis, la probabilité de l'effet sur la santé peut être estimée à l'aide de la fonction relation dose-effet, $f(D)$, qui change avec le niveau de la dose. Le risque d'effets sanitaires précoces peut également être calculé à l'aide des fonctions danger, en tenant compte de la variation du risque en fonction du taux d'accumulation de la dose sur une certaine période (p. ex. le premier jour ou les quelques jours suivant l'accident). Le risque d'effets tardifs sur la santé peut tenir compte non seulement des cancers mortels mais aussi des cancers non mortels dans différents organes, la leucémie et les effets héréditaires. Les détails de ces considérations n'entrent pas dans le champ d'application de la présente annexe.

II-9. Les critères qui pourraient être utilisés pour la comparaison avec l'estimation du risque d'effets sur la santé résultant d'expositions potentielles sont présentés dans l'appendice du présent guide de sûreté.

ASPECTS FONDAMENTAUX DE L'ÉVALUATION PROBABILISTE DES EXPOSITIONS POTENTIELLES DU PUBLIC

II-10. Comme il est indiqué dans la section 5 du présent guide de sûreté, pour les installations qui comportent de nombreux dispositifs de sauvegarde et qui nécessitent donc des évaluations complexes pour déterminer la probabilité d'événements, l'ampleur des termes sources et les conséquences associées, des techniques complexes d'évaluation de la sûreté peuvent être nécessaires, alliant des méthodes déterministes et probabilistes et, dans certains cas, l'avis d'un expert.

II-11. Dans une évaluation probabiliste des expositions potentielles, on estime les fréquences des événements initiateurs postulés et on détermine les séquences de défaillance possible ou un sous-ensemble représentatif qui englobe les réponses de l'installation et des systèmes de sûreté, y compris les actions des exploitants. La probabilité ou la fréquence globale de la séquence ou du scénario de défaillance est calculée en combinant la fréquence des événements initiateurs postulés et les probabilités de chaque défaillance du système. L'utilisation de probabilités et de fréquences a pour corolaire la définition d'un laps de temps, qui peut être choisi arbitrairement pour effectuer l'analyse. Une période d'un an est généralement retenue.

II-12. Le terme source de chaque séquence est ensuite calculé. Dans certains cas, il est possible d'utiliser un ensemble réduit de termes sources englobant des termes sources similaires pour un ensemble de séquences de défaillance en vue de réduire l'effort de calcul nécessaire.

II-13. On calcule ensuite la dose à la personne représentative pour des expositions potentielles en utilisant un ensemble de conditions météorologiques et d'autres conditions de transfert dans l'environnement, ainsi que les probabilités de voir ces conditions apparaître et les facteurs propres au site qui peuvent avoir un effet sur la dose et les probabilités de voir apparaître des conditions particulières, telles que la probabilité que le vent souffle de la source vers la cible, la probabilité d'autres conditions météorologiques, telles que la classe de stabilité de Pasquill, la vitesse du vent et les précipitations et la probabilité que la personne représentative se trouve à l'extérieur ou à l'intérieur.

RÉFÉRENCES POUR L'ANNEXE II

- [II-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, publication n° SF-1 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2007).
- [II-2] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMISSION EUROPÉENNE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté, n° GSR Part 3 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA, AIEA, Vienne (2016).

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

Asfaw, K.	Agence internationale de l'énergie atomique
Boal, T.	Agence internationale de l'énergie atomique
Brownless,	G. Babcock International Group (Royaume-Uni)
Cabianca, T.	Public Health England (Royaume-Uni)
Cailes, C.	Agence de l'environnement (Royaume-Uni)
Mueller, F.	Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (Suisse)
Curti, A.	Autorité de réglementation nucléaire (Argentine)
Daguse, T.	Électricité de France (France)
Deguette, H.	AREVA La Hague (France)
Dolarin, G.	Énergie atomique du Canada (Canada)
Devol-Brown, I.	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
Harman, N.	Amec (Royaume-Uni)
Hemidy, P.-Y.	Électricité de France (France)
Jones, K.	Public Health England (Royaume-Uni)
Kliaus, V.	Centre républicain scientifique et pratique d'hygiène (Biélorus)
Lehmann, K.-H.	Technischer Überwachungsverein Süddeutschland (Allemagne)
Moore, J.-	Commission de la réglementation nucléaire (États-Unis d'Amérique)
Pinak, M.	Agence internationale de l'énergie atomique
Proehl, G.	Agence internationale de l'énergie atomique
Robinson, C.	Programme des Nations Unies pour l'environnement

Rochedo, E.	Commission nationale de l'énergie nucléaire (Brésil)
Saint-Pierre, S.	Association nucléaire mondiale
Telleria, D.	Agence internationale de l'énergie atomique
Van Graan, H.	Autorité nationale de réglementation nucléaire (Afrique du Sud)
Cabane, F.	Électricité de France (France)
Vilkamo, O.	Autorité de sûreté radiologique et nucléaire (Finlande)
Willrodt, C.	Bundesamt für Strahlenschutz (Allemagne)
Yankovich, T.	Ecometrix Inc (Canada)



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 27

OÙ COMMANDER ?

Vous pouvez vous procurer les publications de l'AIEA destinées à la vente chez notre principal distributeur ou dans les grandes librairies. Les publications non destinées à la vente doivent être commandées directement à l'AIEA.

Commande de publications destinées à la vente

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

Eurospan

1 Bedford Row
London WC1R 4BU
(Royaume-Uni)

Commandes commerciales et renseignements

Tél. : +44 (0) 1235 465576
Mél. : trade.orders@marston.co.uk

Commandes individuelles :

Tél. : +44 (0) 1235 465577
Mél. : direct.orders@marston.co.uk
www.eurospanbookstore.com/iaea

Pour plus d'informations :

Tél. : +44 (0) 1235 465577
Mél. : direct.orders@marston.co.uk
www.eurospanbookstore.com/iaea

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

Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne (Autriche)
Tél. : +43 1 2600 22529 or 22530
Mél. : sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/publications

Des normes internationales pour la sûreté