

Normes de sûreté de l'AIEA

pour la protection des personnes et de l'environnement

Critères à utiliser pour la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique

Coparrainé par
l'AIEA, le BIT, la FAO, l'OMS et l'OPS



IAEA



WHO

Guide général de sûreté

N° GSG-2



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 internet de l'AIEA :

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

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

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

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

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

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

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

CRITÈRES À UTILISER POUR
LA PRÉPARATION ET LA CONDUITE
DES INTERVENTIONS EN CAS
D'URGENCE NUCLÉAIRE
OU RADIOLOGIQUE

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-2

CRITÈRES À UTILISER POUR LA PRÉPARATION ET LA CONDUITE DES INTERVENTIONS EN CAS D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE

GUIDE GÉNÉRAL DE SÛRETÉ

COPARRAINÉ PAR L'AGENCE INTERNATIONALE
DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, LE BUREAU INTERNATIONAL
DU TRAVAIL, L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, L'ORGANISATION
MONDIALE DE LA SANTÉ ET L'ORGANISATION PANAMÉRICAINE
DE LA SANTÉ

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2012

DROIT D'AUTEUR

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

Unité de la promotion et de la vente, Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne, Autriche
télécopie : +43 1 2600 29302
téléphone : +43 1 2600 22417
courriel : sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© AIEA, 2012

Imprimé par l'AIEA en Autriche
Janvier 2012

CRITÈRES À UTILISER POUR
LA PRÉPARATION ET LA CONDUITE
DES INTERVENTIONS EN CAS
D'URGENCE NUCLÉAIRE
OU RADIOLOGIQUE
AIEA, VIENNE, 2012
STI/PUB/1467
ISBN 978-92-0-224210-4
ISSN 1020-5829

AVANT-PROPOS

de M. Yukiya Amano
Directeur général

De par son Statut, l'Agence a pour attribution « d'établir ou d'adopter [...] des normes de [sûreté] destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens » – normes qu'elle doit appliquer à ses propres opérations et que les États peuvent appliquer en adoptant les dispositions réglementaires nécessaires en matière de sûreté nucléaire et radiologique. L'AIEA remplit cette mission en consultation avec les organes compétents des Nations Unies et les institutions spécialisées intéressées. Un ensemble complet de normes de grande qualité faisant l'objet d'un réexamen régulier est un élément clé d'un régime mondial de sûreté stable et durable, tout comme l'est l'assistance de l'AIEA pour l'application de ces normes.

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

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

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

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

NOTE CONCERNANT LA RESPONSABILITÉ

Les normes de sûreté de l'AIEA sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets dommageables des rayonnements ionisants. Le processus d'élaboration, d'examen et d'établissement de ces normes est l'œuvre commune du Secrétariat de l'AIEA et de tous les États Membres, qui pour beaucoup sont représentés aux quatre comités des normes de sûreté et à la Commission des normes de sûreté de l'AIEA.

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

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

PRÉFACE

En mars 2002, le Conseil des gouverneurs de l'AIEA a approuvé une publication de la catégorie Prescriptions de sûreté intitulée « Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique » (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GS-R-2), coparrainée par sept organisations internationales, qui établit les prescriptions à respecter pour parvenir à un niveau adéquat de préparation et de conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique dans un État. Dans sa résolution GC(46)/RES/9, la Conférence générale de l'AIEA a encouragé les États Membres « à mettre en œuvre, si besoin est, les instruments propres à améliorer leur préparation et leurs capacités d'intervention en cas d'incident ou d'accident nucléaire ou radiologique, notamment les dispositions prévues pour intervenir face à des actes impliquant une utilisation malveillante de matières nucléaires ou radioactives ou à des menaces de tels actes », et les a en outre encouragés « à appliquer les Prescriptions de sûreté sur la préparation et l'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique ».

La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire (« Convention sur la notification rapide ») et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique (« Convention sur l'assistance ») (Collection juridique n° 14 de l'AIEA), adoptées en 1986, imposent des obligations spécifiques aux parties et à l'AIEA. En vertu de l'article 5 a) ii) de la Convention sur l'assistance, l'une des fonctions de l'AIEA est de recueillir et diffuser aux États parties et aux États Membres des informations concernant les méthodes, les techniques et les résultats disponibles de travaux de recherche relatifs aux interventions lors d'accidents nucléaires ou de situations d'urgence radiologique.

Le présent guide de sûreté vise à aider les États Membres à appliquer les Prescriptions de sûreté sur la préparation et l'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GS-R-2) et à contribuer au respect des obligations de l'AIEA au titre de la Convention sur l'assistance. Il propose des critères génériques pour les actions protectrices et autres mesures d'intervention en cas d'urgence nucléaire ou radiologique, y compris des valeurs numériques pour ces critères. Il présente aussi des critères opérationnels dérivés de certains critères génériques.

Le présent guide de sûreté est coparrainé par le Bureau international du Travail (BIT), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation panaméricaine de la Santé (OPS).

LES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

CONTEXTE

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

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

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

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

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

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

LES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

Le rôle des normes de sûreté de l'AIEA découle du Statut, qui autorise l'AIEA à établir ou adopter, en consultation et, le cas échéant, en collaboration avec les organes compétents des Nations Unies et avec les institutions spécialisées intéressées, des normes de sûreté destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens, et à prendre des dispositions pour l'application de ces normes.

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

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

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

Fondements de sûreté

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

Prescriptions de sûreté

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

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

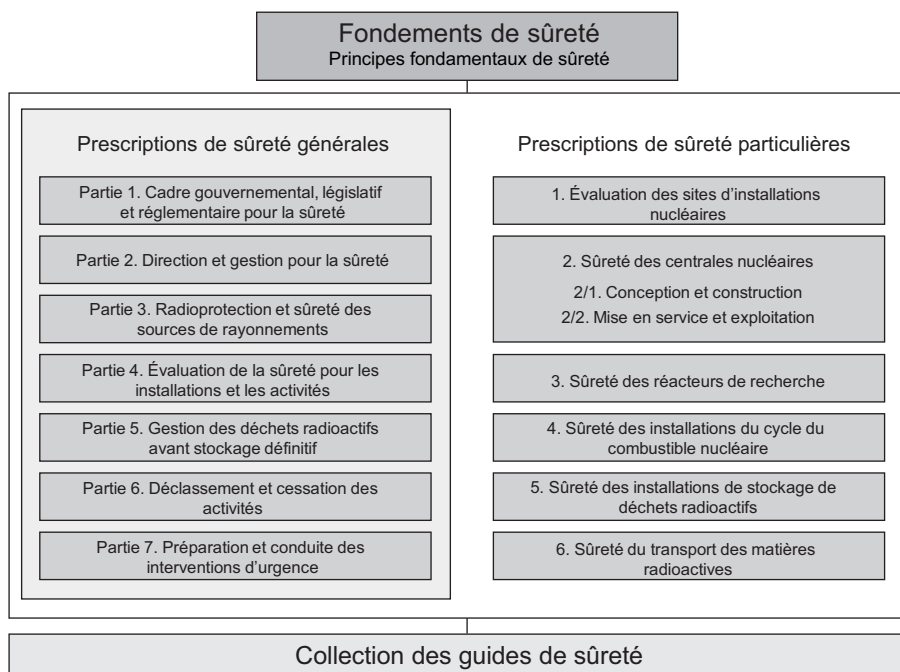


FIG. 1. Structure à long terme de la collection Normes de sûreté de l'AIEA.

Guides de sûreté

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

APPLICATION DES NORMES DE SÛRETÉ DE L'AIEA

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

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

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

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

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

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

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

La préparation et l'examen des normes de sûreté sont l'œuvre commune du Secrétariat de l'AIEA et de quatre comités — le Comité des normes de sûreté nucléaire (NUSSC), le Comité des normes de sûreté radiologique (RASSC), le Comité des normes de sûreté des déchets (WASSC), le Comité des normes de 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).

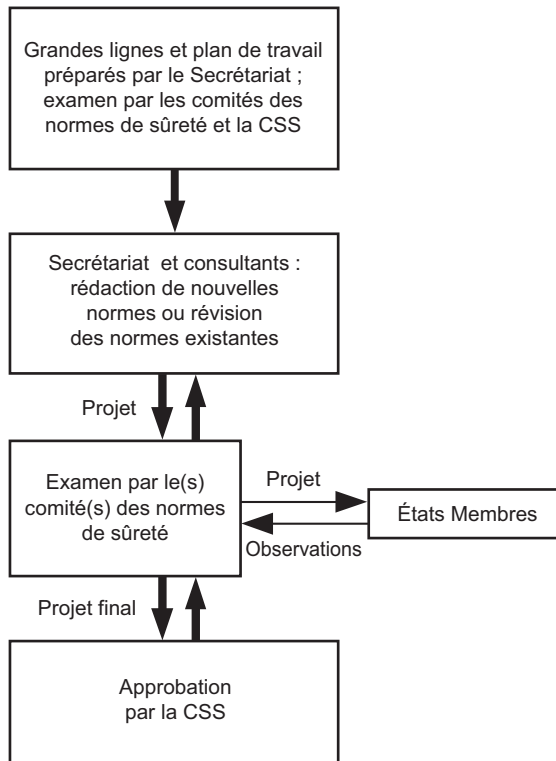


FIG. 2. Processus d'élaboration d'une nouvelle norme de sûreté ou de révision d'une norme existante.

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

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

INTERACTION AVEC D'AUTRES ORGANISATIONS INTERNATIONALES

Les conclusions du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) et les recommandations d'organismes internationaux spécialisés, notamment de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), sont prises en compte lors de

l'élaboration des normes de sûreté de l'AIEA. Certaines normes de sûreté sont élaborées en collaboration avec d'autres organismes des Nations Unies ou d'autres organisations spécialisées, dont l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Organisation internationale du Travail, l'Organisation mondiale de la santé, l'Organisation panaméricaine de la santé et le Programme des Nations Unies pour l'environnement.

INTERPRÉTATION DU TEXTE

Les termes relatifs à la sûreté ont le sens donné dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA (<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>). Pour les guides de sûreté, c'est la version anglaise qui fait foi.

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

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

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

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
	Généralités (1.1–1.5)	1
	Objectifs (1.6–1.7)	2
	Portée (1.8–1.15)	3
	Structure (1.16)	4
2.	CONSIDÉRATIONS FONDAMENTALES (2.1–2.5)	4
3.	CADRE DES CRITÈRES D’INTERVENTION D’URGENCE	5
	Système d’actions protectrices et autres mesures d’intervention (3.1–3.12).	5
	Le risque considérable comme base des critères opérationnels (3.13–3.17)	13
	La dose prévue comme base des critères opérationnels (3.18–3.25) ...	14
	La dose reçue comme base des critères opérationnels (3.26–3.34)	16
4.	VALEURS REPÈRES POUR LES MEMBRES DES ÉQUIPES D’INTERVENTION (4.1–4.7).	19
5.	CRITÈRES OPÉRATIONNELS (5.1–5.13)	21
APPENDICE I :	CONCEPTS DE DOSE ET GRANDEURS DOSIMÉTRIQUES	25
APPENDICE II :	EXEMPLES DE NOI PAR DÉFAUT POUR LE DÉPÔT, LA CONTAMINATION INDIVIDUELLE ET LA CONTAMINATION DES ALIMENTS, DU LAIT ET DE L’EAU	31
APPENDICE III :	ÉLABORATION DE NAU ET EXEMPLES DE NAU POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE	57
APPENDICE IV :	ÉLÉMENTS OBSERVABLES SUR LES LIEUX D’UNE URGENCE RADIOLOGIQUE	89

RÉFÉRENCES 91

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION
ET À L’EXAMEN 95

ORGANES D’APPROBATION DES NORMES DE SÛRETÉ
DE L’AIEA 99

1. INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS

1.1. En vertu de l'article 5 a) ii) de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique (« Convention sur l'assistance ») [1], l'une des fonctions de l'AIEA est « de recueillir et diffuser aux États parties et aux États Membres des informations concernant [...] les méthodes, les techniques et les résultats disponibles de travaux de recherche relatifs aux interventions lors d'accidents nucléaires ou de situations d'urgence radiologique ».

1.2. En mars 2002, le Conseil des gouverneurs de l'AIEA a approuvé une publication de la catégorie Prescriptions de sûreté intitulée « Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique », qui établit les prescriptions à respecter pour parvenir à un niveau adéquat de préparation et de conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique dans un État. Cette publication, coparrainée par sept organisations internationales, est parue en tant que n° GS-R-2 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA [2].

1.3. Une évaluation rigoureuse de l'expérience des États Membres a montré qu'il fallait élaborer des orientations internationales cohérentes supplémentaires en ce qui concerne la mise en œuvre d'actions protectrices et d'autres mesures d'intervention¹ et placer ces orientations dans un contexte qui soit détaillé pour les décideurs et puisse être expliqué au public. En 2005, l'AIEA a fait paraître une publication, coparrainée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) [3], qui présente les valeurs numériques de critères génériques pour l'intervention d'urgence et donne des orientations supplémentaires. Elle décrit les critères et explique la nécessité de les compléter sur la base des enseignements tirés de l'expérience et des connaissances scientifiques connexes. Le cadre proposé dans la réf. [3] a servi de point de départ pour l'élaboration d'orientations internationales révisées sur la préparation et la conduite des interventions d'urgence.

¹ On peut donner comme exemples d'autres mesures d'intervention l'information du public, le traitement médical et le suivi sanitaire à long terme.

1.4. Le principe 9 des Principes fondamentaux de sûreté établit que les dispositions en matière de préparation et de conduite des interventions comprennent des « critères fixés à l'avance pour déterminer quand les différentes actions protectrices doivent être entreprises » (réf. [4], par. 3.36). Le présent guide contient des recommandations concernant ces critères.

1.5. Les termes liés à la sûreté employés dans le présent guide le sont avec le sens défini dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA [5].

OBJECTIFS

1.6. Les principaux objectifs du présent guide de sûreté sont les suivants :

- Présenter un ensemble cohérent de critères génériques (exprimés numériquement en termes de dose de rayonnements) servant de base pour la définition de niveaux opérationnels en vue de la prise de décisions concernant les actions protectrices et autres mesures d'intervention requises pour atteindre les objectifs de l'intervention d'urgence. L'ensemble de critères génériques :
 - Répond aux exigences de la réf. [2] pour la préparation et la conduite des interventions ;
 - Prend en compte les enseignements tirés des interventions d'urgence passées ;
 - Constitue un fondement cohérent pour l'application des principes de la radioprotection et des perspectives sur la radioprotection à la gamme envisageable d'actions protectrices et autres mesures d'intervention, et aux situations d'urgence.
- Proposer une base pour une explication des critères en langage ordinaire à l'intention du public et des responsables publics, relative aux risques des rayonnements pour la santé humaine, et une base pour une intervention qui soit proportionnée aux risques.

1.7. Le présent guide de sûreté doit être utilisé en même temps que la réf. [2], qu'il complète. Il contient des recommandations sur la manière de satisfaire aux prescriptions de la réf. [2] en proposant des critères génériques, et des valeurs numériques de ces critères, pour les actions protectrices et autres mesures d'intervention en cas d'urgence nucléaire ou radiologique. Il présente aussi des critères opérationnels dérivés de certains critères génériques et de ce fait constitue une révision de la réf. [6].

PORTÉE

1.8. Les recommandations contenues dans le présent guide de sûreté concernent les valeurs des critères génériques nécessaires pour élaborer des critères opérationnels pour la mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention visant à protéger les membres des équipes d'intervention et le public en cas d'urgence nucléaire ou radiologique.

1.9. Le guide donne aussi des exemples de critères opérationnels par défaut pour la mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention. La méthode utilisée pour l'élaboration des critères opérationnels n'est décrite qu'en termes généraux².

1.10. Le présent guide traite des critères pour la mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention et des critères concernant la prise de décisions en cas d'urgence.

1.11. Il ne contient pas de recommandations sur les actions qui pourraient être nécessaires dans une situation d'exposition existante.

1.12. Il ne donne pas d'indications détaillées concernant les dispositions à prendre pour mettre en place et maintenir des moyens efficaces d'intervention d'urgence. Des recommandations détaillées sur ce point figurent dans les réf. [7–9].

1.13. Le présent guide ne peut pas tenir compte de tous les facteurs qui sont spécifiques du site, de sa région ou de l'État, ou d'un type particulier de situation d'urgence. Les planificateurs des interventions doivent l'utiliser à bon escient et collaborer avec les parties intéressées pour adapter les recommandations de façon à tenir compte des facteurs locaux, sociaux, politiques, économiques, environnementaux, démographiques et autres.

1.14. Les actions protectrices et autres mesures d'intervention ne sont pas conçues en fonction de la seule radioprotection. Les décideurs doivent prendre en compte divers facteurs sociaux, économiques, environnementaux et psychologiques avant d'arrêter quelque décision que ce soit sur les actions à mettre en œuvre en cas d'urgence. Toutefois, les recommandations concernant les

² Un manuel d'évaluation des données de terrain en cas d'urgence nucléaire ou radiologique est en préparation.

critères génériques et opérationnels figurant dans le présent guide n'ont trait qu'aux éléments du processus de prise de décisions qui reposent sur des considérations de radioprotection.

1.15. Il se peut que les responsables de la prise de décisions en cas d'urgence et le public n'aient, au mieux, qu'une compréhension limitée des principes de la radioprotection, des risques associés à la radioexposition et des actions à entreprendre pour réduire ces risques. Le présent guide explique donc les critères opérationnels en langage ordinaire pour faciliter l'appréhension de l'objet de chaque critère et des actions protectrices et autres mesures d'intervention associées.

STRUCTURE

1.16. Le présent guide comporte cinq sections. La section 2 expose les considérations fondamentales qui ont présidé à l'élaboration des recommandations. Les sections 3 et 4 contiennent des recommandations sur les critères d'intervention d'urgence pour les actions protectrices et autres mesures d'intervention relatives à la protection du public et sur les valeurs repères pour les membres des équipes d'intervention, respectivement. La section 5 présente les critères opérationnels. Les quatre appendices donnent des explications complémentaires et des précisions sur les recommandations figurant dans le corps du texte.

2. CONSIDÉRATIONS FONDAMENTALES

2.1. L'expérience montre clairement qu'un ensemble de recommandations totalement intégré, avalisé au plan international, est nécessaire pour que soient mises en œuvre, en cas d'urgence, des actions protectrices et autres mesures d'intervention cohérentes, qui garantissent au mieux la sûreté du public. Un tel ensemble devrait tirer parti des orientations et données d'expérience internationales, reposer sur un consensus international et être ensuite appliqué au niveau national. La mise en œuvre de mesures compatibles par les différents États permettra d'atteindre les objectifs de l'intervention d'urgence et contribuera à la mise en place d'un système harmonisé de préparation et de conduite des interventions d'urgence dans le monde entier.

2.2. Le cadre de critères génériques d'intervention d'urgence exposé dans le présent guide a été conçu pour être simple et cohérent.

2.3. Le présent guide a été élaboré en tenant dûment compte des orientations internationales pertinentes contenant des recommandations sur l'intervention en cas d'urgence nucléaire ou radiologique [2, 6, 10–15].

2.4. Les recommandations figurant dans le présent guide ont trait aux conséquences sanitaires de l'exposition externe et de l'exposition interne d'organes cibles particuliers, pour lesquelles les critères génériques ont été élaborés. Pour les recommandations sur la façon de satisfaire aux prescriptions de la réf. [2], on a défini, tant pour l'exposition externe que pour l'exposition interne, des seuils d'effets déterministes graves³ qui pourraient être reliés directement à l'ensemble des radionucléides importants.

2.5. Les critères génériques sont basés sur les connaissances actuelles des effets déterministes et stochastiques (voir la réf. [3] pour la base des valeurs numériques des critères relatifs aux effets déterministes et stochastiques).

3. CADRE DES CRITÈRES D'INTERVENTION D'URGENCE

SYSTÈME D'ACTIONS PROTECTRICES ET AUTRES MESURES D'INTERVENTION

3.1. Le système d'actions protectrices et autres mesures d'intervention en cas d'urgence (voir le tableau 1) comprend les valeurs numériques des critères génériques ainsi que les critères opérationnels correspondants qui constituent la base de la prise de décisions en cas d'urgence.

³ Un effet déterministe est considéré comme grave s'il est mortel ou délétère ou s'il entraîne une lésion qui diminue la qualité de vie [2, 5].

TABLEAU 1. SYSTÈME D’ACTIONS PROTECTRICES ET AUTRES MESURES D’INTERVENTION D’URGENCE

Types de conséquences possibles de l’exposition sur la santé	Base de mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d’intervention	
	Dose prévue	Dose reçue
Effets déterministes graves ^a	Mise en œuvre d’actions protectrices urgentes préventives, même dans des conditions défavorables, pour empêcher les effets déterministes graves	Autres mesures d’intervention ^b pour le traitement et la prise en charge des effets déterministes graves
Augmentation des effets stochastiques	Mise en œuvre d’actions protectrices urgentes et lancement d’actions protectrices ^c rapides pour réduire le risque d’effets stochastiques autant que raisonnablement possible	Autres mesures d’intervention ^d pour la détection rapide et la prise en charge efficace des effets stochastiques

^a Les critères génériques sont établis à des niveaux de dose proches des seuils d’effets déterministes graves.

^b Ces mesures comprennent les examens, consultations et traitements médicaux immédiats, selon que de besoin, la maîtrise de la contamination, la décorporation le cas échéant, l’enregistrement pour un suivi sanitaire à long terme, et une assistance psychologique approfondie.

^c Ces actions comprennent le relogement et la restriction à long terme de la consommation d’aliments contaminés.

^d Ces mesures comprennent le dépistage sur la base des doses individuelles à des organes particuliers, l’examen de la nécessité d’un enregistrement pour un suivi médical et la fourniture de conseils pour que les décisions soient prises en connaissance de cause en toutes circonstances.

3.2. Ce système repose sur les éléments ci-après :

- Il faudrait prendre en considération les effets possibles ci-après pour la planification et la mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d’intervention d’urgence :
 - Apparition d’effets déterministes graves⁴ ;
 - Augmentation des effets stochastiques ;

⁴ Voir l’appendice I.

- Effets néfastes sur l'environnement et les biens ;
 - Autres effets néfastes (par ex. effets psychologiques, troubles sociaux, perturbations économiques).
- Il faudrait prendre en considération les types d'exposition ci-après pour la planification et la mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention d'urgence :
- La dose prévue qui pourrait être évitée ou diminuée grâce aux actions protectrices urgentes préventives ;
 - La dose reçue qui entraîne un détriment pouvant être diminué par, par exemple, des mesures médicales, selon que de besoin, et être traité par des rassurements publics ou une assistance psychologique.
- Les actions protectrices urgentes préventives devraient être entreprises avant l'événement (sur la base d'un risque important de rejet ou d'exposition) en toutes circonstances afin d'empêcher l'apparition d'effets déterministes graves pour des niveaux de dose très élevés (les critères génériques sont présentés au tableau 2).
- Si les effets stochastiques sont la principale préoccupation et si le risque d'apparition d'effets déterministes graves est négligeable, des actions protectrices urgentes et rapides et d'autres mesures d'intervention, toutes justifiées et optimisées, devraient être mises en œuvre pour réduire le risque d'effets stochastiques (les critères génériques sont présentés au tableau 3).
- Si la dose dépasse la valeur d'un critère générique particulier des tableaux 2 et 3, les personnes devraient recevoir des soins médicaux appropriés, y compris un traitement médical⁵, un suivi sanitaire à long terme et une assistance psychologique.
- Pour tous les niveaux de dose qui peuvent entraîner une situation d'exposition d'urgence, il faudrait expliquer les risques en langage ordinaire aux décideurs et au public afin qu'ils puissent choisir en connaissance de cause la conduite à tenir.

3.3. Le tableau 1 récapitule, pour les différents types de conséquences sanitaires de l'exposition, la base de mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention. Les concepts de dose et les grandeurs dosimétriques sont présentés à l'appendice I.

⁵ Les actions médicales devraient être entreprises et exécutées sur la base des symptômes et des observations médicaux. Toutefois, les données dosimétriques (p. ex. relevés radiologiques, mesures de doses ou calculs de doses) peuvent constituer un apport utile pour choisir le traitement médical.

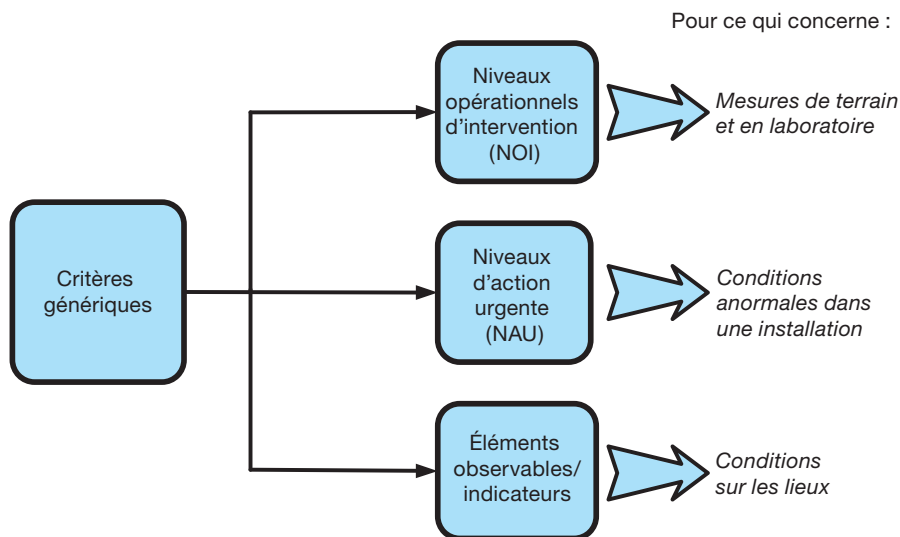


FIG. 1. Système de critères génériques et opérationnels.

3.4. Le système de critères génériques et opérationnels est illustré à la fig. 1. Les critères génériques sont exprimés en termes de dose prévue ou déjà reçue. Les critères opérationnels⁶ sont des valeurs de grandeurs mesurables ou observables qui comprennent les niveaux opérationnels d'intervention (NOI), les niveaux d'action urgente (NAU), des éléments observables particuliers et d'autres indicateurs de la situation sur place qui devraient être utilisés pour la prise de décisions pendant une urgence. Les critères opérationnels peuvent être utilisés immédiatement et directement pour déterminer s'il faut mettre en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention.

3.5. Les critères génériques ont été établis sur la base d'une optimisation générique tenant compte de l'ensemble des conditions régnant lors d'une urgence. Ils sont établis pour les actions protectrices urgentes et les actions protectrices rapides, ainsi que pour les autres mesures d'intervention qui peuvent être nécessaires lors d'une urgence. Les actions protectrices urgentes (comme l'évacuation) devraient être mises en œuvre immédiatement (en quelques heures) car leur efficacité diminue avec la temporisation [6]. Les actions protectrices rapides devraient être appliquées dans les premiers jours ou les premières

⁶ Ces critères opérationnels sont utilisés comme « déclencheurs » aux premiers stades d'une situation d'urgence et sont appelés ainsi dans certaines publications.

semaines pour être efficaces. Elles peuvent durer longtemps, même après l'urgence (par ex. le relogement temporaire). Les actions protectrices urgentes et rapides basées sur les critères génériques ne devraient en aucun cas causer plus de détriment qu'elles n'en évitent. Les circonstances propres à l'événement peuvent appeler une modification des critères génériques.

3.6. Les critères génériques remplacent le système de niveaux génériques d'intervention et de niveaux génériques d'action décrit dans de précédentes normes [6, 10]. Cet emploi de critères génériques répond au besoin d'un terme commun pour le système de valeurs qui serait utilisé comme base de la mise en œuvre d'actions protectrices (comme l'évacuation ou le remplacement d'aliments) et autres mesures d'intervention (comme le suivi médical).

3.7. Il faudrait élaborer une stratégie de protection comprenant des actions protectrices et autres mesures d'intervention spécifiques. Elle devrait inclure les éléments suivants, sans que cette liste soit limitative :

- Il faudrait définir des critères génériques de mise en œuvre d'actions protectrices urgentes pour empêcher les effets déterministes graves (voir le tableau 2).
- Il faudrait fixer un niveau de référence, habituellement une dose efficace entre 20 et 100 mSv, exprimée en termes de dose résiduelle, incluant les contributions de toutes les voies d'exposition. La stratégie de protection devrait être optimisée pour réduire les expositions en dessous du niveau de référence.
- Sur la base du résultat de l'optimisation de la stratégie de protection, et en utilisant le niveau de référence, il faudrait élaborer des critères génériques pour des actions protectrices et autres mesures d'intervention particulières, exprimés en termes de dose prévue ou de dose reçue. Si les valeurs numériques des critères génériques risquent d'être dépassées, il faudrait entreprendre ces actions, soit isolément soit en combinaison. Le tableau 3 présente un ensemble de critères génériques pour utilisation dans la stratégie de protection qui sont compatibles avec des niveaux de référence dans une fourchette 20-100 mSv, et donne d'autres détails sur des actions spécifiques selon différents cadres temporels. La mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d'intervention indiquées dans le tableau 3 éviterait une dose importante.
- Une fois que la stratégie de protection a été optimisée et qu'un ensemble de critères génériques a été élaboré, il faudrait établir, à partir des critères génériques, des déclencheurs par défaut pour le lancement des différentes parties du plan d'intervention d'urgence, principalement pour la phase

initiale. Ces déclencheurs, comme la situation sur le terrain, les NOI et les NAU, devraient être exprimés en termes de paramètres ou d'éléments observables. Il faudrait prendre à l'avance des dispositions pour la révision de ces déclencheurs, selon que de besoin, dans une situation d'urgence, en tenant compte des conditions régnautes et de leur évolution.

3.8. Le tableau 2 présente les critères génériques (exprimés en termes de dose prévue ou de dose reçue) pour la mise en œuvre des actions protectrices urgentes préventives en toutes circonstances pour éviter des effets déterministes graves.

3.9. Le tableau 3 présente un ensemble de critères génériques exprimés en termes de dose prévue ou de dose reçue. L'ensemble de critères génériques exprimés en termes de dose prévue est compatible avec les niveaux de référence dans une fourchette de 20–100 mSv. Entreprendre des actions protectrices à ce niveau de dose permet d'éviter l'apparition de tous les effets déterministes et de réduire à des niveaux acceptables le risque d'effets stochastiques. Si une action protectrice est appliquée efficacement, la plus grande partie de la dose prévue peut être évitée. Le concept de dose évitée est donc utile pour l'évaluation de l'efficacité des actions protectrices isolément ou en combinaison. Ce concept représente un élément important de l'optimisation de la planification des interventions d'urgence [15]. Dans l'application des critères génériques pour les diverses actions protectrices, il faudrait optimiser la planification des interventions d'urgence.

3.10. Le critère générique donné dans le tableau 3 pour le blocage de la thyroïde par l'iode est appliqué pour une action protectrice urgente : a) s'il y a exposition due à l'iode radioactif, b) avant ou peu après un rejet d'iode radioactif et c) seulement pendant une courte période après l'incorporation d'iode radioactif. Des actions protectrices moins perturbantes, comme la mise à l'abri, pourraient être mises en œuvre pour des doses inférieures.

3.11. En l'absence d'orientations nationales, les critères génériques présentés aux tableaux 2 et 3 pourraient être utilisés comme base de l'élaboration de critères nationaux. Si l'on choisit un niveau de référence différent de 20–100 mSv, il convient d'ajuster les valeurs des critères génériques du tableau 3 en tenant compte du cadre temporel (exposition aiguë ou annuelle) du niveau de référence. Dans des circonstances exceptionnelles, il peut être nécessaire d'attribuer des valeurs plus élevées aux critères génériques.

TABLEAU 2. CRITÈRES GÉNÉRIQUES POUR LES DOSES AIGÜES AUXQUELLES DES ACTIONS PROTECTRICES ET AUTRES MESURES D'INTERVENTION DEVRAIENT ÊTRE MISES EN ŒUVRE EN TOUTES CIRCONSTANCES POUR ÉVITER OU RÉDUIRE LE PLUS POSSIBLE LES EFFETS DÉTERMINISTES GRAVES

Critères génériques	Exemples d'actions protectrices et autres mesures d'intervention
Exposition externe aiguë (< 10 heures) <i>AD</i> _{moelle osseuse rouge} ^a 1 Gy <i>AD</i> _{foetus} 0,1 Gy <i>AD</i> _{tissu} ^b 25 Gy à 0,5 cm <i>AD</i> _{peau} ^c 10 Gy à 100 cm ²	Si la dose est prévue : — Prendre des actions protectrices urgentes préventives immédiatement (même dans des circonstances difficiles) pour maintenir les doses en dessous des critères génériques — Informer et alerter le public — Procéder aux décontaminations urgentes
Exposition interne due à une incorporation aiguë (Δ = 30 jours)^d <i>AD</i> (Δ) _{moelle osseuse rouge} 0,2 Gy pour les radionucléides avec $Z \geq 90^e$ 2 Gy pour les radionucléides avec $Z \leq 89^e$ <i>AD</i> (Δ) _{thyroïde} 2 Gy <i>AD</i> (Δ) _{poumon} ^g 30 Gy <i>AD</i> (Δ) _{colon} 20 Gy <i>AD</i> (Δ) _{foetus} ^h 0,1 Gy	Si la dose a été reçue : — Procéder immédiatement à un examen et une consultation médicaux et entreprendre le traitement indiqué — Contrôler la contamination — Procéder à une décorporation ^f immédiate (le cas échéant) — Procéder à un enregistrement pour un suivi sanitaire à long terme (suivi médical) — Fournir une assistance psychologique approfondie

^a *AD*_{moelle osseuse rouge} représente la dose absorbée pondérée par l'EBR moyenne aux tissus internes ou aux organes (par ex. moelle osseuse rouge, poumon, intestin grêle, gonades, thyroïde) et au cristallin due à une exposition dans un champ uniforme de rayonnements fortement pénétrants.

^b Dose à 100 cm² d'un tissu à une profondeur de 0,5 cm sous la surface de l'organisme due à un contact avec une source radioactive (par ex. source transportée à la main ou dans une poche).

^c Dose à 100 cm² de derme (structures cutanées à une profondeur de 40 mg/cm² (ou 0,4 mm) sous la surface de l'organisme).

^d *AD*(Δ) est la dose absorbée pondérée par l'EBR reçue sur une période Δ par incorporation (*I*₀₅) qui produit un effet déterministe grave chez 5 % des personnes exposées.

^e Divers critères sont utilisés pour tenir compte de l'importante différence des valeurs de seuil d'incorporation spécifiques des radionucléides pour les radionucléides de ces groupes [3].

^f Le critère générique pour la décorporation est basé sur la dose prévue sans décorporation. La décorporation désigne les processus biologiques, facilités par un agent chimique ou biologique, par lesquels des radionucléides incorporés sont éliminés de l'organisme.

^g Aux fins de ces critères génériques, « poumon » désigne la région alvéolo-interstitielle du tractus respiratoire.

^h Dans ce cas particulier, Δ' désigne la période de développement dans l'utérus.

TABLEAU 3. CRITÈRES GÉNÉRIQUES POUR LES ACTIONS PROTECTRICES ET AUTRES MESURES D'INTERVENTION DANS LES SITUATIONS D'EXPOSITION D'URGENCE POUR RÉDUIRE LE RISQUE D'EFFETS STOCHASTIQUES

Critères génériques		Exemples d'actions protectrices et autres mesures d'intervention
Dose prévue dépassant les critères génériques suivants : mise en œuvre d'actions protectrices urgentes et autres mesures d'intervention		
$H_{thyroïde}$	50 mSv dans les 7 premiers jours	Blocage de la thyroïde par l'iode
E	100 mSv dans les 7 premiers jours	Mise à l'abri ; évacuation ; décontamination ; restriction de la consommation d'aliments, de lait et d'eau ; contrôle de la contamination ; rassurement du public
H_{foetus}	100 mSv dans les 7 premiers jours	
Dose prévue dépassant les critères génériques suivants : mise en œuvre d'actions protectrices et autres mesures d'intervention aux premiers stades de l'intervention		
E	100 mSv par an	Relogement temporaire ; décontamination ; remplacement des aliments, du lait et de l'eau ; rassurement du public
H_{foetus}	100 mSv pour l'ensemble de la période de développement dans l'utérus	
Dose reçue dépassant les critères génériques suivants : application de mesures médicales à long terme pour détecter et traiter efficacement les effets sanitaires radio-induits		
E	100 mSv en un mois	Dépistage basé sur les doses équivalentes à des organes radiosensibles spécifiques (comme base du suivi médical) ; assistance psychologique
H_{foetus}	100 mSv pour l'ensemble de la période de développement dans l'utérus	Fourniture de conseils pour permettre des décisions en connaissance de cause dans des circonstances particulières

Note : H_T — dose équivalente dans un organe ou tissu T ; E — dose efficace.

3.12. On peut donner comme exemples de cas où des valeurs plus élevées des critères génériques peuvent être justifiées par des circonstances exceptionnelles l'impossibilité de remplacer les aliments ou l'eau, les conditions météorologiques extrêmes, les catastrophes naturelles, la rapidité d'évolution de la situation ou les actes malveillants. Les critères génériques utilisés dans de tels cas ne devraient pas dépasser ceux présentés au tableau 3 d'un facteur de plus de 2 ou 3.

LE RISQUE CONSIDÉRABLE COMME BASE DES CRITÈRES OPÉRATIONNELS

3.13. Le risque associé à un rejet radioactif ou à une exposition est qualifié de « considérable » si le rejet ou l'exposition pourrait entraîner des décès prématurés ou d'autres effets déterministes graves.

3.14. Le « risque considérable » est la base des critères opérationnels selon lesquels les décideurs prennent des mesures pour empêcher les effets déterministes graves en maintenant les doses en dessous de valeurs proches des critères génériques présentés au tableau 2. Ces actions protectrices urgentes préventives sont justifiées en toutes circonstances [2].

3.15. Les situations d'urgence peuvent avoir pour résultat des décès prématurés ou d'autres effets déterministes graves si des actions protectrices urgentes ne sont pas mises en œuvre. On peut en donner comme exemples une urgence nucléaire dans une installation de la catégorie de menace I [2], comme l'endommagement grave du cœur dans une centrale nucléaire, un accident de criticité ou une urgence radiologique de la catégorie de menace IV mettant en jeu une source perdue ou volée, ou l'utilisation malveillante de matières radioactives [16]. Pour de telles situations, si les conditions observées font apparaître un risque considérable associé à un rejet ou une exposition qui pourrait entraîner des effets déterministes graves, des actions protectrices urgentes devraient être mises en œuvre.

3.16. La réf. [2] traite cette question en précisant que les installations relevant des catégories de menace I, II et III⁷ doivent avoir pris des dispositions appropriées pour rapidement détecter et classer les situations d'urgence et intervenir lorsque des actions protectrices urgentes préventives sont nécessaires pour protéger les travailleurs et le public contre les effets déterministes graves. Des critères génériques, basés sur la dose prévue, pour les actions protectrices urgentes préventives contre les effets déterministes graves, comme indiqué au tableau 2, devraient être utilisés comme critères dosimétriques pour la définition des urgences qui peuvent avoir de tels effets sanitaires.

⁷ Les catégories de menace I, II et III représentent des niveaux décroissants de menace dans les installations et donc de rigueur des prescriptions applicables aux dispositions en matière de préparation et de conduite des interventions. Voir le par. 3.6 et le tableau 1 de la réf. [2] pour plus de détails.

3.17. Pour les urgences de la catégorie de menace IV [2] mettant en jeu des sources dangereuses⁸, des actions protectrices urgentes préventives devraient aussi être entreprises avant ou peu de temps après le début du rejet ou de l'exposition. Il s'agit du transport et d'autres activités autorisées mettant en jeu des sources dangereuses comme la radiographie industrielle, les satellites à source d'énergie nucléaire ou les générateurs thermoélectriques, ainsi que d'événements comportant d'éventuelles activités non autorisées. La réf. [2] indique que l'exploitant d'une pratique mettant en jeu une source dangereuse doit prendre des dispositions pour réagir rapidement en cas d'urgence concernant la source afin d'en atténuer les conséquences (réf. [2], par. 4.37). Les critères génériques du tableau 2 servent de critères dosimétriques pour définir les sources qui sont considérées comme dangereuses [8, 17]. En outre, les responsables locaux devraient élaborer des critères prédéterminés pour la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes préventives si l'on identifie une situation qui pourrait entraîner des effets déterministes graves si rien n'est fait [18].

LA DOSE PRÉVUE COMME BASE DES CRITÈRES OPÉRATIONNELS

3.18. La dose prévue est la base des critères opérationnels selon lesquels les décideurs prennent des mesures pour atteindre les trois objectifs suivants [2] :

- Prévenir les effets déterministes graves en maintenant la dose en dessous de niveaux proches des critères génériques du tableau 2 auxquels des actions protectrices urgentes sont requises en toutes circonstances ;
- Entreprendre des actions protectrices et autres mesures d'intervention efficaces pour réduire raisonnablement le risque d'effets stochastiques en maintenant la dose en dessous de niveaux proches des critères génériques du tableau 3 ;
- Veiller à la sûreté des membres des équipes d'intervention dans le cadre des tâches entreprises par l'application des valeurs repères données au tableau 4.

3.19. Des actions protectrices urgentes devraient toujours être entreprises pour éviter des doses proches des niveaux auxquels des effets déterministes graves

⁸ Une source dangereuse est une source qui pourrait, si elle n'est pas sous contrôle, donner lieu à une exposition suffisante pour entraîner des effets déterministes graves. Cette catégorisation sert à déterminer la nécessité de prendre des dispositions en matière d'intervention d'urgence et ne doit pas être confondue avec la catégorisation des sources à d'autres fins.

pourraient se produire. Il convient de tenir compte du fait que les doses reçues avant la mise en œuvre de l'action protectrice pourraient contribuer à provoquer des effets déterministes.

3.20. Pour l'évaluation des doses prévues, il faudrait prendre en compte la répartition des doses ainsi que l'incertitude entourant cette répartition dans la population considérée. Lorsque l'on évalue l'exposition des membres du public, il faudrait tenir compte de la présence éventuelle d'enfants et de femmes enceintes.

3.21. Les critères génériques du tableau 2 sont indiqués séparément pour l'incorporation de matières radioactives et pour l'exposition externe. Pour cette dernière, le seuil d'apparition d'effets déterministes dépend de la dose, du débit de dose et de l'efficacité biologique relative (EBR) du rayonnement. Pour l'exposition interne, le seuil dépend de nombreux facteurs, comme l'activité à l'incorporation, la période radioactive, la voie d'incorporation, le radionucléide émis et le métabolisme du radionucléide. Afin de tenir compte de tous ces facteurs, il vaut mieux définir le seuil d'apparition d'effets déterministes spécifiques après incorporation en termes d'activité à l'incorporation [3]. Toutefois, les seuils en termes d'incorporation s'étendent sur six ordres de grandeur [3]. Établir des valeurs de seuil en termes de dose pondérée par l'EBR engagée sur 30 jours par rapport aux seuils d'incorporation aboutit à une diminution de l'éventail des valeurs de seuil de six ordres de grandeur (pour l'incorporation) à trois (pour la dose). Par conséquent, dans le cas de l'inhalation ou de l'ingestion de matières radioactives, on utilise une valeur de dose pondérée par l'EBR engagée sur 30 jours pour définir le seuil de déclenchement éventuel d'effets déterministes graves dans l'organe considéré.

3.22. La dose absorbée moyenne pondérée par l'EBR dans un organe ou tissu (dose absorbée pondérée par l'EBR) est définie comme le produit de la dose absorbée moyenne dans un organe ou tissu par l'EBR. L'unité de dose absorbée pondérée par l'EBR est le gray (Gy). L'appendice I donne d'autres détails.

3.23. Dans le cas d'une exposition interne et externe combinée, la somme des doses absorbées pondérées par l'EBR pour l'incorporation de matières radioactives et pour l'exposition externe peut être utilisée comme base de calcul des NOI aux fins de la prise de décisions, comme indiqué en détail au par. II.5 de l'appendice II de la réf. [3].

3.24. Les critères génériques du tableau 2 devraient servir à calculer les NOI pour la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes préventives et autres mesures

d'intervention pour prévenir les effets déterministes graves. Pour la mise en œuvre d'actions visant à réduire le risque d'effets stochastiques, les principes de la justification et de l'optimisation exigent que l'on examine les avantages escomptés des actions protectrices et autres mesures d'intervention et le détriment, au sens le plus large, qui en résulterait. Les actions visant à empêcher des doses proches de celles qui sont indiquées au tableau 2 sont toujours justifiées.

3.25. Le tableau 3 indique les critères génériques qui devraient être utilisés pour calculer les NOI pour la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes et rapides et autres mesures d'intervention. La protection obtenue par l'application de ces critères génériques a été optimisée sur une base générique pour la population en général, en supposant l'absence d'autres facteurs de risque au moment de la mise en œuvre des actions protectrices. Les valeurs proposées n'ont pas à être ajustées pour tenir compte de membres particuliers de la population (enfants ou femmes enceintes, par ex.) car les actions protectrices mises en œuvre pour éviter ces doses satisfont au principe fondamental pour l'ensemble de la population.

LA DOSE REÇUE COMME BASE DES CRITÈRES OPÉRATIONNELS

3.26. S'agissant de la dose reçue, il faut distinguer entre l'étape de la planification et une situation réelle. À l'étape de la planification, la dose hypothétique qui sera reçue relève de la définition de la dose résiduelle (dose qui devrait être reçue à l'avenir après une intervention ou une décision de non-intervention). Dans une situation réelle, la dose reçue est la dose effectivement reçue par toutes les voies d'exposition.

3.27. La dose reçue est la base des critères opérationnels pour les actions suivantes :

- Donner des soins médicaux, selon que de besoin, lorsque la dose reçue dépasse les niveaux du tableau 2 (voir la note 3 page 5) ;
- Examiner la nécessité d'un suivi médical pour le dépistage rapide et le traitement efficace d'éventuels cancers radio-induits si la dose reçue dépasse les niveaux du tableau 3 ;
- Fournir des conseils aux personnes exposées, y compris les femmes enceintes, pour qu'elles puissent décider en connaissance de cause de l'évolution future de leur traitement si la dose reçue dépasse les niveaux des tableaux 2 et 3 ;

- Rassurer les personnes qui n'ont pas été exposées au-dessus des niveaux indiqués aux tableaux 2 et 3 sur le fait qu'elles n'ont pas lieu de s'inquiéter.

3.28. La dose reçue sert de base aux décisions de mise en œuvre de mesures médicales urgentes et à plus long terme. Les actions urgentes sont par exemple le tri médical sur les lieux d'une urgence et le traitement spécialisé dans un hôpital peu après le début de l'urgence. Ces actions sont entreprises et exécutées sur la base des symptômes et des observations médicales. Toutefois, il faudrait tenir compte, pour le tri médical sur place, des éléments observables (par ex. panneaux et placards signalant les rayonnements) et des données du contrôle radiologique lorsqu'elles deviennent disponibles. Les décisions quant aux mesures médicales à prendre à l'hôpital (par ex. la superficie de tissu exposé à exciser pendant le traitement chirurgical d'une lésion radio-induite ou l'efficacité de la décorporation en cas de contamination interne) reposent essentiellement sur les données dosimétriques. Le suivi sanitaire à long terme des personnes exposées commence dès le début de l'intervention et se poursuit sur une longue période.

3.29. Les dossiers médicaux établis pendant une urgence (surtout sur place) devraient être axés sur les symptômes cliniques et autres faits observés, et ne pas inclure d'hypothèses quant aux liens de cause à effet avec la radioexposition. Ces hypothèses peuvent susciter l'anxiété et conduire à des examens médicaux non justifiés. Déterminer la cause des symptômes requiert une analyse par des experts.

3.30. Il existe différentes raisons de procéder à un suivi sanitaire à long terme des personnes touchées, par exemple pour leur dispenser des soins médicaux spécialisés, pour diminuer leurs inquiétudes sur leur état de santé ou pour enrichir les connaissances scientifiques. Le motif des études de suivi devrait être soigneusement expliqué aux intéressés.

3.31. Le suivi médical à long terme est justifié pour détecter et traiter les effets déterministes tardifs et leurs complications, ainsi que les cancers radio-induits. Le suivi sanitaire à long terme devrait être justifié sur la base de l'un des niveaux d'exposition suivants :

- Le suivi sanitaire à long terme est toujours justifié aux niveaux de dose supérieurs aux seuils des effets déterministes [3].
- La justification du suivi sanitaire à long terme aux niveaux de dose inférieurs aux seuils des effets déterministes exige une identification correcte des populations qui ont un risque plus élevé de cancer radio-induit. Le suivi médical devrait toujours avoir plus d'avantages que

d'inconvénients en termes de santé publique. Une raison d'établir un registre et d'assurer un suivi médical est de détecter rapidement les maladies. On suppose en l'occurrence que diagnostiquer un cancer tôt permet un traitement plus efficace et réduit donc la morbidité et la mortalité. Le niveau d'exposition des organes radiosensibles exprimé en dose équivalente et la possibilité de dépister le cancer parmi la population exposée devraient être pris en compte pour l'établissement du registre.

3.32. Les données épidémiologiques actuelles montrent que les cancers radio-induits (nombre de cancers en excès par rapport aux cas habituels de cancers) pourraient être repérés statistiquement dans de grandes populations exposées à des doses supérieures à 0,1 Sv reçues à un débit de dose élevé. Ces données sont basées sur des études épidémiologiques de populations bien définies (par ex. les survivants des bombardements atomiques au Japon et les patients subissant des procédures radiologiques médicales). Les études épidémiologiques n'ont pas fait ressortir de tels effets chez des personnes exposées à de faibles doses (moins de 0,1 Sv) sur plusieurs années [19]. L'inclusion dans les programmes de suivi sanitaire à long terme de personnes qui ont reçu de très faibles doses pourrait donner lieu à de l'anxiété sans raison. De plus, cela n'est pas rentable en termes de soins de santé publique.

3.33. L'évaluation du suivi à long terme après l'accident de Tchernobyl en 1986 a révélé que le suivi médical des personnes ayant reçu des doses inférieures à 1 Gy pourrait ne pas être justifié, sauf dans le cas de la dose absorbée à la thyroïde. Comme indiqué dans le rapport de l'OMS sur les effets sanitaires de l'accident de Tchernobyl et les programmes spéciaux de soins de santé [20], les tests de dépistage du cancer pour les personnes asymptomatiques n'ont pas été bénéfiques en termes d'amélioration soit de la survie soit de la qualité de vie, sauf s'agissant du dépistage du cancer du sein et du cancer du col de l'utérus par mammographie et tests Pap⁹, respectivement. Le dépistage du cancer de la thyroïde après une urgence comportant le rejet de radio-isotopes de l'iode s'est avéré très efficace pour le diagnostic et le traitement rapides d'enfants exposés lors de l'accident de Tchernobyl.

3.34. Les personnes exposées devraient être adéquatement informées des risques à long terme associés à leur radioexposition, et recevoir l'assurance qu'aucune autre mesure n'est nécessaire.

⁹ Test de Papanicolaou.

4. VALEURS REPÈRES POUR LES MEMBRES DES ÉQUIPES D'INTERVENTION

4.1. Un membre d'une équipe d'intervention est une personne ayant des tâches spécifiques lors d'une intervention, qui peut être exposée en appliquant des mesures d'intervention. L'expression englobe les personnes employées par les titulaires d'enregistrement et de licence ainsi que le personnel des organismes d'intervention, comme les policiers, les pompiers, le personnel médical, et les chauffeurs et équipages des véhicules d'évacuation.

4.2. Le paragraphe 4.60 de la réf. [2] indique :

« Il faut adopter des orientations nationales, conformes aux normes internationales, concernant la gestion, le contrôle et l'enregistrement des doses reçues par les membres des équipes d'intervention. Ces orientations doivent comprendre des niveaux de dose opérationnels par défaut applicables aux membres des équipes d'intervention pour différents types d'activités d'intervention, lesquels sont fixés en fonction de quantités pouvant être directement contrôlées pendant l'exécution de ces activités (telles que la dose intégrée due aux rayonnements externes pénétrants). Pour fixer les niveaux de dose opérationnels par défaut applicables aux membres des équipes d'intervention, il faut tenir dûment compte de la contribution de toutes les voies d'exposition. »

4.3. Le tableau 4 recommande des valeurs repères à utiliser pour la protection des membres des équipes d'intervention.

4.4. Les actions visant à sauver des vies qui donnent lieu à des doses approchant ou dépassant le seuil des effets déterministes graves ne devraient être envisagées que si a) le bénéfice escompté pour autrui dépasse nettement le risque encouru par le membre de l'équipe d'intervention et b) le membre de l'équipe d'intervention est volontaire pour intervenir, et comprend et accepte ce risque.

4.5. Les membres des équipes d'intervention qui entreprennent des actions lors desquelles les doses reçues pourraient dépasser 50 mSv le font volontairement, devraient avoir été informés au préalable, clairement et complètement, des risques sanitaires associés, ainsi que des mesures de protection disponibles, et devraient être entraînés, dans la mesure du possible, à exécuter les actions en question. Le volontariat des membres des équipes d'intervention est habituellement pris en compte dans les dispositions en matière d'intervention.

TABEAU 4. VALEURS REPÈRES POUR LA LIMITATION DE L'EXPOSITION DES MEMBRES DES ÉQUIPES D'INTERVENTION

Tâches	Valeur repère ^a
Actions visant à sauver des vies	$H_p(10)^b < 500 \text{ mSv}$ Cette valeur peut être dépassée dans des circonstances dans lesquelles les bénéfices escomptés pour autrui dépassent nettement le risque encouru par le membre de l'équipe d'intervention et le membre de l'équipe d'intervention est volontaire pour intervenir, et comprend et accepte ce risque
Actions visant à empêcher des effets déterministes graves et actions visant à empêcher l'apparition de conditions catastrophiques qui pourraient affecter considérablement la population et l'environnement	$H_p(10) < 500 \text{ mSv}$
Actions visant à éviter une forte dose collective	$H_p(10) < 100 \text{ mSv}$

^a Ces valeurs ne s'appliquent qu'à la dose due à l'exposition à un rayonnement pénétrant externe. Les doses dues à un rayonnement externe non pénétrant et à l'incorporation ou à la contamination de la peau doivent être évitées par tous les moyens. Si cela est impossible, la dose efficace et la dose équivalente à un organe reçues doivent être limitées pour réduire le plus possible le risque sanitaire pour la personne par référence au risque associé aux valeurs repères données ici.

^b $H_p(10)$ est l'équivalent de dose individuel $H_p(d)$ où $d = 10 \text{ mm}$.

4.6. Les membres des équipes d'intervention devraient bénéficier des soins médicaux appropriés pour la dose qu'ils pourraient avoir reçue (actions selon les tableaux 2 et 3). Les doses reçues et les informations concernant les risques sanitaires devraient être communiquées aux membres des équipes d'intervention. Il faudrait encourager les femmes qui savent qu'elles sont enceintes à en informer les autorités appropriées et normalement les exclure des fonctions d'intervention.

4.7. Dans presque toutes les situations d'urgence, on ne mesure, au mieux, de manière continue, que la dose due au rayonnement pénétrant externe. En conséquence, les indications opérationnelles données aux membres des équipes d'intervention devraient reposer sur les mesures du rayonnement pénétrant (par ex. affichées sur un écran de dosimètre actif ou à lecture automatique). La dose par incorporation ou par contamination de la peau devrait être limitée par le

recours à des équipements de protection, la prophylaxie à l'iode stable et des instructions concernant les opérations dans des conditions radiologiques potentiellement dangereuses¹⁰. Les informations disponibles concernant les conditions radiologiques sur le site devraient être utilisées pour la prise de décisions sur la protection appropriée des membres des équipes d'intervention.

5. CRITÈRES OPÉRATIONNELS

5.1. La dose prévue et la dose reçue ne sont pas des grandeurs mesurables et ne peuvent pas servir de base pour l'application rapide de mesures en cas d'urgence. Il faut établir, à l'avance, des critères opérationnels (valeurs de grandeurs par défaut mesurables ou éléments observables) comme substituts aux critères génériques pour la mise en œuvre des différentes actions protectrices et autres mesures d'intervention. Les actions protectrices urgentes préventives et, le cas échéant, les actions protectrices urgentes devraient être entreprises sur la base de critères opérationnels par défaut calculés au préalable. La majorité des actions protectrices urgentes et rapides sont aussi mises en œuvre sur la base de critères opérationnels par défaut calculés au préalable. Cependant, si les caractéristiques d'une situation d'urgence diffèrent de celles prises comme hypothèse dans le calcul des critères opérationnels par défaut, ceux-ci doivent être recalculés. Les méthodes utilisées pour recalculer en fonction des circonstances d'une situation d'urgence réelle devraient être définies pendant la phase de planification.

5.2. Les critères opérationnels¹¹ sont les NAU, les NOI, les éléments observables et les indicateurs de la situation sur place.

5.3. Les NAU sont des critères opérationnels spécifiques, prédéterminés et observables servant à détecter, reconnaître et établir la catégorie d'urgence d'un événement se produisant dans une installation des catégories de menace I, II et III [2]. Ils servent pour le classement et les décisions relatives à la mise en œuvre des actions protectrices urgentes préventives correspondant à la classe d'urgence.

¹⁰ Les instructions ont trait à l'application des principes de temps, distance et protection, à la prévention de l'ingestion de matières radioactives et à l'utilisation d'équipements de protection respiratoire.

¹¹ Ces critères opérationnels sont utilisés comme « déclencheurs » aux premiers stades d'une situation d'urgence et sont appelés ainsi dans certaines publications.

Ces critères devraient être définis à l'avance comme indiqué dans la réf. [2] et appliqués comme indiqué dans les réf. [7, 8]. L'appendice III traite du processus d'élaboration des NAU et donne des exemples de NAU pour le classement des urgences dans une centrale nucléaire équipée d'un réacteur à eau ordinaire.

5.4. Pour les urgences de la catégorie de menace IV [2], les critères opérationnels pour la mise en œuvre des actions protectrices devraient être définis à l'avance sur la base des éléments qui seront observables sur les lieux. Habituellement, les observations suggérant un risque radiologique sont faites par les premiers intervenants ou les opérateurs sur les lieux (par ex. en voyant un placard sur un véhicule impliqué dans un accident). Les réf. [7, 8, 18] donnent des orientations sur le rayon approximatif de la zone intérieure bouclée dans laquelle des actions protectrices urgentes seraient initialement entreprises sur la base des éléments observables par les intervenants à leur arrivée sur les lieux. La taille de la zone bouclée peut être agrandie compte tenu des NOI de débit de dose et d'autres NOI de paramètres environnementaux (voir l'appendice II) lorsque les données deviennent disponibles. La réf. [18] donne une liste d'éléments observables qui peuvent être utilisés par les intervenants pour identifier une source dangereuse, et indique les actions à mettre en œuvre par les intervenants et le public. La réf. [17] donne des orientations à propos de l'activité à laquelle un radionucléide qui n'est pas sous contrôle devrait être considéré comme une source dangereuse.

5.5. Le NOI est une grandeur calculée qui correspond à l'un des critères génériques. Les NOI sont utilisés avec les autres critères opérationnels (NAU et éléments observables) pour déterminer les actions protectrices et autres mesures d'intervention appropriées. Si les NOI sont dépassés, l'action protectrice appropriée devrait être entreprise rapidement. Les NOI sont exprimés habituellement en termes de débit de dose ou d'activité des matières radioactives rejetées, de concentration dans l'air intégrée sur le temps, de concentration au sol ou sur les surfaces, ou de concentration d'activité des radionucléides dans l'environnement, les aliments, l'eau ou des échantillons biologiques. Les NOI peuvent être mesurés avec des instruments sur le terrain ou déterminés par des analyses ou des évaluations en laboratoire.

5.6. Le paragraphe 4.71 de la réf. [2] indique que « des dispositions doivent être prises pour évaluer rapidement les résultats du contrôle radiologique de l'environnement et du contrôle de la contamination des personnes afin de décider ou d'adapter les actions protectrices urgentes pour protéger les travailleurs et le public, ce qui comporte l'application de niveaux opérationnels d'intervention (NOI) et des dispositions concernant la révision des NOI selon que de besoin

pour faire face aux conditions régnant pendant la situation d'urgence. ». En outre, le paragraphe 4.89 de la réf. [2] indique que des NOI types doivent être établis, avec les moyens pour les réviser, pour « les mesures faites dans l'environnement (débits de dose à la suite d'un dépôt et densités de dépôt, par exemple) et les concentrations dans les aliments ; le contrôle radiologique en temps voulu de la contamination des sols ; le prélèvement et l'analyse d'échantillons d'aliments et d'eau ; et des moyens d'application de contre-mesures agricoles. ».

5.7. Tout doit être fait pour préserver la simplicité du système en maintenant le nombre des NOI au minimum. En principe, les NOI par défaut devaient constituer un minimum fixé pour chaque grandeur opérationnelle (par ex. le débit de dose dû à une contamination de la peau) qui, compte dûment tenu des incertitudes, recouvre raisonnablement l'action protectrice (décontamination urgente, par ex.), les critères génériques applicables et les hypothèses associées (type d'urgence ou caractéristiques du risque radiologique, par ex.).

5.8. Il se peut que, pendant une urgence, des personnes reçoivent des doses qui engendrent un risque élevé de cancer radio-induit. Bien que cela soit improbable, il pourrait y avoir une augmentation détectable de l'incidence du cancer dans le groupe exposé de la population, due aux cas de cancer radio-induit. Il s'est produit des situations d'urgence pour lesquelles aucun critère de suivi et de traitement médicaux à long terme n'avait été établi au préalable. Les critères définis après que la situation d'urgence s'est produite l'ont souvent été à un niveau de dose reçue trop bas ou n'ont pas du tout été établis sur la base des critères de dose. Cela a conduit à désigner pour le suivi des groupes pour lesquels, compte tenu des limitations inhérentes aux études épidémiologiques, il aurait été impossible de détecter une augmentation de l'incidence du cancer à cause du nombre relativement petit de cas de cancers radio-induits escomptés. Les critères opérationnels par défaut sont donc nécessaires pour déterminer si une personne devrait être soumise à un suivi médical et un traitement à long terme.

5.9. La réf. [2] énonce une prescription relative à des directives pour le diagnostic et le traitement des radiolésions. Ces directives devraient comprendre des critères opérationnels utilisés dans le soutien dosimétrique à la prise en charge médicale du patient [21].

5.10. Les modèles dosimétriques servant à définir les NOI devraient être élaborés pendant la phase de planification. Ils devraient inclure un ensemble complet de paramètres importants aux fins de la prise de décisions sur l'évaluation des doses. Pour l'évaluation des doses internes et la définition des NOI correspondants, il faut utiliser des codes informatiques.

5.11. Les modèles et les données dosimétriques devraient fournir une assurance raisonnable que tous les membres du public, y compris ceux qui sont le plus sensibles aux rayonnements (femmes enceintes, par ex.), ont été pris en compte. Pour la définition de critères opérationnels par défaut, le public doit être assuré que tous les groupes (enfants jouant en plein air, par ex.) ont été pris en compte. Par conséquent, les NOI doivent être assortis d'une explication en langage ordinaire de la situation à laquelle ils s'appliquent (voir l'appendice II), de la solution qu'ils apportent à un problème de sûreté ou de santé, et de ce que leur application signifie en termes de risque pour les personnes.

5.12. Ces NOI par défaut devraient être définis sur la base d'hypothèses concernant la situation d'urgence, la population affectée et les conditions régnautes ; cependant, ces hypothèses pourraient ne pas refléter avec précision la situation d'urgence en question. La réf. [2] exige donc que soient établis des moyens pour la révision des NOI pour tenir compte des circonstances de la situation d'urgence. Toutefois, réviser les NOI pendant une urgence peut être cause de perturbations, et il ne faudrait donc les réviser que si la situation est bien comprise et qu'il y a des raisons impérieuses de le faire. Le public devrait être informé des motifs de modification des NOI appliqués lors d'une situation d'urgence.

5.13. L'appendice II donne des exemples de NOI par défaut pour le dépôt, les niveaux de contamination individuelle, et les niveaux de contamination pour les aliments, le lait et l'eau, ainsi qu'une explication des NOI en langage ordinaire.

Appendice I

CONCEPTS DE DOSE ET GRANDEURS DOSIMÉTRIQUES

I.1. Il existe différents concepts de dose qui sont pertinents pour la préparation et la conduite des interventions : dose prévue, dose résiduelle et dose évitée [5].

I.2. Les grandeurs dosimétriques dose efficace, dose équivalente et dose absorbée pondérée par l'EBR sont utilisées pour évaluer les conséquences radio-induites d'une urgence nucléaire ou radiologique. Elles sont énumérées au tableau 5, illustrées par la fig. 2 et examinées ci-après.

I.3. La dose absorbée moyenne pondérée par l'EBR (dose absorbée pondérée par l'EBR, AD_T) est définie comme le produit de la dose absorbée moyenne ($D_{R,T}$) du rayonnement (R) dans un organe ou tissu (T) par l'efficacité biologique relative ($EBR_{R,T}$) :

$$AD_T = \sum_R D_{R,T} \times RBE_{R,T} \quad (1)$$

TABLEAU 5. GRANDEURS DOSIMÉTRIQUES UTILISÉES DANS LES SITUATIONS D'EXPOSITION D'URGENCE

Grandeur dosimétrique	Symbole	Objet
<i>Grandeurs de radioprotection</i>		
Dose absorbée pondérée par l'EBR	AD_T	Évaluation des effets déterministes induits par l'exposition d'un organe ou d'un tissu
Dose équivalente	H_T	Évaluation des effets stochastiques induits par l'exposition d'un organe ou d'un tissu
Dose efficace	E	Évaluation du détriment lié à l'apparition d'effets stochastiques dans une population exposée
<i>Grandeurs opérationnelles</i>		
Équivalent de dose individuel	$H_p(d)$	Contrôle radiologique de l'exposition externe d'une personne
Équivalent de dose ambiant	$H^*(d)$	Contrôle radiologique d'un champ de rayonnement sur les lieux d'une situation d'urgence

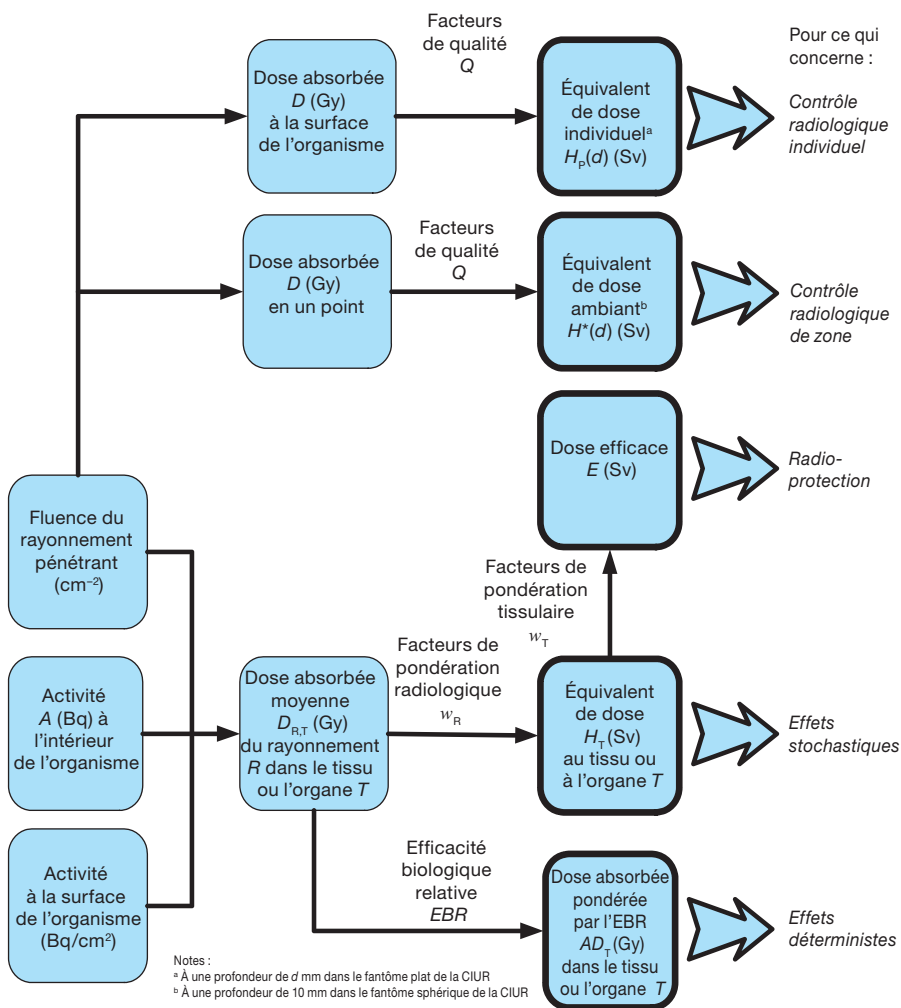


FIG. 2. Grandeurs dosimétriques et leur application aux situations d'exposition d'urgence.

I.4. La valeur de l'EBR devrait être choisie en tenant compte du type de rayonnement, de la dose et des effets sanitaires considérés, comme indiqué au tableau 6.

I.5. L'unité du Système international d'unités (SI) qui sert à exprimer la dose absorbée pondérée par l'EBR est le $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$, dont le nom est le gray (Gy) [14, 22, 23].

TABLEAU 6. VALEURS DE L'EBR SPÉCIFIQUES DE TISSUS ET DE RAYONNEMENTS POUR L'APPARITION DE CERTAINS EFFETS DÉTERMINISTES GRAVES [3, 17]

Effet sanitaire	Organe critique	Exposition ^a	$EBR_{T,R}$
Syndrome hématopoïétique	Moelle osseuse rouge	Externe et interne γ	1
		Externe et interne n	3
		Interne β	1
		Interne α	2
Pneumonite	Poumon ^b	Externe et interne γ	1
		Externe et interne n	3
		Interne β	1
		Interne α	7
Syndrome gastro-intestinal	Côlon	Externe et interne γ	1
		Externe et interne n	3
		Interne β	1
		Interne α	0 ^c
Nécrose	Tissu mou ^d	Externe β, γ	1
		Externe n	3
Desquamation humide	Peau ^e	Externe β, γ	1
		Externe n	3
Hypothyroïdie	Thyroïde	Incorporation d'isotopes de l'iode ^f	0,2
		Autres thyroïdotropes	1

^a L'exposition externe β, γ inclut la dose due au rayonnement de freinage produit dans la matière de la source.

^b Tissu de la région alvéolo-interstitielle du tractus respiratoire.

^c Pour les émetteurs alpha répartis uniformément dans le contenu du côlon, on suppose que l'irradiation de la paroi de l'intestin est négligeable.

^d Tissu à une profondeur de 5 mm sous la surface de la peau sur une superficie de plus de 100 cm².

^e Tissu à une profondeur de 0,5 mm sous la surface de la peau sur une superficie de plus de 100 cm².

^f Une irradiation uniforme du tissu thyroïdien est considérée comme cinq fois plus susceptible de produire des effets déterministes qu'une exposition interne due aux isotopes de l'iode émetteurs bêta de basse énergie comme ¹³¹I, ¹²⁹I, ¹²⁵I, ¹²⁴I et ¹²³I. Les radionucléides thyroïdotropes se distribuent de façon hétérogène dans le tissu thyroïdien. L'iode ¹³¹I émet des particules bêta de basse énergie, ce qui entraîne une réduction de l'efficacité de l'irradiation du tissu thyroïdien critique en raison de la dissipation de l'énergie des particules dans d'autres tissus.

I.6. La dose absorbée moyenne pondérée (dose équivalente, H_T) est définie comme le produit de la dose absorbée moyenne dans l'organe ou le tissu ($D_{R,T}$) par le facteur de pondération radiologique w_R [11, 24] :

$$H_T = \sum_R D_{R,T} \times w_R \quad (2)$$

I.7. La dose absorbée moyenne pondérée (dose équivalente, H_T) est exprimée en sieverts (Sv) [22, 24]. C'est une grandeur spécifique de l'organe qui peut être utilisée pour évaluer le risque de cancer radio-induit dans un organe.

I.8. La dose efficace est largement utilisée pour la justification et l'optimisation des actions protectrices [10]. Son unité est le sievert (Sv) [22]. La dose efficace totale (E) comprend les doses dues au rayonnement pénétrant externe et à l'incorporation :

$$E = \sum_T H_T \times w_T \quad (3)$$

I.9. Les grandeurs utilisées pour le contrôle radiologique sont les suivantes :

- Équivalent de dose ambiant ($H^*(d)$) ; c'est l'équivalent de dose qui serait produit par le champ unidirectionnel et expansé correspondant dans la sphère de la Commission internationale des unités et mesures radiologiques (CIUR) à une profondeur d sur le rayon opposé à la direction du champ unidirectionnel ;
- Équivalent de dose individuel ($H_p(d)$) ; c'est l'équivalent de dose au tissu mou au-dessous d'un point spécifié de la surface du corps à une profondeur appropriée d .

L'unité SI de ces grandeurs est le $J \cdot kg^{-1}$, exprimée en Sv.

I.10. L'équivalent de dose ambiant et l'équivalent de dose individuel sont les grandeurs opérationnelles basées sur la grandeur équivalent de dose. L'équivalent de dose est le produit de la dose absorbée en un point du tissu ou de l'organe par le facteur de qualité (Q_R) approprié pour le type de rayonnement à l'origine de la dose [25] :

$$H = \sum_R D_R \times Q_R \quad (4)$$

I.11. Le tableau 7 présente une liste d'effets sanitaires radio-induits qui seraient critiques dans une situation d'urgence. L'expérience et les recherches indiquent que l'évaluation de la dose aux organes cibles présentés dans le tableau devrait servir de base pour choisir les critères opérationnels aux fins de la prise de décisions tenant compte de la totalité des effets sanitaires possibles.

TABLEAU 7. EFFETS SANITAIRES RADIO-INDUITS CRITIQUES DANS UNE SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE [3]

Effet sanitaire	Organe ou entité cible
<i>Effets déterministes</i>	
Mortels	
Syndrome hématopoïétique	Moelle osseuse rouge ^a
Syndrome gastro-intestinal	Intestin grêle pour l'exposition externe ^a Côlon pour l'exposition interne ^b
Pneumonite	Poumon ^{a,c}
Mort de l'embryon/du fœtus	Embryon/fœtus à tous les stades de la gestation
Non mortels	
Desquamation humide	Peau ^d
Nécrose	Tissu mou ^e
Cataracte	Cristallin ^{a,f}
Thyroïdite aiguë	Thyroïde ^a
Hypothyroïdie	Thyroïde ^a
Arrêt permanent de l'ovulation	Ovaires ^a
Arrêt permanent de la production de sperme	Testicules ^a
Retard mental grave	Embryon/fœtus 8–25 semaines de gestation
Diminution vérifiable du quotient intellectuel (QI)	Embryon/fœtus 8–25 semaines de gestation
Malformation	Embryon/fœtus 3–25 semaines de gestation [26]
Retard de croissance	Embryon/fœtus 3–25 semaines de gestation [26]

TABLEAU 7. EFFETS SANITAIRES RADIO-INDUITS CRITIQUES DANS UNE SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE [3] (cont.)

Effet sanitaire	Organe ou entité cible
<i>Effets stochastiques</i>	
Cancer de la thyroïde	Thyroïde
Tous effets stochastiques	Tous les organes pris en compte dans la définition de la dose efficace

^a L'exposition externe de la moelle osseuse rouge, du poumon, de l'intestin grêle, des gonades, de la thyroïde et du cristallin dans un champ uniforme de rayonnement fortement pénétrant est prise en compte par $AD_{\text{moelle osseuse rouge}}$.

^b Plusieurs cibles sont indiquées pour le syndrome gastro-intestinal du fait de la différence dans la formation de la dose dans l'intestin grêle et le côlon dans le cas de l'exposition interne. Cela est dû aux différences de la cinétique des matières ingérées dans le tractus gastro-intestinal, qui conduisent à des doses bien plus élevées dans le côlon que dans l'intestin grêle après une incorporation.

^c Pour la région alvéolo-interstitielle du tractus respiratoire.

^d Structures cutanées à une profondeur de 50 mg/cm² (ou 0,5 mm) sous la surface et sur une superficie de 100 cm².

^e À une profondeur de 5 mm dans le tissu.

^f Structures du cristallin à une profondeur de 300 mg/cm² (ou 3 mm) sous la surface.

Appendice II

EXEMPLES DE NOI PAR DÉFAUT POUR LE DÉPÔT, LA CONTAMINATION INDIVIDUELLE ET LA CONTAMINATION DES ALIMENTS, DU LAIT ET DE L'EAU

GÉNÉRALITÉS

II.1. Le présent appendice contient des exemples de NOI par défaut à utiliser pour l'intervention en cas d'urgence provoquant une contamination, ainsi qu'une explication en langage ordinaire de ces NOI et des indications sur leur emploi (voir les tableaux 8-10). Il donne les exemples ci-après de NOI par défaut^{12,13} :

- 1) NOI est une valeur mesurée de la contamination au sol nécessitant :
 - Des actions protectrices urgentes (évacuation par ex.) pour maintenir la dose reçue par toute personne vivant dans une zone contaminée en dessous des critères génériques pour les actions protectrices urgentes donnés au tableau 3 ;
 - Des mesures médicales, le cas échéant, car les doses reçues par les personnes évacuées peuvent être supérieures aux critères génériques pour les mesures médicales donnés au tableau 3.

¹² Il n'est pas indiqué de NOI pour les débits ou les concentrations dans l'air dans un panache résultant d'un rejet en cours car les critères cités en exemple sont censés être très généraux et pratiques. Il n'est pas non plus indiqué de NOI pour les doses ou les concentrations dans l'air résultant d'un panache car : a) dans beaucoup de cas le rejet aura cessé au moment où les résultats des mesures environnementales seront connus ; b) il est difficile de prélever des échantillons d'air et de les analyser dans les délais voulus ; c) les concentrations dans le panache varient considérablement dans le temps et l'espace pendant un rejet ; et d) les NOI de ce type dépendent dans une grande mesure de la nature du rejet, ce qui fait qu'il est très difficile de définir des NOI applicables à la totalité des rejets possibles. Pendant un rejet important, il est donc préférable de baser les actions protectrices (comme l'évacuation ou la mise à l'abri à une distance prédéterminée) sur des critères observables. Les organismes exploitant des installations dans lesquelles pourraient se produire des situations d'urgence entraînant un rejet atmosphérique de longue durée devraient définir des NAU et éventuellement des NOI spécifiques de l'installation pour les mesures faites dans un panache. Des exemples de NOI pour les débits de dose dans un rejet à partir d'un réacteur à eau ordinaire résultant d'une fusion du cœur sont donnés dans la réf. [27].

¹³ Il n'est pas indiqué de NOI pour les concentrations dans l'air résultant d'une remise en suspension car les doses dues à une remise en suspension ont été prises en compte dans les NOI pour le dépôt.

- 2) NOI2 est une valeur mesurée de la contamination au sol nécessitant des actions protectrices rapides pour maintenir la dose sur un an reçue par toute personne vivant dans la zone en dessous des critères génériques pour la mise en œuvre d'actions visant à réduire raisonnablement le risque d'effets stochastiques donnés au tableau 3.
- 3) NOI3 est une valeur mesurée de la contamination au sol nécessitant des restrictions immédiates à la consommation de légumes verts, de lait d'animaux pâturant dans la zone et d'eau de pluie recueillie pour la boisson afin de maintenir la dose reçue par toute personne en dessous des critères génériques pour la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes donnés au tableau 3.
- 4) NOI4 est une valeur mesurée de la contamination de la peau nécessitant une décontamination ou la communication d'instructions sur la manière de se décontaminer soi-même et de limiter le risque d'ingestion par inadvertance de façon à :
 - Maintenir la dose due à la contamination de la peau reçue par toute personne en dessous des critères génériques pour la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes donnés au tableau 3 ;
 - Entreprendre un traitement médical ou un dépistage, le cas échéant, car la dose reçue par toute personne peut dépasser les critères génériques pour les actions médicales donnés au tableau 3.
- 5) NOI5 et NOI6 sont des valeurs mesurées de la concentration dans les aliments, le lait ou l'eau qui justifient d'envisager des restrictions à la consommation de façon à maintenir la dose efficace à toute personne en dessous de 10 mSv par an.

II.2. Pour décrire l'utilisation des NOI, on peut considérer que les urgences nucléaires ou radiologiques entraînant une contamination sont de trois types :

- 1) Urgence nucléaire ou radiologique entraînant la contamination d'une vaste région (centaines de kilomètres carrés) et pouvant affecter un grand nombre de personnes ; c'est-à-dire contamination d'une région si vaste que, pour être efficace, l'application d'actions protectrices urgentes et rapides devrait se faire en deux phases : mise en œuvre dans un premier temps des actions protectrices urgentes (évacuation, par ex.), suivie de celle des actions protectrices rapides (relogement, par ex.). Une urgence de ce type pourrait se produire dans des installations nucléaires, comme les centrales nucléaires, qui relèvent des catégories de menace I ou II [2].
- 2) Urgence nucléaire ou radiologique entraînant la contamination d'une région de taille moyenne (dizaines de kilomètres carrés) et pouvant affecter un grand nombre de personnes ; c'est-à-dire contamination d'une région

suffisamment petite pour que les actions protectrices urgentes et rapides puissent être mise en œuvre efficacement en même temps sans nécessiter d'intervention en plusieurs phases. Une urgence de ce type pourrait résulter de l'explosion d'un engin à dispersion de radioactivité ou être causée par une source radioactive dangereuse endommagée [28].

- 3) Urgence nucléaire ou radiologique entraînant la contamination de petites zones et/ou pouvant affecter un petit nombre de personnes ; c'est-à-dire contamination de petites zones pouvant être facilement et rapidement isolées, les quelques personnes affectées pouvant toutes être décontaminées et suivies médicalement avec les ressources disponibles, sans que cela ne cause de perturbations majeures. Ce type d'urgence inclut les situations limitées à une seule pièce ou un seul déversement. Pour ce type d'urgence, l'intervention consiste notamment à isoler la zone potentiellement contaminée et à décontaminer tous les intéressés sans nécessairement appliquer les NOI.

INTERVENTION EN CAS D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE ENTRAÎNANT LA CONTAMINATION D'UNE VASTE RÉGION

II.3. Le processus d'évaluation et d'intervention en cas d'urgence de ce type par la mise en œuvre d'actions protectrices est indiqué à la figure 3. Les premières actions protectrices devraient être entreprises sur la base des éléments observés sur les lieux [7, 18] ou d'un classement de la situation d'urgence (voir l'appendice III, et l'appendice IV de la réf. [7]) avant que les données du contrôle radiologique ne soient disponibles.

II.4. Dans un délai de quelques heures, il faudrait recenser les zones où les niveaux de dépôt au sol dépassent ou risquent de dépasser NOI1, le NOI par défaut, et entreprendre les actions protectrices urgentes appropriées, comme l'évacuation, l'arrêt de la consommation de produits locaux et l'évaluation médicale des personnes évacuées.

II.5. Dans un délai de quelques heures, il faudrait aussi prendre des mesures pour atténuer les conséquences de la contamination pour les personnes qui se trouvaient dans la zone où NOI1 a été dépassé. Si NOI4 est dépassé, il faudrait contrôler et décontaminer les personnes évacuées (si cela peut être fait rapidement). Si le contrôle radiologique et la décontamination ne sont pas immédiatement possibles, il faudrait laisser partir les personnes évacuées, en leur donnant pour instructions de réduire les risques d'ingestion par inadvertance et de se doucher et changer de vêtements dès que possible. Des niveaux correspondant

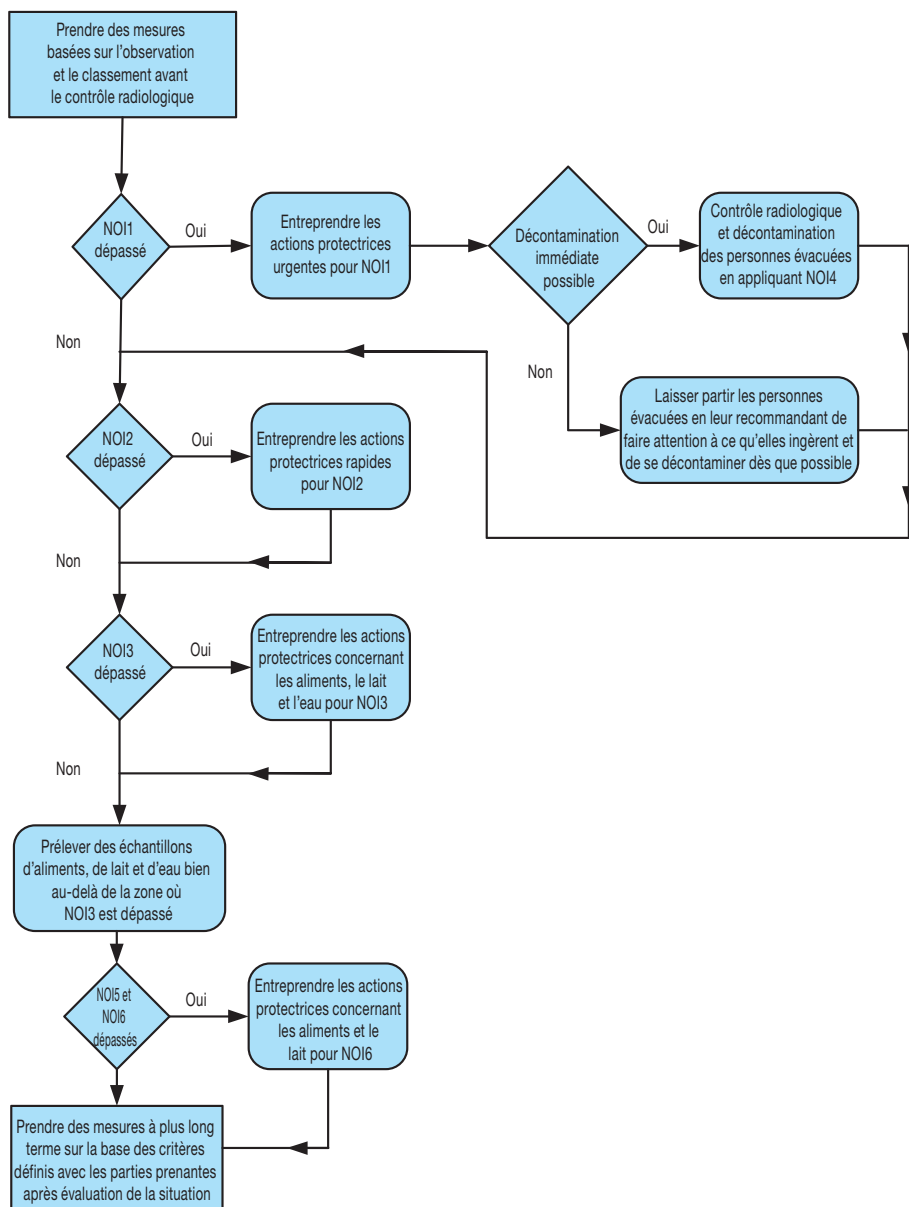


FIG 3. Processus d'évaluation d'une urgence nucléaire ou radiologique entraînant la contamination d'une vaste région.

à NOI4 peuvent être très difficiles à détecter dans une situation d'urgence. Par conséquent, toutes les personnes qui auraient pu être contaminées, y compris celles qui ont été contrôlées et dont la contamination était inférieure à NOI4, devraient veiller à réduire le risque d'ingestion par inadvertance et se doucher et changer de vêtements dès que possible. Il faudrait aussi évaluer la dose aux personnes évacuées et prendre, le cas échéant, les mesures médicales indiquées dans les tableaux 2 et 3.

II.6. Dans un délai d'un jour, il faudrait recenser les zones où les niveaux de dépôt au sol dépassent le NOI2 par défaut et mettre en œuvre des actions protectrices rapides, comme l'arrêt de la consommation de légumes et de lait produits localement et le lancement du processus de relogement temporaire. Les opérations de relogement devraient être achevées en une semaine.

II.7. Dans un délai de quelques jours, il faudrait recenser les zones dans lesquelles les niveaux de dépôt au sol dépassent le NOI3 par défaut et prendre des mesures pour arrêter la consommation de légumes et de lait produits localement et d'eau de pluie recueillie pour la boisson jusqu'à ce qu'ils aient été criblés et analysés. Dans un délai d'une semaine, les aliments, le lait et l'eau devraient avoir été criblés et analysés, éventuellement dans une zone d'un rayon de plus de 100 km, et il faudrait avoir pris des mesures pour restreindre la consommation d'aliments, de lait et d'eau ayant des concentrations en radionucléides dépassant NOI5 et NOI6.

II.8. Dans un délai de quelques jours, il faudrait établir quels sont les radionucléides présents dans la région touchée et les NOI appliqués pour la prise de décisions devraient être révisés le cas échéant.

II.9. Les recommandations éventuellement adressées au public concernant la mise en œuvre d'actions protectrices devraient s'accompagner d'une explication des critères en langage ordinaire.

II.10. Après la fin de l'urgence, les autres mesures requises devraient être prises sur la base de critères définis après une évaluation minutieuse de la situation et en consultation avec les parties intéressées.

INTERVENTION EN CAS D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE ENTRAÎNANT LA CONTAMINATION D'UNE RÉGION DE TAILLE MOYENNE

II.11. Le processus d'évaluation et d'intervention en cas d'urgence nucléaire ou radiologique entraînant la contamination d'une région de taille moyenne par la mise en œuvre d'actions protectrices est indiqué à la figure 4. Les premières actions protectrices devraient être mises en œuvre sur la base des éléments observés sur les lieux [7, 18] ou d'un classement de la situation d'urgence (voir l'appendice III, et l'appendice IV de la réf. [7]) avant que les données du contrôle radiologique ne soient disponibles.

II.12. Dans un délai de quelques heures, il faudrait recenser les zones où les niveaux de dépôt au sol dépassent NOI2, le NOI par défaut, et entreprendre les actions protectrices urgentes et rapides appropriées lorsque NOI2 est dépassé. Il faudrait aussi évaluer la dose reçue par les personnes évacuées et prendre les mesures médicales indiquées aux tableaux 2 et 3.

II.13. Les personnes évacuées devraient être contrôlées et si NOI4 est dépassé, elles devraient être décontaminées si cela peut être fait rapidement. Si le contrôle radiologique ou la décontamination ne sont pas immédiatement possibles, il faudrait laisser partir les personnes évacuées et leur donner pour instructions de réduire le risque d'ingestion par inadvertance et de se doucher et changer de vêtements dès que possible. Des niveaux correspondant à NOI4 peuvent être très difficiles à détecter dans une situation d'urgence. Par conséquent, toutes les personnes qui auraient pu être contaminées, y compris celles qui ont été contrôlées et dont la contamination était inférieure à NOI4, devraient veiller à réduire le risque d'ingestion par inadvertance et se doucher et changer de vêtements dès que possible.

II.14. Dans un délai de quelques jours, il faudrait recenser les zones où les niveaux de dépôt au sol dépassent NOI3, le NOI par défaut, et prendre des mesures pour arrêter la consommation d'eau de pluie et de légumes et de lait produits localement jusqu'à ce qu'ils aient été criblés et analysés. Cependant, si la contamination n'a pu toucher que des quantités limitées d'aliments (par ex. les fruits et les légumes des jardins locaux) et des aliments non essentiels, cette étape peut être omise, et il faudrait plutôt restreindre la consommation de tous les aliments qui pourraient être contaminés jusqu'à ce qu'ils aient été criblés et analysés. Enfin, les aliments, le lait et l'eau de pluie devraient être criblés et analysés, dans un rayon de plusieurs kilomètres, et il faudrait prendre des mesures pour restreindre la consommation d'aliments, de lait et d'eau de pluie ayant des concentrations de radionucléides dépassant NOI5 et NOI6.

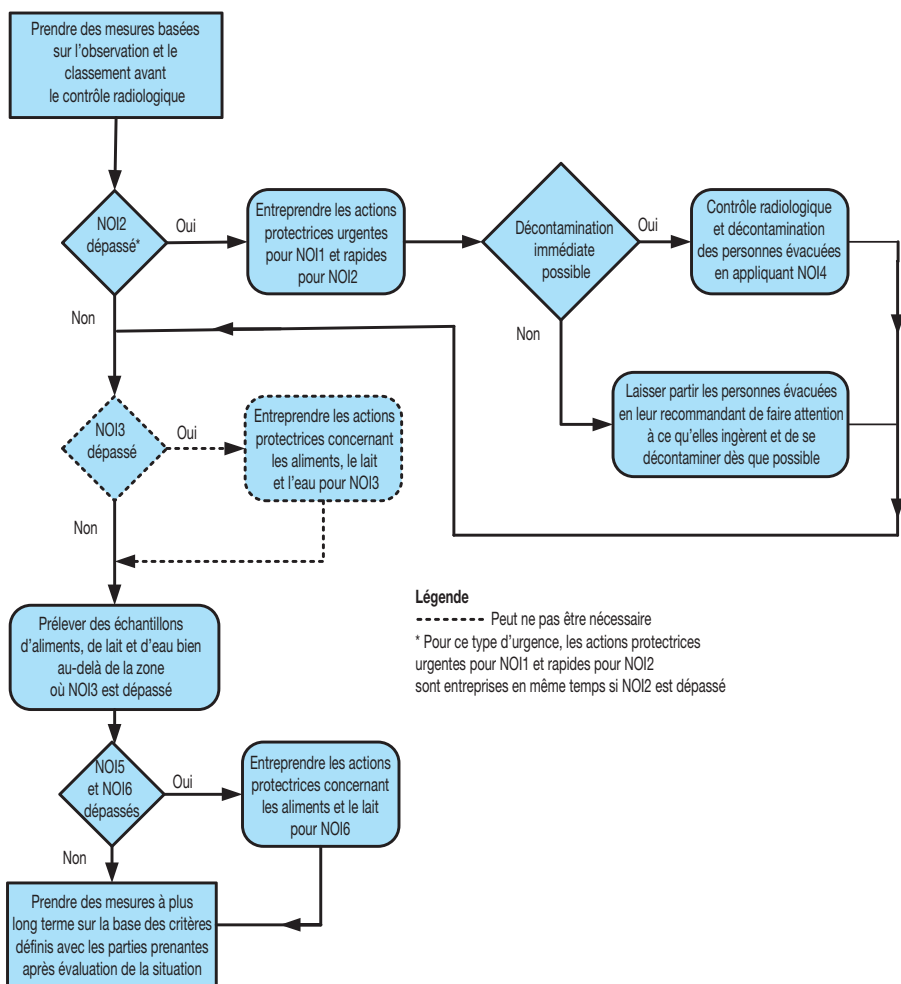


FIG. 4. Processus d'évaluation d'une urgence nucléaire ou radiologique entraînant la contamination d'une région de taille moyenne.

II.15. Dans un délai de quelques jours, il faudrait établir quels sont les radionucléides présents dans la région touchée et les NOI appliqués pour la prise de décisions devraient être révisés le cas échéant.

II.16. Les recommandations éventuellement adressées au public concernant la mise en œuvre d'actions protectrices devraient s'accompagner d'une explication des critères en langage ordinaire.

II.17. Après la fin de l’urgence, les autres mesures requises devraient être prises sur la base de critères définis après une évaluation minutieuse de la situation et en consultation avec les parties intéressées.

NOI PAR DÉFAUT

II.18. Le tableau 8 contient les NOI pour l’évaluation des résultats du contrôle radiologique sur place de la contamination du sol, de la peau et des vêtements. Trois types de NOI sont indiqués, avec les unités de mesure des instruments utilisés sur le terrain : débit de dose (NOI(γ)) ; coups par seconde (coups/s) pour le rayonnement bêta (NOI(β)) ; et coups par seconde (coups/s) pour le rayonnement alpha (NOI(α)). Un NOI est dépassé si l’un de ses composants l’est. Ces NOI s’appliquent aux urgences pour tous les radionucléides, y compris les produits de fission rejetés à partir du combustible en fusion d’un réacteur.

II.19. Les NOI du tableau 8 ont été établis pour la mise en œuvre des actions protectrices et autres mesures d’intervention de manière cohérente avec les critères génériques des tableaux 2 et 3. Pour l’élaboration de ces NOI, on a tenu compte de tous les membres de la population (y compris les enfants et les femmes enceintes), ainsi que des activités habituelles (comme les enfants jouant en plein air). Les NOI ont été calculés pour garantir que les actions protectrices mises en œuvre protègent contre les radionucléides les plus radiotoxiques. En conséquence, les NOI sont trop restrictifs pour de nombreux radionucléides et devraient être révisés dès que l’on connaît les radionucléides présents.

TABEAU 8. NOI PAR DÉFAUT POUR LES MESURES SUR LE TERRAIN

NOI	Valeur du NOI	Action protectrice (le cas échéant) si le NOI est dépassé
<i>Mesures dans l’environnement</i>		
NOI1	Gamma (γ) 1 000 μ Sv/h à 1 m de la surface ou d’une source 2 000 coups/s, mesure ^f directe de la contamination bêta (β) en surface 50 coups/s, mesure ^f directe de la contamination alpha (α) en surface	—Évacuer immédiatement ou fournir des abris sûrs ^a —Organiser la décontamination des personnes évacuées ^b —Réduire le risque d’ingestion par inadvertance ^c —Arrêter la consommation de produits locaux ^d , d’eau de pluie et de lait d’animaux pâturant dans la zone —Enregistrer les personnes évacuées et les soumettre à un examen médical —Si une personne a manipulé une source ayant un débit de dose égal ou supérieur à 1 000 μ Sv/h à 1 m ^e , procéder immédiatement à un examen médical

TABLEAU 8. NOI PAR DÉFAUT POUR LES MESURES SUR LE TERRAIN (cont.)

NOI	Valeur du NOI	Action protectrice (le cas échéant) si le NOI est dépassé
NOI2	Gamma (γ) 100 μ Sv/h à 1 m de la surface ou d'une source 200 coups/s, mesure ^f directe de la contamination bêta (β) en surface 10 coups/s, mesure ^f directe de la contamination alpha (α) en surface	<ul style="list-style-type: none">— Arrêter la consommation de produits locaux^d, d'eau de pluie et de lait d'animaux pâturant dans la zone jusqu'à ce qu'ils aient été criblés et que les niveaux de contamination aient été évalués par application de NOI5 et NOI6— Reloger temporairement les personnes vivant dans la zone ; avant le relogement, réduire le risque d'ingestion par inadvertance^e ; enregistrer les personnes qui se trouvaient dans la zone et estimer la dose reçue pour déterminer si un dépistage médical est justifié ; le relogement des personnes venant des zones où l'exposition potentielle est la plus élevée devrait commencer en quelques jours— Si une personne a manipulé une source ayant un débit de dose égal ou supérieur à 100 μSv/h à 1 m^e, procéder à un examen et une évaluation médicaux ; les femmes enceintes qui ont manipulé une telle source devraient être soumises immédiatement à une évaluation médicale et une estimation de la dose
NOI3	Gamma (γ) 1 μ Sv/h à 1 m de la surface 20 coups/s, mesure ^{f,i} directe de la contamination bêta (β) en surface 2 coups/s, mesure ^{f,i} directe de la contamination alpha (α) en surface	<ul style="list-style-type: none">— Arrêter la consommation de produits locaux^d non essentiels^g, d'eau de pluie et de lait d'animaux^h pâturant dans la zone jusqu'à ce qu'ils aient été criblés et que les niveaux de contamination aient été évalués par application de NOI5 et NOI6— Trier les produits locaux, l'eau de pluie et le lait d'animaux^h pâturant dans la zone jusqu'à au moins 10 fois la distance à laquelle NOI3 est dépassé et évaluer les échantillons avec NOI5 et NOI6— Envisager le blocage de la thyroïde^j par l'iode pour les produits de fission récents^k et pour la contamination par l'iode s'il n'est pas possible de remplacer immédiatement les produits locaux essentiels^g ou le lait— Estimer la dose des personnes qui peuvent avoir consommé des aliments, du lait ou de l'eau de pluie venant de la zone où les restrictions ont été appliquées pour déterminer si un dépistage médical est justifié

TABLEAU 8. NOI PAR DÉFAUT POUR LES MESURES SUR LE TERRAIN (cont.)

NOI	Valeur du NOI	Action protectrice (le cas échéant) si le NOI est dépassé
<i>Contamination de la peau</i>		
NOI4	Gamma (γ) 1 μ Sv/h à 10 cm de la peau 1 000 coups/s, mesure ^f directe de la contamination bêta (β) de la peau 50 coups/s, mesure ^f directe de la contamination alpha (α) de la peau	— Assurer la décontamination ^b de la peau et réduire le risque d'ingestion par inadvertance ^c — Enregistrer les personnes et les soumettre à un examen médical

Note : Les NOI devraient être révisés dès que l'on connaît les radionucléides effectivement présents. Ils devraient aussi être révisés, si nécessaire, dans le cadre du processus de préparation, pour être plus compatibles avec les instruments devant être utilisés pendant l'intervention. Cependant, les NOI par défaut du présent tableau peuvent être utilisés sans révision pour une évaluation prudente immédiate.

- ^a À l'intérieur des salles fermées de grands bâtiments à plusieurs étages ou de grandes structures maçonnées et loin de murs ou de fenêtres.
- ^b Si une décontamination immédiate n'est pas praticable, conseiller aux personnes évacuées de changer de vêtements et de se doucher dès que possible. Des indications sur la manière de procéder à la décontamination sont données dans les réf. [18, 21].
- ^c Conseiller aux personnes évacuées de ne pas boire, manger ou fumer et de ne pas porter leurs mains à la bouche tant qu'elles ne sont pas lavées.
- ^d Les produits locaux sont des aliments cultivés en plein air qui peuvent être directement contaminés par le rejet et qui sont consommés en quelques semaines (par ex. les légumes).
- ^e Ce critère de débit de dose externe ne s'applique qu'aux sources dangereuses scellées et n'a pas besoin d'être révisé pendant une urgence.
- ^f Faire selon de bonnes pratiques de contrôle radiologique de la contamination.
- ^g Restreindre la consommation d'aliments essentiels pourrait avoir des effets graves sur la santé (grave malnutrition, par ex.) ; les aliments essentiels ne devraient donc être interdits que si des aliments de remplacement sont disponibles.
- ^h Utiliser 10 % de NOI3 pour le lait de petits animaux (chèvres, par ex.) pâturant dans la zone.
- ⁱ Le dépôt par la pluie de descendants du radon naturel à courte période peut donner lieu à des taux de comptage supérieurs de quatre fois ou plus au taux de comptage de fond. Ces taux ne devraient pas être confondus avec les taux de dépôt dus à la situation d'urgence. Les taux de comptage correspondant aux descendants du radon diminuent rapidement après que la pluie cesse et devraient retrouver des niveaux de fond typiques en quelques heures.
- ^j Seulement pour plusieurs jours et si des aliments de remplacement ne sont pas disponibles.
- ^k Produits de fission générés pendant le mois précédent et qui contiennent donc de grandes quantités d'iode.

II.20. Le critère minimum est qu'un instrument de contrôle de la contamination est considéré comme approprié pour l'application du NOI s'il fournit une réponse du même ordre ou plus prudente que celle prise comme hypothèse pour la définition des NOI. La procédure ci-après peut servir à vérifier si un instrument donné satisfait ou non au critère minimum et peut être utilisé pour appliquer les critères opérationnels pour NOI1, NOI2 et NOI4 donnés au tableau 8 :

- 1) S'assurer que l'instrument peut afficher les coups/s (ou coups/min) pour toute la gamme des valeurs de NOI données au tableau 8.
- 2) Pour un détecteur bêta, s'assurer qu'il peut détecter aussi bien les émetteurs bêta de haute énergie (^{32}P , par ex.) que ceux de basse énergie (^{14}C , par ex.). Il n'est pas nécessaire que les émetteurs très faibles (^{63}Ni , par ex.) soient détectables.
- 3) Calculer les coefficients d'instrument en utilisant les rendements sur 4π mesurés (c'est-à-dire dérivés du facteur d'étalonnage) ou connus (c'est-à-dire fournis par le fabricant) pour les radionucléides émetteurs bêta de haute et basse énergie et les radionucléides émetteurs alpha (le cas échéant) en utilisant la formule :

$$IC = W_{\text{détecteur}} \times \theta_{\text{détecteur}} \quad (5)$$

où

IC est le coefficient de l'instrument (coups/s \times cm²)/Bq) ;
 $W_{\text{détecteur}}$ est la surface efficace de la fenêtre du détecteur (cm²) ;
 $\theta_{\text{détecteur}}$ est le rendement en fonction de l'énergie pour une géométrie 4π près de la surface et dans des conditions idéales (coups/s \times Bq⁻¹).

- 4) Si les coefficients d'instrument calculés sont supérieurs ou égaux aux valeurs ci-après, l'instrument convient :
 - Pour les émetteurs bêta d'énergie moyenne ou haute (^{36}Cl , par ex.) — 1 ;
 - Pour les émetteurs bêta de basse énergie (^{14}C , par ex.) — 0,2 ;
 - Pour les émetteurs alpha — 0,5.

Un détecteur bêta devrait satisfaire aux critères concernant aussi bien les émetteurs bêta de haute énergie que ceux de basse énergie.

Ces critères ont été définis de telle sorte que la majorité des instruments de contrôle de la contamination couramment disponibles donnent une réponse égale ou supérieure (c'est-à-dire plus prudente) à la réponse prise comme hypothèse pour la définition des NOI par défaut. Cependant, la réponse des instruments qui satisfont à ce critère minimum peut varier d'un facteur allant jusqu'à 20,

principalement à cause de différences dans la surface de détection efficace. Par conséquent, il faudrait réviser, éventuellement, les NOI du tableau 8 pour les rendre plus compatibles avec les caractéristiques des instruments devant être utilisés pour l'intervention. Cela devrait être fait dans le cadre du processus de préparation.

II.21. Le processus d'évaluation des concentrations de radionucléides dans les aliments, le lait et l'eau est illustré par la figure 5. Les aliments potentiellement contaminés devraient d'abord être criblés sur une vaste zone puis analysés pour déterminer les concentrations brutes alpha et bêta si cela peut être fait plus rapidement que d'évaluer la concentration de différents radionucléides. Si les niveaux de criblage pour NOI5 (voir le tableau 9) ne sont pas dépassés, les aliments, le lait et l'eau sont propres à la consommation pendant la phase d'urgence. Si un niveau NOI5 est dépassé, il faudrait mesurer les concentrations spécifiques des radionucléides dans les aliments, le lait ou l'eau. Si les niveaux NOI6 du tableau 10 sont dépassés, la consommation d'aliments non essentiels, de lait ou d'eau devrait être interdite et les aliments essentiels, le lait et l'eau devraient être remplacés, ou bien les personnes devraient être relogées s'il n'y a pas de remplacement possible. Enfin, il faudrait appliquer dès que possible les recommandations de la réf. [29] pour déterminer si les aliments, le lait ou l'eau sont propres au commerce international, et appliquer les critères nationaux ou les orientations de l'OMS [30] pour déterminer s'ils sont propres à une consommation à long terme après la phase d'urgence.

II.22. Les tableaux 9 et 10 donnent les NOI pour l'évaluation des aliments, du lait et de l'eau (voir aussi le tableau 11). Ces NOI s'appliquent aux radionucléides dans les aliments, le lait et l'eau destinés à la consommation humaine (ils ne sont pas applicables aux aliments séchés ou concentrés). Les NOI pour les aliments, le lait et l'eau des tableaux 9 et 10 ont été calculés sur la base des hypothèses prudentes suivantes :

- La totalité des aliments, du lait et de l'eau est initialement contaminée et consommée tout au long d'une année.
- Les plus restrictifs des facteurs de conversion de dose et des taux d'ingestion suivant l'âge (c'est-à-dire ceux pour les enfants) sont utilisés.

Le critère générique de 10 mSv par an (et non 100 mSv par an, comme au tableau 3, auquel les actions protectrices rapides doivent être mises en œuvre) a été utilisé de telle sorte que les personnes qui ne sont pas relogées ne reçoivent pas une dose totale (y compris la dose par ingestion) supérieure à 100 mSv par an.

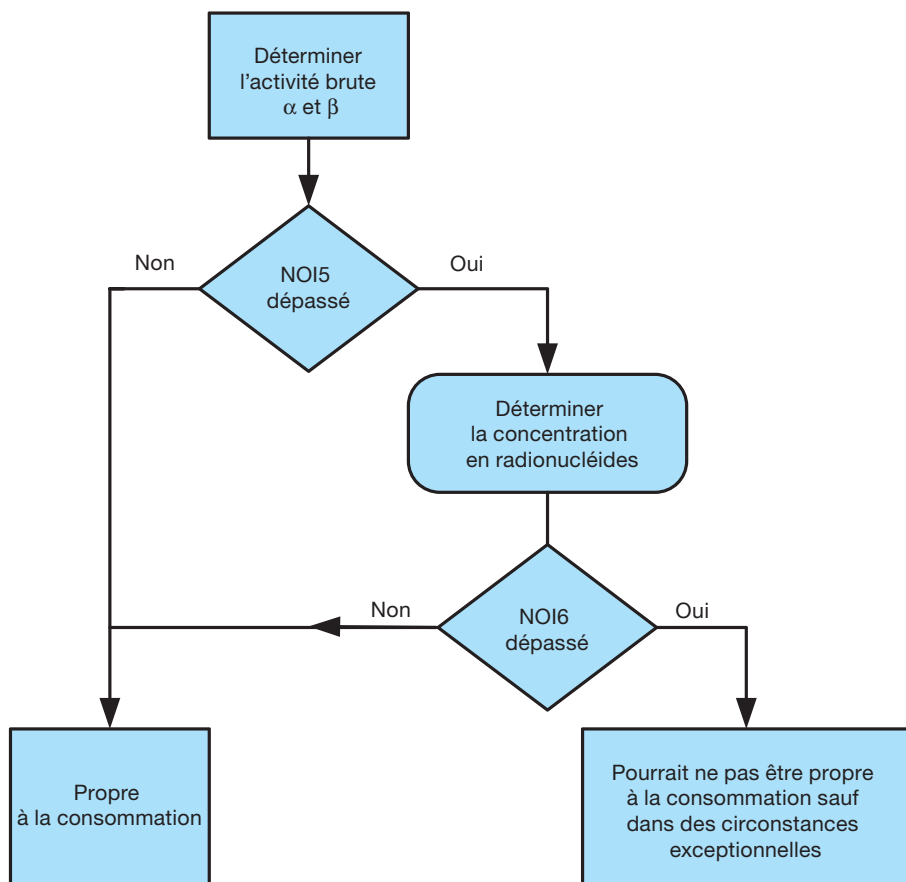


FIG. 5. Processus d'évaluation des concentrations en radionucléides dans les aliments, le lait et l'eau

II.23. Le radionucléide ^{40}K se rencontre souvent dans les aliments et l'eau. Il ne s'accumule pas dans l'organisme, mais reste à un niveau constant indépendamment de l'incorporation¹⁴ [30]. La contribution de ^{40}K devrait donc être soustraite, après détermination séparée de la teneur totale en potassium. L'activité bêta de ^{40}K présent dans le potassium naturel est de 27,6 Bq/g. C'est ce facteur qui devrait être utilisé pour calculer l'activité bêta due à ^{40}K (réf. [29], par. 9.4.2).

¹⁴ Lors de l'intervention à la suite de l'accident de Tchernobyl en 1986, ^{40}K a été parfois confondu avec ^{137}Cs dans certains cas et des produits ont été jetés alors qu'ils ne contenaient presque pas de césium radioactif [31].

TABLEAU 9. NOI DE CRIBLAGE PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L’EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE

NOI	Valeur du NOI	Action protectrice si le NOI est dépassé
NOI5	Bêta (β) brut : 100 Bq/kg ou Alpha (α) brut : 5 Bq/kg	Au-dessus de NOI5 : évaluer avec NOI6 En dessous de NOI5 : propre à la consommation pendant la phase d’urgence

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L’EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE

Radionucléide	NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide	NOI6 (Bq/kg)
H-3	2×10^5	Sc-44	1×10^7
Be-7	7×10^5	Sc-46	8×10^3
Be-10	3×10^3	Sc-47	4×10^5
C-11	2×10^9	Sc-48	3×10^5
C-14	1×10^4	Ti-44	6×10^2
F-18	2×10^8	V-48	3×10^4
Na-22	2×10^3	V-49	2×10^5
Na-24	4×10^6	Cr-51	8×10^5
Mg-28	4×10^5	Mn-52	1×10^5
Al-26	1×10^3	Mn-53	9×10^4
Si-31	5×10^7	Mn-54	9×10^3
Si-32	9×10^2	Mn-56	3×10^7
P-32	2×10^4	Fe-52	2×10^6
P-33	1×10^5	Fe-55	1×10^4
S-35	1×10^4	Fe-59	9×10^3
Cl-36	3×10^3	Fe-60	7×10^1
Cl-38	3×10^8	Co-55	1×10^6
K-40	SO ^{b,c}	Co-56	4×10^3

^a « + » signale des radionucléides avec descendants indiqués au tableau 11 qui sont supposés être en équilibre avec le radionucléide précurseur et n’ont donc pas à être pris en compte séparément lorsqu’on évalue le respect des NOI.

^b SO : sans objet.

^c La dose par ingestion de ⁴⁰K est considérée comme non pertinente car ⁴⁰K ne s’accumule pas dans l’organisme, mais reste à un niveau constant indépendamment de l’incorporation [29].

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L'EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE (cont.)

Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)
K-42		3×10^6	Co-57		2×10^4
K-43		4×10^6	Co-58		2×10^4
Ca-41		4×10^4	Co-58m		9×10^7
Ca-45		8×10^3	Co-60		8×10^2
Ca-47	+	5×10^4	Ni-59		6×10^4
Ni-63		2×10^4	Sr-89		6×10^3
Ni-65		4×10^7	Sr-90	+	2×10^2
Cu-64		1×10^7	Sr-91		3×10^6
Cu-67		8×10^5	Sr-92		2×10^7
Zn-65		2×10^3	Y-87	+	4×10^5
Zn-69		6×10^8	Y-88		9×10^3
Zn-69m	+	3×10^6	Y-90		9×10^4
Ga-67		1×10^6	Y-91		5×10^3
Ga-68		2×10^8	Y-91m		2×10^9
Ga-72		1×10^6	Y-92		1×10^7
Ge-68	+	3×10^3	Y-93		1×10^6
Ge-71		5×10^6	Zr-88		3×10^4
Ge-77		6×10^6	Zr-93		2×10^4
As-72		4×10^5	Zr-95	+	6×10^3
As-73		3×10^4	Zr-97	+	5×10^5
As-74		3×10^4	Nb-93m		2×10^4
As-76		4×10^5	Nb-94		2×10^3
As-77		1×10^6	Nb-95		5×10^4
Se-75		4×10^3	Nb-97		2×10^8
Se-79		7×10^2	Mo-93		3×10^3
Br-76		3×10^6	Mo-99	+	5×10^5
Br-77		5×10^6	Tc-95m	+	3×10^4
Br-82		1×10^6	Tc-96		2×10^5
Rb-81		8×10^7	Tc-96m		2×10^9
Rb-83		7×10^3	Tc-97		4×10^4

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L'EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE (cont.)

Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)
Rb-84		1×10^4	Tc-97m		2×10^4
Rb-86		1×10^4	Tc-98		2×10^3
Rb-87		2×10^3	Tc-99		4×10^3
Sr-82	+	5×10^3	Tc-99m		2×10^8
Sr-85		3×10^4	Ru-97		2×10^6
Sr-85m		3×10^9	Ru-103	+	3×10^4
Sr-87m		3×10^8	Ru-105		2×10^7
Ru-106	+	6×10^2	Sb-126		3×10^4
Rh-99		1×10^5	Te-121		1×10^5
Rh-101		8×10^3	Te-121m	+	3×10^3
Rh-102		2×10^3	Te-123m		5×10^3
Rh-102m		5×10^3	Te-125m		1×10^4
Rh-103m		5×10^9	Te-127		1×10^7
Rh-105		1×10^6	Te-127m	+	3×10^3
Pd-103	+	2×10^5	Te-129		2×10^8
Pd-107		7×10^4	Te-129m	+	6×10^3
Pd-109	+	2×10^6	Te-131		4×10^8
Ag-105		5×10^4	Te-131m		3×10^5
Ag-108m	+	2×10^3	Te-132	+	5×10^4
Ag-110m	+	2×10^3	I-123		5×10^6
Ag-111		7×10^4	I-124		1×10^4
Cd-109	+	3×10^3	I-125		1×10^3
Cd-113m		4×10^2	I-126		2×10^3
Cd-115	+	2×10^5	I-129		SO ^d
Cd-115m		6×10^3	I-131		3×10^3
In-111		1×10^6	I-132		2×10^7
In-113m		4×10^8	I-133		1×10^5
In-114m	+	3×10^3	I-134		2×10^8
In-115m		5×10^7	I-135		2×10^6

^d N'est pas une source importante de rayonnements du fait de sa faible activité spécifique.

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L'EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE (cont.)

Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)
Sn-113	+	1×10^4	Cs-129		1×10^7
Sn-117m		7×10^4	Cs-131		2×10^6
Sn-119m		1×10^4	Cs-132		4×10^5
Sn-121m	+	5×10^3	Cs-134		1×10^3
Sn-123		3×10^3	Cs-134m		3×10^8
Sn-125		2×10^4	Cs-135		9×10^3
Sn-126	+	5×10^2	Cs-136		4×10^4
Sb-122		2×10^5	Cs-137	+	2×10^3
Sb-124		5×10^3	Ba-131	+	1×10^5
Sb-125	+	3×10^3	Ba-133		3×10^3
Ba-133m		9×10^5	Eu-156		2×10^4
Ba-140	+	1×10^4	Gd-146	+	8×10^3
La-137		4×10^4	Gd-148		1×10^2
La-140		2×10^5	Gd-153		2×10^4
Ce-139		3×10^4	Gd-159		2×10^6
Ce-141		3×10^4	Tb-157		9×10^4
Ce-143		5×10^5	Tb-158		3×10^3
Ce-144	+	8×10^2	Tb-160		7×10^3
Pr-142		6×10^5	Dy-159		7×10^4
Pr-143		4×10^4	Dy-165		7×10^7
Nd-147		6×10^4	Dy-166	+	6×10^4
Nd-149		8×10^7	Ho-166		5×10^5
Pm-143		3×10^4	Ho-166m		2×10^3
Pm-144		6×10^3	Er-169		2×10^5
Pm-145		3×10^4	Er-171		6×10^6
Pm-147		1×10^4	Tm-167		1×10^5
Pm-148m	+	1×10^4	Tm-170		5×10^3
Pm-149		3×10^5	Tm-171		3×10^4
Pm-151		8×10^5	Yb-169		3×10^4
Sm-145		2×10^4	Yb-175		4×10^5

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L'EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE (cont.)

Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)
Sm-147		1×10^2	Lu-172		1×10^5
Sm-151		3×10^4	Lu-173		2×10^4
Sm-153		5×10^5	Lu-174		1×10^4
Eu-147		8×10^4	Lu-174m		1×10^4
Eu-148		2×10^4	Lu-177		2×10^5
Eu-149		9×10^4	Hf-172	+	2×10^3
Eu-150b		3×10^6	Hf-175		3×10^4
Eu-150a		4×10^3	Hf-181		2×10^4
Eu-152		3×10^3	Hf-182	+	1×10^3
Eu-152m		4×10^6	Ta-178a		1×10^8
Eu-154		2×10^3	Ta-179		6×10^4
Eu-155		1×10^4	Ta-182		5×10^3
W-178	+	2×10^5	Hg-194	+	2×10^2
W-181		1×10^5	Hg-195		2×10^7
W-185		2×10^4	Hg-195m		8×10^5
W-187		1×10^6	Hg-197		1×10^6
W-188	+	3×10^3	Hg-197m		2×10^6
Re-184		2×10^4	Hg-203		1×10^4
Re-184m	+	3×10^3	Tl-200		5×10^6
Re-186		1×10^5	Tl-201		3×10^6
Re-187		5×10^5	Tl-202		2×10^5
Re-188		7×10^5	Tl-204		3×10^3
Re-189		8×10^5	Pb-201		2×10^7
Os-185		2×10^4	Pb-202	+	1×10^3
Os-191		8×10^4	Pb-203		2×10^6
Os-191m		1×10^7	Pb-205		2×10^4
Os-193		7×10^5	Pb-210	+	2,0
Os-194	+	8×10^2	Pb-212	+	2×10^5
Ir-189		2×10^5	Bi-205		7×10^4
Ir-190		6×10^4	Bi-206		8×10^4

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L'EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE (cont.)

Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)
Ir-192		8×10^3	Bi-207		3×10^3
Ir-194		6×10^5	Bi-210		1×10^5
Pt-188	+	6×10^4	Bi-210m		2×10^2
Pt-191		9×10^5	Bi-212	+	7×10^7
Pt-193		8×10^4	Po-210		5,0
Pt-193m		3×10^5	At-211	+	2×10^5
Pt-195m		3×10^5	Ra-223	+	4×10^2
Pt-197		2×10^6	Ra-224	+	2×10^3
Pt-197m		1×10^8	Ra-225	+	2×10^2
Au-193		8×10^6	Ra-226	+	2×10^1
Au-194		1×10^6	Ra-228		3,0
Au-195		2×10^4	Ac-225		3×10^3
Au-198		3×10^5	Ac-227	+	5,0
Au-199		5×10^5	Ac-228		7×10^6
Th-227	+	9×10^1	Pu-242		5×10^1
Th-228	+	2×10^1	Pu-244	+	5×10^1
Th-229	+	8,0	Am-241		5×10^1
Th-230		5×10^1	Am-242m	+	5×10^1
Th-231		2×10^6	Am-243	+	5×10^1
Th-232		4×10^1	Am-244		4×10^6
Th-234	+	8×10^3	Am-241/Be-9		5×10^1
Pa-230		5×10^4	Cm-240		4×10^3
Pa-231		2×10^1	Cm-241		3×10^4
Pa-233		3×10^4	Cm-242		5×10^2
U-230	+	8×10^2	Cm-243		6×10^1
U-232		2×10^1	Cm-244		7×10^1
U-233		1×10^2	Cm-245		5×10^1
U-234		2×10^2	Cm-246		5×10^1
U-235	+	2×10^2	Cm-247		6×10^1
U-236		2×10^2	Cm-248		1×10^1

TABLEAU 10. NOI SPÉCIFIQUES DE RADIONUCLÉIDES PAR DÉFAUT POUR LES ALIMENTS, LE LAIT ET L'EAU, CONCENTRATIONS OBTENUES PAR ANALYSE EN LABORATOIRE (cont.)

Radionucléide		NOI6 (Bq/kg)	Radionucléide	NOI6 (Bq/kg)
U-238	+	1×10^2	Bk-247	2×10^1
Np-235		7×10^4	Bk-249	1×10^4
Np-236l	+	8×10^2	Cf-248	2×10^2
Np-236s		4×10^6	Cf-249	2×10^1
Np-237	+	9×10^1	Cf-250	4×10^1
Np-239		4×10^5	Cf-251	2×10^1
Pu-236		1×10^2	Cf-252	4×10^1
Pu-237		2×10^5	Cf-253	3×10^4
Pu-238		5×10^1	Cf-254	3×10^1
Pu-239		5×10^1	Es-253	5×10^3
Pu-240		5×10^1	Pu-239/Be-9	5×10^1
Pu-241		4×10^3		

TABLEAU 11. CHAÎNES D'ÉQUILIBRE RADIOACTIF

Radionucléide précurseur	Radionucléides descendants pris en compte dans les évaluations NOI6 comme étant en équilibre avec le précurseur
Mg-28	Al-28
Si-32	P-32
Ca-47	Sc-47 (3,8) ^a
Ti-44	Sc-44
Fe-52	Mn-52m
Zn-69m	Zn-69 (1,1)
Ge-68	Ga-68
Sr-90	Y-90
Y-87	Sr-87m
Zr-95	Nb-95 (2,2)
Zr-97	Nb-97m (0,95), Nb-97

^a La valeur entre parenthèses est l'activité du radionucléide descendant, par unité de précurseur, supposé présent.

TABLEAU 11. CHAÎNES D'ÉQUILIBRE RADIOACTIF (cont.)

Radionucléide précurseur	Radionucléides descendants pris en compte dans les évaluations NOI6 comme étant en équilibre avec le précurseur
Tc-95m	Tc-95 (0,041)
Mo-99	Tc-99m (0,96)
Ru-103	Rh-103m
Ru-106	Rh-106
Pd-103	Rh-103m
Pd-109	Ag-109m
Ag-108m	Ag-108 (0,09)
Ag-110m	Ag-110 (0,013)
Cd-109	Ag-109m
Cd-115	In-115m (1,1)
In-114m	In-114 (0,96)
Sn-113	In-113m
Sn-121m	Sn-121 (0,78)
Sn-126	Sb-126m, Sb-126 (0,14)
Sb-125	Te-125m (0,24)
Te-121m	Te-121
Te-127m	Te-127
Te-129m	Te-129 (0,65)
Te-132	I-132
Cs-137	Ba-137m
Ba-131	Cs-131 (5,6)
Ba-140	La-140 (1,2)
Ce-144	Pr-144m (0,018), Pr-144
Pm-148m	Pm-148 (0,053)
Gd-146	Eu-146
Dy-166	Ho-166 (1,5)
Hf-172	Lu-172
Hf-182	Ta-182
W-178	Ta-178a
W-188	Re-188
Re-184m	Re-184 (0,97)
Os-194	Ir-194

TABLEAU 11. CHAÎNES D'ÉQUILIBRE RADIOACTIF (cont.)

Radionucléide précurseur	Radionucléides descendants pris en compte dans les évaluations NOI6 comme étant en équilibre avec le précurseur
Pt-188	Ir-188 (1,2)
Hg-194	Au-194
Pb-202	Tl-202
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0,40), Po-212 (0,71)
Bi-210m	Tl-206
Bi-212	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,65)
At-211	Po-211 (0,58)
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,65)
Ra-225	Ac-225 (3,0), Fr-221 (3,0), At-217 (3,0), Bi-213 (3,0), Po-213 (2,9), Pb-209 (2,9), Tl-209 (0,067), Pb-209 (0,067)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ac-225	Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213 (0,98), Pb-209, Tl-209 (0,022)
Ac-227	Th-227 (0,99), Ra-223 (0,99), Rn-219 (0,99), Po-215 (0,99), Pb-211 (0,99), Bi-211 (0,99), Tl-207 (0,99), Fr-223 (0,014), Ra-223 (0,014), Rn-219 (0,014), Po-215 (0,014), Pb-211 (0,014), Bi-211 (0,014), Tl-207 (0,014)
Th-227	Ra-223 (2,6), Rn-219 (2,6), Po-215 (2,6), Pb-211 (2,6), Bi-211 (2,6), Tl-207 (2,6)
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213 (0,98), Pb-209 (0,98), Tl-209 (0,02), Pb-209 (0,02)
Th-234	Pa-234m
U-232	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
Np-237	Pa-233
Pu-244	U-240, Np-240m
Am-242m	Am-242, Cm-242 (0,83)
Am-243	Np-239

II.24. NOI6 est dépassé si la condition suivante est remplie :

$$\sum_i \frac{C_{f,i}}{\text{NOI6}_i} > 1 \quad (6)$$

où

$C_{f,i}$ est la concentration du radionucléide i dans les aliments, le lait ou l'eau (Bq/kg) ;

NOI6_i est la concentration du radionucléide i selon le tableau 10 (Bq/kg).

II.25. Si NOI6 est dépassé, il faudrait entreprendre les actions suivantes :

- Interdire la consommation d'aliments non essentiels¹⁵, de lait ou d'eau et procéder à une évaluation sur la base de taux de consommation réalistes. Remplacer rapidement les aliments essentiels, le lait et l'eau, ou reloger les personnes si le remplacement n'est pas possible.
- Pour les produits de fission (par ex. contenant de l'iode) et la contamination par l'iode, envisager le blocage de la thyroïde par l'iode si le remplacement des aliments essentiels, du lait et de l'eau n'est pas immédiatement possible.
- Estimer la dose aux personnes qui pourraient avoir consommé des aliments, du lait ou de l'eau de pluie provenant de la zone où des restrictions sont appliquées pour déterminer si un dépistage médical est nécessaire.

EXPLICATION EN LANGAGE ORDINAIRE

II.26. L'expérience montre que c'est quand ils comprennent comment les actions assurent la sûreté du public que les décideurs les mettent en œuvre et que le public obéit aux consignes [32]. Les NOI par défaut s'accompagnent donc d'une explication en langage ordinaire de la manière dont les critères et les actions associées assurent la sûreté de tous les membres du public. En outre, l'expérience montre que l'utilisation de critères trop prudents peut conduire le public à agir dans un sens qui fait plus de mal que de bien. Les NOI par défaut ont été élaborés sur la base d'hypothèses d'une prudence réaliste qui donnent une assurance raisonnable que tous les membres du public sont en sûreté.

¹⁵ La restriction de la consommation d'aliments essentiels pourrait entraîner des effets sanitaires graves (grave malnutrition, p. ex.).

II.27. La préparation d'explications en langage ordinaire des NOI par défaut devrait reposer sur l'hypothèse que les membres du public vivant dans des conditions normales, y compris ceux qui sont plus vulnérables aux rayonnements comme les enfants et les femmes enceintes, bénéficieront d'un niveau de protection correspondant aux normes internationales à condition que pendant l'urgence :

- Ils ne reçoivent pas une dose à n'importe quel organe proche de celles qui entraînent des effets déterministes graves. Les seuils pour l'apparition d'effets déterministes graves sont donnés au tableau 2.
- Ils ne reçoivent pas une dose au-dessus de laquelle le risque d'effets sanitaires (cancer, par ex.) est suffisamment élevé pour justifier la mise en œuvre d'actions protectrices pendant une urgence (critère générique de 100 mSv par an, comme indiqué au tableau 3). En dessous de ce critère générique, les actions protectrices ne sont pas toujours justifiées et seront mises en œuvre (si elles le sont) sur la base de critères justifiés élaborés avec les parties intéressées, après un examen minutieux des circonstances, y compris de l'impact de toute action protectrice.

II.28. Les communications en langage ordinaire ci-dessous peuvent être adressées directement aux membres du public à qui le critère s'applique.

Explication en langage ordinaire pour NOI1

II.29. Rester dans la zone où NOI1 est dépassé pourrait ne pas être sûr. Les personnes vivant dans la zone devraient *[insérer les actions recommandées appropriées pour NOI1]* pour réduire le risque d'effets sanitaires dus aux rayonnements.

Explication en langage ordinaire pour NOI2

II.30. Rester dans la zone où NOI2 est dépassé pendant une courte période est possible si l'on prend les mesures recommandées ci-dessous, mais rester pour des périodes plus longues pourrait ne pas être sûr. Quitter la zone (s'installer ailleurs) dans un délai d'une semaine et *[insérer les actions recommandées appropriées pour NOI2]*.

II.31. Les actions recommandées pour NOI2 tiennent compte des membres du public les plus vulnérables à la radioexposition (par ex. les enfants et les femmes enceintes). Elles tiennent compte aussi de toutes les voies d'exposition aux matières radioactives déposées au sol, y compris l'inhalation de poussières et l'ingestion par inadvertance d'impuretés (par ex., à cause de mains sales). Pour

certains types de matières radioactives, ces conseils pourraient être excessifs, mais on les juge prudents en attendant d'autres analyses. Le relogement sera probablement temporaire.

Explication en langage ordinaire pour NOI3

II.32. Si d'autres aliments sont disponibles dans les zones dans lesquelles NOI3 est dépassé, arrêter de consommer des produits locaux (légumes, par ex.), du lait d'animaux pâturant et de l'eau de pluie jusqu'à ce qu'ils aient été criblés et déclarés sûrs. Cependant, si l'interdiction de consommation risque de provoquer une grave malnutrition ou une déshydratation car il n'y a pas d'aliments, de lait ou d'eau de remplacement, ces articles peuvent être consommés pendant une courte période jusqu'à ce que des produits de substitution soient disponibles.

II.33. Les actions recommandées pour NOI3 tiennent compte des membres du public les plus vulnérables à la radioexposition (par ex. les enfants et les femmes enceintes). Elles supposent que la totalité des aliments et du lait produits localement est contaminée par des matières radioactives et que peu de mesures sont prises (lavage, par ex.) pour réduire la contamination avant consommation. Le dépassement de NOI3 ne signifie pas que les aliments ou le lait produits dans la zone ne sont pas sûrs ; cependant, il est prudent de ne pas consommer d'aliments locaux non essentiels en attendant d'autres analyses.

Explication en langage ordinaire pour NOI4

II.34. Quiconque peut avoir des matières radioactives sur la peau ou les vêtements devrait veiller à éviter l'ingestion par inadvertance des matières (qui peuvent ne pas être visibles). Les précautions à prendre consistent notamment à se laver les mains avant de boire, manger ou fumer, et à ne pas porter les mains à la bouche tant qu'elles ne sont pas lavées. Il faut aussi changer de vêtements dès que possible et se doucher avant d'enfiler des vêtements propres. Les vêtements retirés devraient être placés dans un sac en attendant leur lavage. Ces recommandations valent aussi pour les personnes qui peuvent avoir été contrôlées. Les actions recommandées pour NOI4 tiennent compte des membres du public les plus vulnérables à la radioexposition (par ex. les enfants et les femmes enceintes). On suppose que des personnes pourraient manger sans s'être décontaminé les mains et ingérer ainsi des matières radioactives. Les experts ne pourront peut-être pas procéder au contrôle radiologique dans les délais voulus et à une décontamination immédiate, et les niveaux de contamination peuvent être très difficiles à estimer dans des conditions d'urgence, mais les personnes risquant d'être contaminées peuvent prendre les précautions efficaces susmentionnées pour se protéger.

Explication en langage ordinaire pour NOI5

II.35. En dessous de NOI5 : les aliments produits localement, le lait et l'eau ont été criblés et tous les membres du public, y compris les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes, peuvent boire le lait et l'eau et manger les aliments en toute sûreté pendant la phase d'urgence.

Explication en langage ordinaire pour NOI6

II.36. En dessous de NOI6 : les aliments produits localement, le lait et l'eau ont été criblés et tous les membres du public, y compris les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes, peuvent boire le lait et l'eau et manger les aliments en toute sûreté pendant la phase d'urgence.

II.37. Au-dessus de NOI6 : les aliments produits localement, le lait et l'eau ont été criblés et les mesures indiquent que d'autres investigations sont nécessaires avant que la consommation générale sans restrictions de ces articles ne soit autorisée. Cependant, si l'interdiction de consommation risque de provoquer une grave malnutrition ou une déshydratation car il n'y a pas d'aliments, de lait ou d'eau de remplacement, ces articles peuvent être consommés pendant une courte période jusqu'à ce que des produits de substitution soient disponibles.

II.38. L'analyse pour NOI6 tient compte des membres du public les plus vulnérables (nourrissons et femmes enceintes, par ex.) et suppose que la totalité des aliments, du lait et de l'eau est contaminée. Le dépassement des critères pourrait donc ne pas signifier que les aliments, le lait ou l'eau sont impropres à la consommation, mais pourrait indiquer que d'autres investigations, avec prise en compte des taux de consommation effectifs et criblage supplémentaire, sont nécessaires.

Appendice III

ÉLABORATION DE NAU ET EXEMPLES DE NAU POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE

III.1. Le paragraphe 4.19 de la réf. [2] exige que l'exploitant d'une installation ou d'une pratique des catégories de menace I, II, III ou IV (qui inclut les réacteurs à eau ordinaire) utilise un système de classement de toutes les situations potentielles d'urgence nucléaire ou radiologique qui justifieraient une intervention d'urgence pour protéger les travailleurs et le public.

III.2. Le système de classement ne devrait pas être élargi à tous les événements à notifier, mais devrait se limiter aux alertes et aux urgences qui exigent une action immédiate sur le site¹⁶.

III.3. Les classes suivantes sont définies pour les installations des catégories de menace I et II : urgence générale, urgence sur le site, urgence dans l'installation et alerte [2].

III.4. La déclaration d'une urgence de l'une quelconque de ces classes devrait déclencher une intervention qui va bien au-delà des opérations normales. Le nombre minimum de classes est de quatre. Chaque classe correspond à un niveau nettement différent d'intervention, comme indiqué à la figure 6.

III.5. Le paragraphe 4.20 de la réf. [2] indique que « [I]es critères de classement doivent être des niveaux d'action urgente [NAU] prédéfinis en rapport avec des conditions anormales pour l'installation ou la pratique concernée, les préoccupations liées à la sécurité, les rejets de matières radioactives, les mesures faites dans l'environnement et d'autres indicateurs observables ».

¹⁶ Les événements qui ne devraient pas être inclus dans le système de classement des urgences sont par exemple : défaillances techniques dépassant les limites des codes d'inspection en service ; défaillances d'équipements au-delà des limites de fiabilité escomptées ; détection de défauts de conception majeurs ou de séquences accidentelles potentielles hors dimensionnement ; symptômes de défaillances graves de la formation ou du comportement des opérateurs ; violations des spécifications techniques ou du règlement de transport ; et déficiences dans la culture de sûreté.

Alerte	Urgence dans l'installation	Urgence sur le site	Urgence générale
Actions immédiates pour analyser la situation et atténuer les conséquences			
	Actions immédiates pour protéger les personnes sur le site		
			Préparatifs pour la mise en œuvre d'actions protectrices hors site
			Actions immédiates pour protéger le public hors site

FIG. 6. Relations entre les mesures d'intervention au titre du système de classement.
(Note : les mesures ne sont pas présentées dans un ordre d'exécution)

III.6. Une urgence générale pourrait être déclenchée, par exemple, dans les situations suivantes :

- Endommagement effectif ou prévu¹⁷ du cœur du réacteur ou de grandes quantités de combustible récemment déchargé en combinaison avec un endommagement effectif de barrières ou de systèmes critiques de sûreté tel qu'un rejet radioactif devient hautement probable ;
- Détection de niveaux de rayonnements hors site qui justifient des actions protectrices urgentes ;
- Acte malveillant entraînant une incapacité de contrôler ou commander des systèmes critiques de sûreté nécessaires pour empêcher un rejet, ou des expositions hors site qui pourraient donner lieu à des doses justifiant des actions protectrices urgentes.

III.7. Une urgence sur le site pourrait être déclenchée, par exemple, dans les situations suivantes :

- Une très forte baisse du niveau de défense en profondeur du cœur du réacteur ou du combustible activement refroidi ;

¹⁷ Un « endommagement prévu » est déduit de la perte de fonctions critiques de sûreté nécessaires pour protéger le cœur ou de grandes quantités de combustible récemment déchargé.

- Une très forte baisse de la protection contre un accident de criticité ;
- Des conditions telles que toute défaillance supplémentaire pourrait aboutir à une urgence générale ;
- Des doses hors site proches des niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes ;
- Un acte malveillant susceptible de perturber des fonctions critiques de sûreté ou de provoquer un rejet majeur ou des expositions graves.

III.8. Une urgence dans l'installation pourrait être déclenchée, par exemple, dans les situations suivantes :

- Un accident de manutention de combustible y compris la chute d'un conteneur de transport de combustible¹⁸ ;
- Un incendie dans l'installation ou une autre urgence n'affectant pas les systèmes de sûreté ;
- Un acte malveillant ou une activité criminelle (extorsion ou chantage, par ex.) qui résulte en une situation dangereuse sur le site mais qui n'est pas susceptible de provoquer un accident de criticité ou un rejet hors site qui justifierait des actions protectrices urgentes ;
- Perte de protection ou de contrôle concernant un émetteur gamma de haute énergie ou du combustible usé ;
- Rupture d'une source dangereuse ;
- Doses élevées sur le site, proches des niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes ;
- Doses dépassant les limites établies pour les travailleurs sous rayonnements, dont les travailleurs du transport et de la manutention, y compris les cas de confirmation de valeurs élevées mesurées par des détecteurs de zone ou de processus ou des instruments de mesure de la contamination ;
- Déversement d'huile ou de produits chimiques constituant un danger pour l'environnement ;
- Troubles civils (par ex., manifestations dans les environs d'une centrale nucléaire).

III.9. Les alertes sont des événements qui ne constituent pas une urgence, mais qui justifient l'activation rapide d'éléments du dispositif d'intervention sur le site à l'appui du personnel d'exploitation.

¹⁸ La chute d'un conteneur de transport de combustible et un accident de manutention de combustible sont considérés comme des urgences dans l'installation car ils ne peuvent pas donner lieu à des doses qui justifient des actions protectrices hors site.

CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES CONCERNANT LE CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE

III.10. Ce classement a été conçu pour être aussi indépendant que possible des modèles de réacteurs à eau ordinaire. L'objectif est d'établir un classement qui puisse être considéré comme une référence utile pour les divers modèles de réacteurs à eau ordinaire de par le monde. Pour son application, il faut tenir compte des caractéristiques de conception de chaque réacteur.

III.11. Le système de classement repose sur le fait que l'endommagement du cœur et la défaillance du confinement sont tous deux nécessaires pour un rejet grave et des doses élevées sur le site.

III.12. Les classes sont associées à une probabilité ou une certitude de plus en plus grande qu'il existe des conditions qui conduiront à un endommagement du cœur ou à des doses élevées sur le site ou en dehors. Un tel système de classement donne les moyens optimaux au personnel du site d'atténuer les conséquences de l'événement et aux intervenants hors site de mettre en œuvre des actions protectrices efficaces pour le public.

APPLICATION DU CLASSEMENT DES URGENCES

III.13. Les critères utilisés pour classer les événements sont appelés niveaux d'action urgente (NAU). Un NAU est un seuil prédéterminé d'un élément observable auquel les équipes d'intervention dans la centrale et hors site se préparent à une urgence d'une classe donnée. Il existe deux types fondamentalement différents de NAU : symptomatiques et événementiels. Les NAU symptomatiques sont des résultats de mesures faites par des instruments spécifiques (par ex., pression du circuit de refroidissement du réacteur supérieure à une certaine valeur) ou d'autres éléments observables ou seuils quantifiables (par ex., défaillance de systèmes d'alimentation énergétique de secours indiquée par un paramètre spécifique). Les NAU événementiels sont des critères plus subjectifs qui font appel au jugement du personnel d'exploitation. Un exemple de NAU événementiel serait « un incendie détecté dans une zone contenant des systèmes de sûreté vitaux ».

III.14. Si possible, il faudrait utiliser des NAU symptomatiques car ils permettent de procéder au classement dans de meilleurs délais et avec moins d'erreurs. Pour les installations où les systèmes importants pour la sûreté sont surveillés au moyen d'instruments et d'alarmes, une grande partie des NAU

peuvent être symptomatiques par nature, tandis que les procédures de classement pour les installations simples ayant peu d'instruments comprendront presque exclusivement des NAU événementiels.

III.15. Le présent appendice contient deux tableaux donnant des exemples de NAU pour le classement des événements¹⁹. Le tableau 12 concerne un réacteur en fonctionnement, en attente ou à l'arrêt chaud. Dans ces modes, toutes les barrières à produits de fission, tous les instruments et tous les systèmes de sûreté sont en place et opérationnels. Le tableau 13 concerne les réacteurs à l'arrêt froid (circuit de refroidissement du réacteur fermé et température du caloporteur inférieure à 100° C) ou en rechargement de combustible. Dans ces modes, la quantité d'énergie dans le circuit de refroidissement, la production de chaleur résiduelle et les produits de fission à courte période sont grandement réduits. En outre, le circuit de refroidissement et le confinement du réacteur peuvent ne pas être en place (par ex., le couvercle de la cuve sous pression peut avoir été enlevé) et un plus petit nombre de systèmes de sûreté et d'instruments doivent être opérationnels. Ces deux tableaux, tels que décrits ci-dessus, établissent des conditions limites prudentes pour le critère essentiel, qui est de savoir si le circuit de refroidissement du réacteur est scellé ou non (c'est-à-dire en contact avec l'atmosphère).

III.16. Les critères dans les tableaux sont organisés pour permettre le classement le plus rapide possible d'un événement qui pourrait entraîner un rejet grave. Ils sont présentés dans l'ordre suivant : 1) dégradation d'une fonction critique de sûreté ; 2) perte de barrières à produits de fission ; 3) augmentation des niveaux de rayonnements sur le site ; 4) augmentation des niveaux de rayonnements hors site ; 5) événements de sécurité, incendies, explosions, rejets de gaz toxiques, événements naturels et autres événements ; et 6) événements concernant la piscine à combustible usé.

III.17. Les tableaux 12 et 13 contiennent des exemples de NAU correspondant aux éléments du système de classement. Les NAU indiqués dans les tableaux devraient donc être remplacés par des NAU spécifiques du site. Les orientations ci-après s'appliquent à cet égard :

¹⁹ On ne donne pas d'exemple de NAU pour l'urgence dans une installation car il n'y a pas eu de recherches et d'études génériques pour identifier l'éventail des urgences possibles pouvant servir de base solide à l'élaboration de tels exemples. Les événements classés comme urgence dans une installation et les NAU servant à leur classement devraient donc reposer sur une analyse spécifique du site.

- Il est crucial que la procédure de classement spécifique du site soit conçue pour une utilisation rapide (achevée en quelques minutes) et facile en cas d'événement.
- Il faudrait veiller à ce que les procédures de classement soient utilisables dans des conditions accidentelles, lorsque la charge de travail et le stress sont au plus haut.
- La performance des instruments en cas d'urgence devrait aussi être prise en compte pour la définition des NAU. Les tableaux 12 et 13 incluent des notes à propos des faits dont il faudrait tenir compte pour l'utilisation de divers instruments lors d'une urgence. Tous les instruments ne sont pas certifiés pour une utilisation fiable dans des conditions accidentelles difficiles.
- Les NAU spécifiques du site devraient utiliser les mêmes unités de mesure que les instruments et la terminologie en usage dans la centrale.
- Une fois le système de NAU spécifiques du site élaboré, il devrait être testé et/ou validé lors d'exercices et de séances sur place pour s'assurer qu'il est applicable par le personnel de la salle de commande dans des conditions d'urgence.
- L'étape finale de la mise en œuvre consiste à revoir le système de classement avec les responsables hors site. Ceux d'entre eux qui auraient pour tâche d'entreprendre des actions protectrices ou autres mesures d'intervention découlant du classement devraient donner leur accord sur le système de classement.
- Les NAU et les procédures correspondantes devraient être révisés sur la base de l'expérience d'exploitation et du retour d'information sur les exercices.

PROCÉDURES DE GESTION DES ACCIDENTS ET CLASSEMENT DES URGENCES

III.18. Les principaux objectifs de la gestion des accidents sont d'empêcher qu'un événement ne dégénère en accident grave, d'atténuer les conséquences d'un accident grave qui se produirait et d'établir une situation stable et sûre à long terme.

III.19. Les procédures de conduite d'urgence visant à empêcher un accident grave sont appliquées par le personnel de la salle de commande principale lors d'événements ne constituant pas un accident grave. Les directives de gestion des accidents graves sont utilisées principalement par le centre de soutien technique de l'organisme exploitant ou le centre de commandement de l'intervention pour

conseiller le personnel de la salle de commande principale et les groupes d'intervention hors site sur les mesures d'atténuation.

III.20. Le paragraphe 4.19 de la réf. [2] indique que l'exploitant « doit prendre des dispositions pour la détermination rapide d'une situation d'urgence nucléaire ou radiologique réelle ou potentielle et du niveau d'intervention approprié ».

III.21. Toute situation qui justifierait l'application de procédures de conduite d'urgence serait classée comme urgence et déclencherait une intervention prédéterminée sur le site. Une fois qu'existent les conditions d'un endommagement du cœur effectif ou imminent, on devrait passer du domaine des procédures de conduite d'urgence à celui des directives de gestion des accidents graves.

III.22. Les procédures de conduite d'urgence et les directives de gestion des accidents graves devraient être intégrées dans la structure organique définie dans le plan d'urgence de la centrale et être coordonnées avec le plan pour assurer une intervention cohérente et coordonnée face à un accident grave. Les conditions dans la centrale dans le cadre des procédures de conduite d'urgence et des directives de gestion des accidents graves devraient servir de repères clairs pour les conditions initiales du classement des accidents pour l'application de NAU appropriés sur le site.

III.23. Dans le cadre de l'application des procédures de conduite d'urgence et des directives de gestion des accidents graves spécifiques de la centrale, le plan d'urgence devrait être revu en ce qui concerne les actions qui devraient être entreprises d'après les procédures de conduite d'urgence et les directives de gestion des accidents graves pour s'assurer qu'il n'y a pas de conflits. Il faudrait faire en sorte qu'il n'y ait pas de conflits avec les dispositions en matière de sécurité, de lutte contre l'incendie et de soutien depuis l'extérieur du site (pompiers et services de sécurité hors site, par ex.).

III.24. Le paragraphe 4.7. de la réf. [2] indique qu'il faut faire en sorte « que la transition et la mise en œuvre des premières mesures d'intervention ne diminuent pas la capacité des opérateurs (dont ceux de la salle de commande) de suivre les procédures à appliquer pour assurer la sûreté du fonctionnement et prendre des mesures d'atténuation ».

HYPOTHÈSES TECHNIQUES

III.25. Les exemples de NAU dans les tableaux 12 et 13 sont basés sur les recherches considérables concernant les accidents graves pour les réacteurs à eau ordinaire (tels que les réacteurs à eau sous pression, les réacteurs à eau bouillante et les réacteurs modérés et refroidis par eau). Les NAU devraient couvrir tous les événements pouvant se produire dans un réacteur à eau ordinaire et susceptibles de donner lieu à des doses élevées sur le site ou à un rejet grave. Toutefois, il faudrait les comparer aux résultats d'une éventuelle évaluation probabiliste de la sûreté réalisée pour le site pour s'assurer que tous les accidents graves sont pris en compte.

III.26. Les trois niveaux possibles d'urgence indiqués dans les tableaux 12 et 13 sont définis comme suit [27] :

Urgence générale. Événements donnant lieu à un rejet effectif ou à un risque considérable de rejet nécessitant la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes hors site. Il s'agit notamment a) d'un endommagement grave²⁰ effectif ou prévu du cœur ou de grandes quantités de combustible usé, ou b) de rejets hors site donnant lieu à une dose dépassant les niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes. Des actions protectrices urgentes devraient être entreprises immédiatement en ce qui concerne le public près de la centrale lorsqu'une urgence de ce niveau est déclarée.

Urgence sur le site. Événements donnant lieu à une forte baisse du niveau de protection du personnel du site ou du public. Il s'agit notamment : i) d'une forte baisse du niveau de protection du cœur ou de grandes quantités de combustible usé ; ii) de conditions dans lesquelles une défaillance supplémentaire pourrait provoquer un endommagement du cœur ou du combustible usé ; ou iii) de doses élevées sur le site ou de doses hors site proches des niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes. Pour cette classe d'urgence, des mesures devraient être prises pour limiter les doses au personnel du site et préparer la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes hors site.

Alertes. Événements comportant une baisse inconnue ou importante du niveau de protection du personnel du site ou du public. Pour cette classe d'urgence, le niveau de disponibilité des équipes d'intervention sur le site et hors site est augmenté et des évaluations supplémentaires sont faites.

²⁰ Endommagement grave entraînant le rejet de plus de 20 % de l'inventaire du plenum.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Dégradation d'une fonction critique de sûreté			
Incapacité d'arrêter la réaction nucléaire ¹	<p>Incapacité de mettre à l'arrêt d'urgence à plus de 5 % de puissance <i>[ou niveau de puissance spécifique du site]</i>² et une des conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Marge de refroidissement négative pour un réacteur à eau sous pression sur la base de la fig. 7 — Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif <p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements <p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur 	Incapacité de mettre à l'arrêt d'urgence à plus de 5 % de puissance <i>[ou niveau de puissance spécifique du site]</i> et conditions anormales indiquant qu'un arrêt d'urgence automatique ou manuel est nécessaire	Incapacité de mettre complètement à l'arrêt (augmentation du flux de neutrons) ³ dans le cadre de l'arrêt normal avec une évacuation suffisante de la chaleur (source froide ultime disponible et suffisante)
Refroidissement insuffisant du cœur — niveau dans la cuve ⁴	Le niveau d'eau dans la cuve est, ou est en passe d'être, en dessous du sommet du combustible actif pendant plus de 15 minutes	Le niveau d'eau dans la cuve est, ou est en passe d'être, en dessous du sommet du combustible actif	Le niveau d'eau dans la cuve baisse pendant plus longtemps que prévu tandis que les systèmes réagissent normalement

1 « Arrêter la réaction nucléaire » est une expression générale qui recouvre « l'arrêt d'urgence », cette dernière expression ne désignant que l'insertion des barres de commande dans le réacteur.

2 L'incapacité de mettre le réacteur à l'arrêt d'urgence est évaluée habituellement si la puissance restante du réacteur est supérieure à 5 % de la puissance nominale et que des conditions indiquent que l'arrêt d'urgence est nécessaire (les systèmes de sûreté sont habituellement capables d'évacuer la chaleur à moins de 5 % de la puissance nominale). Pour certaines centrales, des valeurs spécifiques de la centrale devraient être utilisées.

3 L'augmentation du flux de neutrons est un symptôme explicite que le réacteur n'est pas complètement à l'arrêt.

4 Un refroidissement inadéquat est caractérisé par trois types de conditions initiales : niveau dans la cuve, température du cœur et capacité d'évacuation de la chaleur résiduelle. Ces conditions sont valables aussi bien pour les réacteurs à eau sous pression que pour les réacteurs à eau bouillante, et sont placés avant la température du circuit primaire, qui ne concerne que les réacteurs à eau sous pression.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Notes sur la mesure des niveaux : — Les niveaux dans le pressuriseur des réacteurs à eau sous pression peuvent ne pas être des indicateurs valables du niveau d'eau dans la cuve dans des conditions accidentelles — Dans les réacteurs à eau sous pression, les niveaux d'eau mesurés dans la cuve peuvent être marqués par des incertitudes considérables (30 %) et ne devraient servir qu'à estimer des tendances — Dans les réacteurs à eau bouillante, une température élevée dans le volume d'expansion et les accidents de baisse de pression (APRP, par ex.) peuvent fausser les mesures du niveau d'eau	Le niveau d'eau dans la cuve est, ou est en passe d'être, en dessous du sommet du combustible actif et une des conditions suivantes : — Taux d'injection dans la cuve inférieur à <i>[utiliser la fig. 8 et des courbes capacité-pression pour les pompes en service]</i> ou — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur Note : Une défaillance imminente du circuit de refroidissement du réacteur ou de l'enveloppe de confinement pourrait être considérée comme critère supplémentaire ⁵ .	Température mesurée par le thermocouple en sortie de cœur supérieure à 800 °C	Température mesurée par le thermocouple en sortie de cœur supérieure à 370 °C
Refroidissement insuffisant du cœur — température du cœur ⁶ Refroidissement insuffisant du cœur — évacuation de la chaleur résiduelle (compte tenu du fonctionnement des pompes, de la tuyauterie, des échangeurs de chaleur, des sources froides, du système d'alimentation, des fluides auxiliaires)		Température mesurée par le thermocouple en sortie de cœur supérieure à 650 °C Défaillance effective ou défaillance prévue à long terme de la capacité d'évacuation de la chaleur résiduelle dans l'environnement, pouvant affecter la capacité de protection du cœur	Température mesurée par le thermocouple en sortie de cœur supérieure à 370 °C Indisponibilité du circuit d'eau d'alimentation normale pour l'évacuation de la chaleur résiduelle ⁷

⁵ En cas d'endommagement du cœur, l'état de l'enveloppe de confinement du réacteur et des barrières de confinement influera grandement sur l'ampleur du rejet de produits de fission.
⁶ L'élévation de la température en sortie de cœur est un symptôme direct de la dégradation du refroidissement du cœur. Par conséquent, ce symptôme est utilisé comme condition initiale pour un refroidissement inadéquat du cœur. La température critique de l'eau au-dessus de laquelle il ne peut pas y avoir d'eau liquide quelle que soit la pression du système est 370 °C ; 650 °C est une valeur habituellement utilisée pour un refroidissement inadéquat du cœur dans les procédures d'urgence et indique une production proche d'hydrogène par une réaction vapeur-Zr ; 800 °C est l'indication d'un endommagement du cœur qui commence à une température du cœur d'environ 1 200 °C.
⁷ L'eau d'alimentation normale sert à l'évacuation de la chaleur dans ces modes. Si elle n'est pas disponible, il faudrait utiliser les sources d'eau de remplacement pour alimenter le générateur de vapeur.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Réacteur à eau sous pression — température anormale du circuit primaire (refroidissement insuffisant du cœur)	Réacteur à eau sous pression — marge de refroidissement négative sur la base de la fig. 7 ou température du circuit primaire dépassant l'échelle pendant plus de 15 minutes [ou durée spécifique du site pour un endommagement du cœur après un accident de perte de caloporteur] et une des conditions suivantes : — Débit d'injection dans la cuve inférieur aux pertes d'eau par évaporation due à la chaleur résiduelle [utiliser la fig. 8 et des courbes capacité-pression pour les pompes en service] ⁸ ou — Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur	Réacteur à eau sous pression — marge de refroidissement négative sur la base de la fig. 7 pendant plus de 15 minutes [ou temps spécifique du site au bout duquel un endommagement du cœur est possible après un accident de perte de caloporteur]	Réacteur à eau sous pression — la pression et la température du circuit primaire indiquent une marge de refroidissement négative sur la base de la fig. 7 pendant plus de 5 minutes Note : La marge de refroidissement est négative dès que la température du circuit est plus élevée que la température de saturation à la pression nominale des vannes de sûreté du circuit de refroidissement ¹¹ .
Note : La température devrait être mesurée dans la cuve. La plupart des réacteurs à eau sous pression ont des thermocouples en sortie de cœur pour mesurer les températures dans la cuve. Utiliser la moyenne des quatre valeurs les plus élevées mesurées en sortie de cœur. S'il y a un flux d'eau, la température de la branche chaude (T_{chaud}) pourrait être utilisée s'il n'y a pas de thermocouple, bien que cette indication soit moins rapide ⁸ . Dans les réacteurs à eau bouillante, aucun instrument ne donne de mesure valable de la température dans le cœur.			

⁸ T_{chaud} constitue une sauvegarde pour la température du cœur car le flux à travers le cœur ne peut pas être facilement confirmé et les changements de T_{chaud} sont retardés par rapport à la température en sortie de cœur.

⁹ Cela donne une description plus précise des phénomènes à l'intérieur de la cuve du réacteur.

¹⁰ En cas d'endommagement du cœur, l'état du circuit de refroidissement du réacteur et des barrières de confinement influera grandement sur l'ampleur du rejet de produits de fission.

¹¹ S'il n'est pas possible d'établir une injection adéquate de caloporteur pour restaurer l'évacuation de la chaleur résiduelle, le liquide du circuit de refroidissement du réacteur commence à être saturé. Si la température du circuit est supérieure à la température de saturation à la pression nominale des vannes de sûreté du circuit de refroidissement, cela empêche une augmentation de la pression de ce circuit.

TABEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Perte des alimentations CA ou CC	Perte effective ou prévue de toutes les alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et des systèmes d'appui pendant plus de 45 minutes <i>[ou durée spécifique du site nécessaire pour que le cœur soit découvert pendant plus de 15 minutes]</i> Perte de toutes les alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et une des conditions suivantes : <ul style="list-style-type: none">— Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actifou— Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnementsou— Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur	Perte effective ou prévue des alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et des systèmes d'appui pendant plus de 30 minutes <i>[ou temps spécifique du site nécessaire pour que le cœur soit découvert]</i>	Perte ou réduction à une seule des alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et des systèmes d'appui
Conditions d'origine inconnue affectant les systèmes de sûreté	Conditions qui ne sont pas comprises et pourraient affecter les systèmes de sûreté		

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Perte ou maîtrise dégradée des systèmes de sûreté, y compris l'instrumentation postaccidentelle ¹²	Indisponibilité des instruments des systèmes de sûreté ou des commandes dans la salle de commande et des centres de commande à distance et une des conditions suivantes : — Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif ou — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur	Indisponibilité des instruments des systèmes de sûreté ou des commandes dans la salle de commande pendant plus de 15 minutes et transitoire majeur en cours, affectant potentiellement la capacité de protection du cœur	Fonctionnement non fiable de plusieurs instruments des systèmes de sûreté ou commandes dans la salle de commande pendant plus de 15 minutes
Perte de barrières à produits de fission			
Risque majeur accru d'endommagement du cœur ou du combustible usé	Perte pendant plus de 45 minutes de tous les systèmes requis pour la protection du cœur ou du combustible usé <i>[ou durée spécifique du site nécessaire pour que le cœur soit découvert pendant plus de 15 minutes]</i>	La défaillance d'un composant supplémentaire d'un système de sûreté aura pour conséquence que le cœur ou le combustible usé sera découvert	Défaillances effectives ou prévues ne laissant qu'un ensemble de barrières pour empêcher l'endommagement du cœur ou du combustible usé ou un rejet majeur

¹² La capacité de commande des systèmes de sûreté peut être soit dégradée soit complètement perdue ; il est tenu compte des deux cas. Le fonctionnement non fiable de plusieurs instruments ou alarmes des systèmes de sûreté et l'indisponibilité des instruments ou commandes de ces systèmes sont envisagés. L'instrumentation postaccidentelle donne des informations essentielles à l'appui du fonctionnement et de la commande des systèmes de sûreté et il en est tenu compte.

TABEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Forte concentration de ¹³¹ I dans le caloporteur primaire Note : Il ne faudrait pas prélever d'échantillons de caloporteur si cela peut donner lieu à des doses individuelles élevées. — Utiliser seulement les concentrations dans des échantillons prélevés après le début de l'événement — Les concentrations dans le caloporteur pourraient ne pas être représentatives — Suppose que le cœur pourrait ne pas être refroidissable après fusion de 10 %	Concentration en ¹³¹ I supérieure à [valeurs spécifiques du site pour le rejet de 10 % de l'inventaire du cœur]	Concentration en ¹³¹ I supérieure à [valeurs spécifiques du site indiquant un rejet de 20 % de l'inventaire du plenum]	Concentration en ¹³¹ I supérieure à [valeurs spécifiques du site égales à 100 fois les spécifications techniques ou autres limites opérationnelles]
Endommagement du cœur confirmé	[Valeurs spécifiques du site mesurées par le système d'échantillonnage postaccidentel] ¹³ indiquant un rejet de 20 % de l'inventaire du plenum ¹⁴	[Valeurs spécifiques du site mesurées par le système d'échantillonnage postaccidentel] ¹³ indiquant un rejet de 1 % de l'inventaire du plenum ¹⁴	

¹³ La référence à un dispositif défaillant de surveillance du combustible dans un réacteur à eau sous pression et à un dispositif de surveillance des effluents gazeux dans un réacteur à eau bouillante est remplacée par une référence à un système d'échantillonnage post accidentel.

¹⁴ L'inventaire du plenum est la quantité de produits de fission présents dans le plenum de l'aiguille combustible en fonctionnement normal.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Fuite du circuit primaire	<p>Fuite du circuit primaire nécessitant l'intervention de tous les systèmes de refroidissement d'urgence du cœur à pression normale et haute pour maintenir le niveau d'eau¹⁵ dans le circuit primaire et une des conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Injection dans la cuve inférieure au débit donné par la fig. 8 ou — Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif, et diminuant ou — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur <p>Note : Une défaillance imminente de l'enveloppe de confinement pourrait être considérée comme critère supplémentaire¹⁶.</p>	Fuite du circuit primaire pendant plus de 15 minutes nécessitant l'intervention de tous les systèmes de refroidissement d'urgence du cœur à pression normale et haute pour maintenir le niveau d'eau dans le circuit primaire <i>[indicateurs spécifiques du site]</i>	Fuite du circuit primaire pendant plus de 15 minutes supérieure à 2 % du flux normal d'eau d'alimentation à pleine puissance ¹⁷ (pour les réacteurs à eau bouillante, référence au système de contrôle de l'inventaire du caloporteur) <i>[indicateurs spécifiques du site — autre possibilité, référence au flux normal d'alimentation]</i>

¹⁵ Le critère a été remplacé par celui utilisé pour l'urgence sur le site pour introduire le débit de fuite à la place du système opérationnel de refroidissement du cœur, utilisé précédemment et qui était trompeur.

¹⁶ En cas d'accident de perte de caloporteur et d'endommagement du cœur, l'état de la barrière de confinement affecte directement l'ampleur du rejet de produits de fission.

¹⁷ On utilise le débit de fuite en ce qui concerne l'eau d'alimentation normale pour le fonctionnement normal à pleine puissance à la place du débit de fuite en ce qui concerne le nombre de pompes en service. Ce paramètre répond mieux aux préoccupations à l'occasion d'un accident de perte de caloporteur (c'est-à-dire assurer un refroidissement suffisant du cœur). Pour certaines centrales, le débit de fuite devrait aussi être déterminé sur la base du débit normal d'alimentation.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Fuite du circuit primaire directement dans l'atmosphère, comme :	Fuite du circuit primaire directement dans l'atmosphère et une des conditions suivantes :	Fuite du circuit primaire directement dans l'atmosphère ¹⁸ ou — Réacteur à eau sous pression : fuite importante du circuit primaire vers le circuit secondaire ⁹	Réacteur à eau sous pression : fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire nécessitant le fonctionnement continu de plus de pompes d'alimentation que la normale ²⁰ pour maintenir le niveau d'eau dans le circuit primaire
— Réacteur à eau sous pression : rupture de tube de générateur de vapeur	— Niveau d'eau dans la cuve prévu ou confirmé en dessous du sommet du combustible actif		
— Réacteur à eau bouillante : défaillance d'une vanne d'isolement de la vapeur principale en dehors du confinement	ou — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements		
— Fuite avec incapacité du confinement d'assurer l'isolement	ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur		Réacteur à eau bouillante : défaillance d'une vanne d'isolement de la vapeur principale sans perte d'intégrité de la tuyauterie de vapeur vers la turbine et/ou le condenseur ²¹
— Centrale sans confinement			

Niveaux de rayonnements

Taux de rejet d'effluents plus de 100 fois supérieurs aux limites de rejet	Mesures des moniteurs d'effluents supérieures pendant plus de 15 minutes à [liste spécifique du site des moniteurs d'effluents et des mesures indiquant que dans l'heure les doses hors site seront supérieures aux niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes, en supposant des conditions météorologiques moyennes]	Mesures des moniteurs d'effluents supérieures pendant plus de 15 minutes à [liste spécifique du site des moniteurs d'effluents et des mesures indiquant que dans les 4 heures les doses hors site seront supérieures à un dixième des niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes, en supposant des conditions météorologiques moyennes]	Mesures des moniteurs d'effluents supérieures pendant plus de 15 minutes à [liste spécifique du site des moniteurs d'effluents et des mesures indiquant des valeurs égales à 100 fois les limites de rejet]
--	--	--	---

18 - - - - - Toute fuite importante du circuit primaire directement dans l'atmosphère entraîne le rejet de produits de fission dans l'environnement et il faut prendre des mesures immédiates pour arrêter la fuite.

19 Pour les réacteurs à eau sous pression, une fuite importante du circuit primaire vers le circuit secondaire pourrait entraîner le rejet de produits de fission dans l'environnement et il faut prendre des mesures immédiates pour arrêter la fuite.

20 Pour les réacteurs à eau sous pression, une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire à un débit supérieur à la capacité normale du circuit d'alimentation peut entraîner rapidement un rejet de produits de fission dans l'environnement et il faut prendre des mesures appropriées pour arrêter la fuite.

21 Pour les réacteurs à eau bouillante, la défaillance d'une vanne d'isolement de la vapeur principale sans perte d'intégrité de la tuyauterie de vapeur vers la turbine et/ou le condenseur pourrait entraîner le rejet rapide de produits de fission dans l'environnement et il faut prendre des mesures appropriées pour arrêter la fuite.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Niveaux de rayonnements élevés dans la salle de commande ou d'autres zones auxquelles il faut avoir accès en permanence pour le fonctionnement et la maintenance des systèmes de sûreté	Niveaux de rayonnements supérieurs à 10 mSv/h	Niveaux de rayonnements supérieurs à 1 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures	Niveaux de rayonnements supérieurs à 0,10 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures
Note : Les moniteurs peuvent produire des mesures incohérentes par suite de mélange incomplet, de défaillance d'un moniteur ou d'irradiation par un système contaminé proche. En cas de défaillance, les moniteurs peuvent indiquer des valeurs hautes, basses ou moyennes. Les mesures peuvent être confirmées par des moniteurs portatifs en dehors de la zone.			
Niveaux de rayonnements élevés dans des zones où il faut pénétrer occasionnellement pour le fonctionnement ou la maintenance des systèmes de sûreté	Niveaux de rayonnements supérieurs à 100 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures	Niveaux de rayonnements supérieurs à 10 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures	Niveaux de rayonnements supérieurs à 1 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures
Niveaux de rayonnements plus élevés dans le confinement (pour les réacteurs à eau bouillante, volume d'expansion) ²²	Niveaux de rayonnements dans le confinement supérieurs à 5 Gy/h [ou valeur spécifique du site indiquant un rejet de plus de 20 % de l'inventaire du plenum]	Niveaux de rayonnements dans le confinement supérieurs à 1 Gy/h [ou valeur spécifique du site indiquant un rejet de plus de 1 % de l'inventaire du plenum]	Niveaux de rayonnements dans le confinement augmentant de plus de 0,10 mGy/h [ou valeur spécifique du site indiquant un rejet de plus de 10 % de l'inventaire du caloporteur]
Note : Les moniteurs peuvent produire des mesures incohérentes par suite de mélange incomplet, de défaillance d'un moniteur ou d'irradiation par un système contaminé proche ²³ . En cas de défaillance, les moniteurs peuvent indiquer des valeurs hautes, basses ou moyennes. Les mesures peuvent être confirmées par des moniteurs portatifs en dehors de la zone.			

²² Pour les réacteurs à eau bouillante, le volume d'expansion est plus approprié que le confinement.

²³ Les rayonnements dus à un système contaminé proche pourraient aussi affecter les moniteurs de rayonnements à l'intérieur du confinement.

TABEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Augmentation imprévue des niveaux de rayonnements dans la centrale	Les multidétecteurs de rayonnements de la centrale indiquent une augmentation imprévue d'un facteur 100 ou plus et autre indice d'un endommagement effectif du cœur	Les multidétecteurs de rayonnements de la centrale indiquent une augmentation imprévue d'un facteur 100 ou plus et transitoire majeur en cours, affectant potentiellement la capacité de protection du cœur	Les multidétecteurs de rayonnements de la centrale indiquent une augmentation imprévue d'un facteur 100 ou plus
Débits de dose ambiante élevés à la limite du site ou au-delà ²⁴	Débits de dose ambiante à la limite du site ou au-delà supérieurs à 1 mSv/h <i>[ou niveau opérationnel d'intervention spécifique du site pour l'évacuation ; voir la procédure B1 dans la réf. [27]]</i>	Débits de dose ambiante à la limite du site ou au-delà supérieurs à 0,1 mSv/h <i>[ou un dixième du niveau opérationnel d'intervention spécifique du site pour l'évacuation ; voir la procédure B1 dans la réf. [27]]</i>	Débits de dose ambiante à la limite du site ou au-delà supérieurs à 10 µSv/h <i>[ou valeur spécifique du site équivalente à 100 fois le fond de rayonnement]</i>
Événements de sécurité, incendies, explosions, rejets de gaz toxiques, événements naturels et autres événements			
Événement de sécurité (intrus ou acte malveillant)	Événement de sécurité entraînant la perte de la capacité de surveiller et commander les fonctions de sûreté nécessaires pour protéger le cœur	Événement de sécurité entraînant un dommage ou empêchant ²⁵ l'accès aux systèmes de sûreté	Événement de sécurité pouvant affecter le fonctionnement de systèmes de sûreté ou conditions de sécurité incertaines
Incendie ou explosion (y compris une défaillance de turbine)			Incendie ou explosion pouvant affecter des zones contenant des systèmes de sûreté
Gaz toxiques ou inflammables y compris, pour les réacteurs à eau bouillante, l'hydrogène dans le volume d'expansion ²⁶		Concentrations de gaz inflammables qui empêchent la commande ou la maintenance de systèmes de sûreté	Gaz toxiques ou inflammables dans la centrale

²⁴ Le débit de dose ambiante est habituellement mesuré à la limite du site. Cependant, toute mesure de ce débit au-delà de la limite du site qui est disponible peut être utilisée aux fins de ce NAU.			
²⁵ Modification du libellé pour mieux prendre en compte l'objet du critère.			
²⁶ Pour les réacteurs à eau bouillante, la concentration d'hydrogène dans le volume d'expansion pourrait augmenter, ce qui peut causer des dommages considérables en cas d'ignition.			

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Évacuation de la salle de commande principale ²⁷		Ni la salle de commande principale ni la salle de commande d'urgence ne sont disponibles	La centrale peut être conduite à partir de la salle de commande d'urgence
Catastrophe naturelle majeure comme :		Événements naturels majeurs entraînant un dommage ou empêchant l'accès ³⁰ aux systèmes de sûreté et/ou aux systèmes d'évacuation de la chaleur résiduelle ou affectant leur fonctionnement à long terme	Événements naturels majeurs menaçant la centrale, comme : <ul style="list-style-type: none"> — Événement hors dimensionnement — Événements causant une perte effective ou potentielle d'accès au site pendant une longue période
<ul style="list-style-type: none"> — Séisme — Tornade — Inondation — Vents forts — Écrasement de véhicule ou d'aéronef²⁸ — Ouragan — Tsunami — Tempête — Faible niveau d'eau — Foudre²⁹ 			
Perte de communication ³¹			Événements entraînant la perte effective ou potentielle de communication avec le site pendant une longue période

²⁷ Nouveau NAU : S'il est nécessaire d'évacuer la salle de commande principale, la capacité de conduire la centrale est affectée (la gravité de la situation dépend de la conception de la centrale). Si la salle de commande d'urgence est utilisée pour la conduite de la centrale, le NAU approprié est une alerte ; si les deux salles de commande sont affectées et si la centrale doit être conduite par d'autres moyens, le NAU approprié est une urgence sur le site.

²⁸ L'écrasement d'un aéronef pourrait aussi causer de graves dommages à la centrale et en réduire la sûreté.

²⁹ La foudre pourrait aussi causer de graves dommages à la centrale et en réduire la sûreté.

³⁰ Modification du libellé pour mieux prendre en compte l'objet du critère.

³¹ Ce NAU est nouveau et tient compte des éléments supprimés de la ligne précédente.

TABLEAU 12. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE EN FONCTIONNEMENT, EN ATTENTE OU À L'ARRÊT CHAUD (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Opinion du superviseur de l'équipe de quart	Conditions justifiant des actions protectrices urgentes hors site	Conditions justifiant la préparation du public à la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes ou Conditions justifiant des actions protectrices sur le site	Conditions anormales justifiant l'obtention d'une assistance supplémentaire immédiate pour les opérateurs sur le site ou Conditions anormales justifiant une mise en alerte renforcée des responsables hors site
Événements concernant la piscine à combustible			
Rechargement anormal ou état anormal du combustible utilisé	Piscine complètement drainée contenant plus d'un tiers d'un cœur retiré du réacteur pendant les 3 années précédentes ou Intensité de rayonnement dans une zone de piscine supérieure à 3 Gy/h	Niveau d'eau en dessous du sommet du combustible irradié ou Intensité de rayonnement dans une zone de piscine supérieure à 30 mGy/h	Perte de la capacité de maintenir le niveau d'eau au-dessus du combustible utilisé ou Endommagement du combustible utilisé ou Perte de la capacité de maintenir la température de l'eau de la piscine en dessous de 80 °C ³²

³² Une température élevée dans la piscine à combustible utilisé est le résultat de la dégradation de l'évacuation de la chaleur provenant du combustible utilisé, et cette température devrait aussi constituer un symptôme supplémentaire d'anomalies concernant le rechargement ou le combustible utilisé.

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Dégradation d'une fonction critique de sûreté			
Incapacité de maintenir la centrale dans un état sûr (sous-critique) à l'arrêt ^a	Incapacité de maintenir le réacteur dans un état sous-critique et une des conditions suivantes :	Incapacité de maintenir le réacteur dans un état sous-critique	
	— Taux d'injection dans la cuve inférieure à ce qui est indiqué à la fig. 8 ou		
	— Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif ou		
	— Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou		
	— Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur ou du combustible usé		

^a L'incapacité de maintenir la centrale dans un état sûr (sous-critique) à l'arrêt est aussi un problème pendant l'arrêt froid et le rechargement. Comme toutes les barres de commande sont insérées dans le cœur et qu'il n'y a pas moyen d'insérer immédiatement de la réactivité négative dans le cœur, la dilution de bore dans le circuit de refroidissement du réacteur pourrait rendre le réacteur à nouveau critique. Cela entraînerait une hausse de la température dans le circuit de refroidissement et, du fait du coefficient de réactivité thermique négatif, de la réactivité négative serait insérée dans le cœur. Ce processus est en partie autorégulé. Cependant, si le réacteur ne peut pas être maintenu dans un état sous-critique, il faut prendre des mesures immédiates pour rétablir cet état. L'alerte et l'urgence sur le site sont des NAU appropriés dans ce cas, car le processus n'est pas aussi dépendant du temps que lorsque le réacteur est en fonctionnement, en attente ou à l'arrêt chaud.

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Refroidissement inadéquat du cœur d'un réacteur à eau sous pression — température anormale du circuit primaire ^b	Température du circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression supérieure à 90 °C et une des conditions suivantes :	Température du circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression supérieure à 90 °C pendant plus de 30 minutes	Température du circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression supérieure à 80 °C
Note : La température devrait être mesurée dans la cuve. La plupart des réacteurs à eau sous pression ont des thermocouples en sortie de cœur pour mesurer les températures dans la cuve. Utiliser la moyenne des quatre valeurs les plus élevées mesurées en sortie de cœur. La température de la branche chaude (T_{chaud}) pourrait être utilisée s'il n'y a pas de thermocouple, bien que cette indication soit moins rapide ^e .	<p>Taux d'injection dans la cuve inférieur à la perte d'eau par ébullition due à la chaleur résiduelle <i>[utiliser la fig. 8 et des courbes capacité-pression pour les pompes en service]</i>^d</p> <p>ou</p> <p>— Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif</p> <p>ou</p> <p>— Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements</p> <p>ou</p> <p>— Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur ou du combustible usé</p>	Note : La limite de 90 °C s'applique pour le rechargement ; pour l'arrêt froid, elle doit être remplacée par la température correspondant à la pression d'ouverture du système d'atténuation de la surpression à froid ^e .	

^b Les différentes températures caractéristiques d'un refroidissement inadéquat du cœur pour les réacteurs à eau sous pression devraient être utilisées pour l'arrêt froid et le rechargement. Pendant le rechargement, le couvercle de la cuve est retiré et le circuit de refroidissement ne peut être qu'à la pression atmosphérique. La température du circuit de refroidissement est maintenue à un niveau bas. L'élévation de la température du circuit de refroidissement est un symptôme d'un refroidissement inadéquat du cœur et il faut prendre des mesures immédiates pour rétablir le refroidissement. Pour des températures supérieures à 80 °C, l'alerte est le NAU approprié. Si la température du circuit de refroidissement continue d'augmenter, la situation est plus grave et l'urgence sur le site est le NAU approprié.

^c T_{chaud} constitue une sauvegarde pour la température du cœur ; cependant, le flux d'eau à travers le cœur ne peut pas être facilement confirmé et la valeur de T_{chaud} change à la suite de variations de la température en sortie de cœur.

^d Description plus précise des phénomènes se produisant à l'intérieur de la cuve du réacteur.

^e Si le circuit de refroidissement du réacteur n'est pas scellé, 90 °C est la valeur appropriée pour ce NAU. Toutefois, si le circuit de refroidissement est scellé et si la température du circuit de refroidissement peut augmenter sans perte de refroidissement, la température de saturation à la pression d'ouverture du système d'atténuation de la surpression à froid est la valeur appropriée.

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Niveau anormal d'eau dans la cuve sous pression ou la zone de rechargement (refroidissement inadéquat du cœur ou du combustible usé) ^f	Le niveau d'eau est, ou est en passe d'être, en dessous du sommet du combustible actif pendant plus de 30 minutes	Le niveau d'eau est, ou est en passe d'être, en dessous du sommet du combustible actif	Le niveau d'eau est, ou est en passe d'être, en dessous de la mi-hauteur de la boucle et l'évacuation de la chaleur résiduelle est interrompue pendant plus de 15 minutes
	Le niveau d'eau est, ou est en passe d'être, en dessous du sommet du combustible actif et une des conditions suivantes : — Taux d'injection dans la cuve inférieur à <i>[utiliser la fig. 8 et des courbes capacité-pression pour les pompes en service]</i> ^g ou — Augmentations majeures (100 à 1 000 fois) dans les détecteurs de rayonnements de zone ou de processus ou — Autres indices d'un endommagement imminent du cœur		
Perte des alimentations CA ou CC	Perte effective ou prévue de toutes les alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et des systèmes d'appui ^h pendant plus de 90 minutes <i>[ou durée spécifique du site nécessaire pour que le cœur ou le combustible usé soit découvert pendant plus de 30 minutes]</i>	Perte effective ou prévue de toutes les alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et des systèmes d'appui pendant plus de 60 minutes <i>[ou durée spécifique du site nécessaire pour que le cœur ou le combustible usé soit découvert]</i>	Réduction à une seule des alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et des systèmes d'appui

^f Un niveau d'eau anormal, effectif ou prévu, dans la cuve sous pression ou la zone de rechargement est le symptôme d'un refroidissement inadéquat du cœur ou du combustible usé. La situation s'aggrave à mesure que le niveau d'eau baisse. Si celui-ci est plus bas que ce qui est nécessaire pour l'évacuation de la chaleur résiduelle et ne peut être relevé, il faudrait prendre des mesures immédiates pour rétablir le refroidissement du cœur. Pour ce type de cas, l'alerte est le NAU approprié.

^g Description plus précise des phénomènes se produisant à l'intérieur de la cuve du réacteur.

^h Le fonctionnement des systèmes d'appui est une condition nécessaire du fonctionnement des systèmes de sûreté.

TABEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
	Perte de toutes les alimentations CA ou CC requises pour le fonctionnement des systèmes de sûreté et une des conditions suivantes : — Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible actif ou — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur		
Conditions d'origine inconnue affectant les systèmes de sûreté			Conditions qui ne sont pas comprises et pourraient affecter les systèmes de sûreté
Perte ou maîtrise dégradée des systèmes de sûreté, y compris l'instrumentation postaccidentelle ⁱ	Indisponibilité des instruments des systèmes de sûreté ou des commandes dans la salle de commande et les centres de commande à distance et une des conditions suivantes : — Niveau d'eau dans la cuve en dessous du sommet du combustible irradié ou — Fortes augmentations (100 à 1 000 fois) dans les multidétecteurs de rayonnements ou — Autres indices d'un endommagement effectif ou imminent du cœur	Indisponibilité des instruments des systèmes de sûreté ou des commandes dans la salle de commande pendant plus de 30 minutes et transitoire majeur en cours, affectant potentiellement la capacité de protection du combustible irradié	Fonctionnement non fiable de quelques instruments des systèmes de sûreté ou commandes dans la salle de commande pendant plus de 30 minutes

ⁱ La capacité de commande des systèmes de sûreté peut être soit dégradée soit complètement perdue ; il est tenu compte des deux cas.

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Perte de barrières à produits de fission			
Risque majeur accru d'endommagement du cœur ou du combustible usé	Perte pendant plus de 90 minutes de tous les systèmes requis pour la protection du cœur <i>[ou durée spécifique du site nécessaire pour que le cœur soit découvert pendant plus de 30 minutes]</i>	La défaillance d'un ou de plusieurs composants d'un système de sûreté aura pour conséquence que le cœur ou le combustible usé sera découvert (perte de la redondance des systèmes de sûreté)	Défaillances effectives ou prévues de systèmes de sûreté augmentant le risque d'endommagement du cœur ou du combustible usé
Endommagement confirmé ou prévu du cœur ou du combustible usé ^j	Rejet confirmé de plus de 20 % de l'inventaire du plenum dans le cœur du réacteur	Accident de manutention de combustible ou rejet confirmé de plus de 1 % de l'inventaire du plenum et isolement incomplet du confinement (par ex. par ventilation, fermetures)	Accident de manutention de combustible et isolement incomplet du confinement (par ex. par ventilation, fermetures)
Fuite du caloporteur primaire^k			
			Fuite majeure de la tuyauterie transportant le caloporteur primaire vers l'extérieur du confinement (dans les systèmes de purification, le système d'évacuation de la chaleur résiduelle, etc.)
<p>^j Un accident de manutention de combustible ou un rejet confirmé d'une quantité importante de l'inventaire du plenum peut entraîner le rejet de produits de fission dans l'environnement. Pendant l'arrêt froid et le rechargement, le confinement pourrait être la seule barrière intacte contre un rejet. Dans un tel cas, il faudrait prendre des mesures immédiates pour atténuer ou empêcher le rejet. Si le confinement est isolé, l'alerte est la classe d'urgence appropriée, et l'urgence sur le site peut être appropriée si le confinement n'est pas entièrement isolé.</p> <p>^k Même si elle est moins probable pendant l'arrêt froid et le rechargement que pendant le fonctionnement, l'attente ou l'arrêt chaud, une fuite du caloporteur primaire est toujours possible. Si une fuite affectant le refroidissement du cœur se produit, il faudrait prendre des mesures immédiates pour arrêter la fuite et empêcher la perte de refroidissement du cœur. L'alerte est le NAU approprié dans de tels cas.</p>			

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Niveaux de rayonnements			
Taux de rejet d'effluents plus de 100 fois supérieurs aux limites de rejet	Mesures des moniteurs d'effluents supérieures pendant plus de 15 minutes à [liste spécifique du site des moniteurs d'effluents et des mesures indiquant que dans l'heure les doses hors site seront supérieures aux niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes, en supposant des conditions météorologiques moyennes]	Mesures des moniteurs d'effluents supérieures pendant plus de 15 minutes à [liste spécifique du site des moniteurs d'effluents et des mesures indiquant que dans les 4 heures les doses hors site seront supérieures à un dixième des niveaux d'intervention pour les actions protectrices urgentes, en supposant des conditions météorologiques moyennes]	Mesures des moniteurs d'effluents supérieures pendant plus de 15 minutes à [liste spécifique du site des moniteurs d'effluents et des mesures indiquant des valeurs égales à 100 fois les limites de rejet]
Niveaux de rayonnements élevés dans des zones auxquelles il faut avoir accès en permanence pour le fonctionnement et la maintenance des systèmes de sûreté	Niveaux de rayonnements supérieurs à 10 mSv/h	Niveaux de rayonnements supérieurs à 1 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures	Niveaux de rayonnements supérieurs à 0,10 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures
Note : Les moniteurs peuvent produire des mesures incohérentes par suite de mélange incomplet, de défaillance d'un moniteur ou d'irradiation par un système contaminé proche. En cas de défaillance, les moniteurs peuvent indiquer des valeurs hautes, basses ou moyennes. Les mesures peuvent être confirmées par des moniteurs portatifs en dehors de la zone.			
Niveaux de rayonnements élevés dans des zones où il faut pénétrer occasionnellement pour la maintenance ou l'inspection des systèmes de sûreté	Niveaux de rayonnements supérieurs à 100 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures	Niveaux de rayonnements supérieurs à 10 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures	Niveaux de rayonnements supérieurs à 1 mSv/h pendant potentiellement plusieurs heures

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Niveaux de rayonnements plus élevés dans le confinement Note : Les moniteurs peuvent produire des mesures incohérentes par suite de mélange incomplet, de défaillance d'un moniteur ou d'irradiation par un système contaminé proche. En cas de défaillance, les moniteurs peuvent indiquer des valeurs hautes, basses ou moyennes. Les mesures peuvent être confirmées par des moniteurs portatifs en dehors de la zone.	Niveaux de rayonnements dans le confinement supérieurs à 5 Gy/h <i>[ou valeur spécifique du site indiquant un rejet de plus de 20 % de l'inventaire du plenum]</i>	Niveaux de rayonnements dans le confinement supérieurs à 1 Gy/h <i>[ou valeur spécifique du site indiquant un rejet de plus de 20 % de l'inventaire du plenum]</i>	Niveaux de rayonnements dans le confinement augmentant de plus de 0,10 mGy/h <i>[ou valeur spécifique du site indiquant un rejet de plus de 10 % du caloporteur]</i>
Augmentation imprévue des niveaux de rayonnements dans la centrale	Les multidétecteurs de rayonnements de la centrale indiquent une augmentation imprévue d'un facteur de 100 ou plus et autre indice d'un endommagement effectif du cœur	Les multidétecteurs de rayonnements de la centrale indiquent une augmentation imprévue d'un facteur de 100 ou plus et transitoire majeur en cours, affectant potentiellement la capacité de protection du cœur	Les multidétecteurs de rayonnements de la centrale indiquent une augmentation imprévue d'un facteur de 100 ou plus
Débits de dose ambiante élevés à la limite du site ou au-delà ¹	Débits de dose ambiante à la limite du site ou au-delà supérieurs à 1 mSv/h <i>[ou niveau opérationnel d'intervention spécifique du site pour l'évacuation ; voir la procédure B1 dans la réf. [27]]</i>	Débits de dose ambiante à la limite du site ou au-delà supérieurs à 0,1 mSv/h <i>[ou un dixième du niveau opérationnel d'intervention spécifique du site pour l'évacuation ; voir la procédure B1 dans la réf. [27]]</i>	Débits de dose ambiante à la limite du site ou au-delà supérieurs à 10 µSv/h <i>[ou valeur spécifique du site équivalente à 100 fois le fond de rayonnement]</i>

¹ Le débit de dose ambiante est habituellement mesuré à la limite du site. Cependant, toute mesure de ce débit au-delà de la limite du site qui est disponible peut être utilisée aux fins de ce NAIJ.

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :	Déclarer une urgence générale si :	Déclarer une urgence sur le site si :	Déclarer une alerte si :
Événements de sécurité, incendies, explosions, rejets de gaz toxiques, événements naturels et autres événements			
Événement de sécurité (intrus ou acte malveillant)	Événement de sécurité entraînant la perte de la capacité de surveiller et commander les fonctions de sûreté nécessaires pour protéger le cœur	Événement de sécurité entraînant un dommage ou empêchant l'accès aux systèmes de sûreté qui doivent être utilisables ^m	Événement de sécurité pouvant affecter le fonctionnement de systèmes de sûreté ou conditions de sécurité incertaines
Incendie ou explosion ⁿ			Incendie ou explosion pouvant affecter des zones contenant des systèmes de sûreté
Gaz toxiques ou inflammables			Gaz toxiques ou inflammables dans la centrale
Catastrophe naturelle majeure comme : — Séisme — Tornade — Inondation — Vents forts — Écrasement de véhicule ou d'aéronef ^p — Ouragan — Tsunami — Tempête — Faible niveau d'eau — Foudre ^q		Événements naturels majeurs entraînant un dommage ou empêchant l'accès aux systèmes de sûreté et/ou aux systèmes d'évacuation de la chaleur résiduelle ou affectant leur fonctionnement à long terme ^q	Événements naturels majeurs menaçant la centrale, comme : — Événement hors dimensionnement — Événements causant une perte effective ou potentielle d'accès au site pendant une longue période

^m Modification du libellé pour mieux prendre en compte l'objet du critère. Seuls les systèmes de sûreté qui doivent être utilisables sont pris en compte dans ce NAU.

ⁿ La turbine ne fonctionne pas pendant l'arrêt froid et le rechargement.

^o L'écroulement d'un aéronef pourrait aussi causer de graves dommages à la centrale et en réduire la sûreté.

^p La foudre pourrait aussi causer de graves dommages à la centrale et en réduire la sûreté.

^q Modification du libellé pour mieux prendre en compte l'objet du critère.

TABLEAU 13. CLASSEMENT DES URGENCES POUR LES RÉACTEURS À EAU ORDINAIRE PENDANT L'ARRÊT FROID OU LE RECHARGEMENT (cont.)

Pour les conditions initiales suivantes :		Déclarer une urgence générale si :		Déclarer une urgence sur le site si :		Déclarer une alerte si :	
Perte de communication ^r						Événements entraînant la perte effective ou potentielle de communication avec le site pendant une longue période	
Opinion du superviseur de l'équipe de quart		Conditions justifiant des actions protectrices urgentes hors site		Conditions justifiant la préparation du public à la mise en œuvre d'actions protectrices urgentes ou la mise en œuvre d'actions protectrices sur le site		Conditions anormales justifiant l'obtention d'une assistance supplémentaire immédiate pour les opérateurs sur le site ou une mise en alerte renforcée des responsables hors site	
	Événements concernant la piscine à combustible						
Rechargement anormal ou état anormal du combustible usé		Piscine complètement drainée contenant du combustible retiré du cœur du réacteur pendant les 6 mois précédents		Niveau d'eau en dessous du sommet du combustible irradié		Perte de la capacité de maintenir le niveau d'eau dans une piscine contenant du combustible irradié	
		Intensité de rayonnement dans une zone de piscine supérieure à 3 Gy/h		Intensité de rayonnement dans une zone de piscine supérieure à 30 mGy/h		Endommagement du combustible irradié	
				ou		ou	
						Perte de la capacité de maintenir la température de l'eau de la piscine en dessous de 80 °C ^s	

^r Ce NAU est nouveau et tient compte des éléments supprimés de la ligne précédente.

^s Une température élevée dans la piscine à combustible usé est le résultat de la dégradation de l'évacuation de la chaleur provenant du combustible usé, et cette température devrait aussi constituer un symptôme supplémentaire d'anomalies concernant le rechargement ou le combustible usé.

EXEMPLES DE NAU

III.27. Quand on utilise les tableaux 12 et 13, il faudrait passer en revue toutes les conditions initiales anormales indiquées dans la première colonne. Pour chaque condition qui s'applique à un cas particulier, la classe est choisie par comparaison avec le NAU à gauche. L'accident est classé au plus haut niveau indiqué, « urgence générale » étant la classe la plus élevée, « alerte » la plus basse.

III.28. Ces exemples de NAU sont basés sur un système donné comme exemple dans la réf. [27]. Les changements apportés dans la réf. [27] sont assortis de notes pour les expliquer et les distinguer des commentaires techniques inclus dans les orientations originales de la réf. [33]. Cela a été fait pour aider les utilisateurs des orientations précédentes à mieux comprendre comment appliquer les changements. Certains des NAU des orientations originales ont été supprimés (cela n'est pas indiqué dans les tableaux).

COURBE MARGE DE REFROIDISSEMENT-SATURATION

III.29. Une température du circuit primaire égale ou supérieure à la température de saturation indique que l'eau du cœur est en train de bouillir. La marge de refroidissement peut être approchée (en négligeant les imprécisions des instruments) en soustrayant la température du caloporteur de la température de saturation pour la pression donnée du circuit primaire. Pour un réacteur à eau sous pression, une marge de refroidissement négative indique que l'eau est en train de bouillir dans la cuve sous pression du réacteur et que le cœur du réacteur pourrait être découvert [33].

Comment utiliser la fig. 7 :

III.30. Déterminer la pression absolue et la température du circuit primaire T_{cp} ; puis, déterminer à l'aide des graphiques la température de saturation T_{sat} et ainsi la marge de refroidissement à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Marge de refroidissement} = T_{sat} - T_{cp}$$

où

T_{cp} est la température du circuit primaire ;

T_{sat} est la température de saturation prise dans la fig. 7.

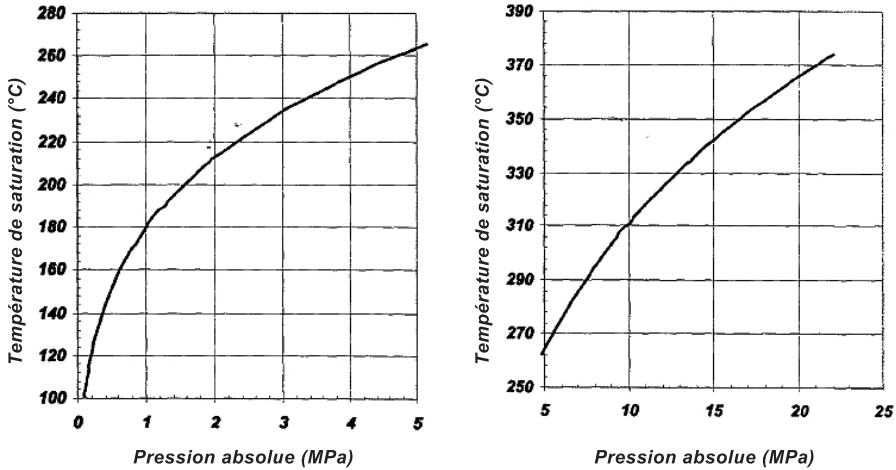


FIG. 7. Courbe marge de refroidissement-saturation [27].

EAU PERDUE PAR ÉBULLITION DU FAIT DE LA CHALEUR RÉSIDUELLE DANS UNE CENTRALE NUCLÉAIRE DE 3 000 MWth

III.31. La courbe de la fig. 8 indique la quantité d'eau qui doit être injectée dans la cuve sous pression d'un réacteur pour remplacer l'eau perdue par ébullition du fait de la chaleur résiduelle. La courbe correspond à un réacteur de 3 000 MWth exploité à puissance constante pendant une période nominale infinie puis arrêté instantanément. Il s'agit du débit minimal d'eau qui doit être injecté dans un cœur de réacteur pour le refroidir une fois arrêté [33].

Étape 1 : Déterminer la quantité d'eau à injecter à l'aide de la formule suivante :

$$W_i = W_i^{3000} \frac{P_{\text{centrale}}(\text{MW(th)})}{3000(\text{MW(th)})}$$

où

W_i est le débit d'injection requis (m^3/h) ;

W_i^{3000} est le débit d'injection requis pour une centrale de 3 000 MWth (m^3/h), pris de la fig. 8 ;

P_{centrale} est la puissance de la centrale en MWth ($\text{MWth} = 3 \times \text{MWe}$).

Étape 2 : Si le cœur a été découvert pendant plus de 15 minutes, augmenter le débit d'injection d'un facteur trois pour tenir compte de la chaleur provenant de la réaction $Zr-H_2O$ et de l'énergie accumulée.

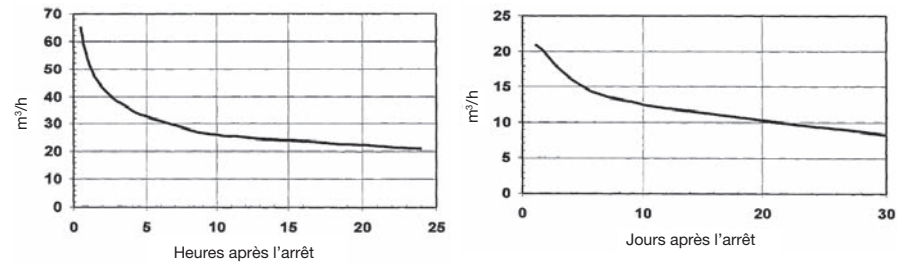


FIG. 8. Débit d'injection d'eau requis pour remplacer l'eau perdue par ébullition du fait de la chaleur résiduelle dans une centrale nucléaire de 3 000 MWth. [27].

Appendice IV

ÉLÉMENTS OBSERVABLES SUR LES LIEUX D'UNE URGENCE RADIOLOGIQUE

IV.1. Lors d'une urgence radiologique, la zone intérieure bouclée est celle où sont mises en œuvre des actions protectrices pour protéger les intervenants et le public. Initialement, la taille de la zone est déterminée sur la base des éléments qui peuvent être observés directement (marquages, par ex.). Elle peut être augmentée en fonction des débits de dose et des NOI mesurés dans l'environnement (voir l'appendice II) une fois ces données disponibles. Le tableau 14 [7, 17] contient des suggestions concernant le rayon approximatif de la zone intérieure bouclée. L'instruction 1 de la réf. [18] donne une liste d'indices que les premiers intervenants peuvent utiliser pour identifier une source dangereuse. Les limites effectives des périmètres de sûreté et de sécurité devraient être définies de façon à être facilement reconnaissables (par ex. par des routes) et être sécurisées. Toutefois, le périmètre de sûreté devrait être éloigné de la source d'au moins la distance indiquée dans le tableau jusqu'à ce que la situation radiologique ait été évaluée.

TABLEAU 14. RAYON SUGGÉRÉ DE LA ZONE INTÉRIEURE BOUCLÉE (PÉRIMÈTRE DE SÛRETÉ) EN CAS D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE

Situation	Zone intérieure bouclée initiale (périmètre de sûreté)
<i>Détermination initiale — extérieur</i>	
Source potentiellement dangereuse non protégée ou endommagée	30 m autour de la source
Déversement majeur à partir d'une source potentiellement dangereuse	100 m autour de la source
Incendie, explosion ou fumées concernant une source dangereuse	300 m
Bombe supposée (éventuel engin à dispersion de radioactivité), explosée ou non	400 m ou plus pour protéger contre une explosion
Explosion classique (non nucléaire) ou incendie concernant une arme nucléaire (pas d'explosion nucléaire)	1 000 m
<i>Détermination initiale — intérieur d'un bâtiment</i>	
Endommagement, perte de la protection ou déversement mettant en jeu une source potentiellement dangereuse	Zones affectées et adjacentes (y compris les étages au-dessus et en dessous)
Incendie ou autre événement mettant en jeu une source potentiellement dangereuse qui peut diffuser des matières radioactives dans l'ensemble du bâtiment (par le système de ventilation par ex.)	Ensemble du bâtiment et distance appropriée à l'extérieur comme indiqué ci-dessus
Élargissement basé sur le contrôle radiologique NOI1 et NOI2 du tableau 8	Chaque fois que ces niveaux sont mesurés

RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique, Collection juridique n° 14, AIEA, Vienne (1988)
- [2] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES DE L'ONU, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, collection Normes de sûreté n° GS-R-2, AIEA, Vienne (2004).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Development of an Extended Framework for Emergency Response Criteria: Interim Report for Comment, IAEA-TECDOC-1432, IAEA, Vienna (2005).
- [4] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Principes fondamentaux de sûreté, collection Normes de sûreté n° SF-1, AIEA, Vienne (2007).
- [5] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Glossaire de sûreté de l'AIEA, Terminologie employée en sûreté nucléaire et en radioprotection, Édition 2007 (STI/PUB/1290), AIEA, Vienne (2007).
- [6] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Critères d'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, collection Sécurité n° 109, AIEA, Vienne (1999).
- [7] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE CO-ORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1, IAEA, Vienna (2007).
- [8] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Méthode d'élaboration de mesures d'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, EPR-METHOD (2003), AIEA, Vienne (2009).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.2 (ST-3), IAEA, Vienna (2002).

- [10] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 115, AIEA, Vienne (1997).
- [11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, ICRP Publication 82, Ann. ICRP 29 1–2, Pergamon Press, Oxford (2000).
- [12] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la CIPR, Publication 60 de la CIPR, Pergamon Press, Oxford et New York (1993).
- [13] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, ICRP Publication 63, Ann. ICRP 22 4, Pergamon Press, Oxford (1991).
- [14] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 103 de la CIPR, IRSN (2009).
- [15] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations, ICRP Publication 109, Ann. ICRP 39 1, Elsevier, Amsterdam (2009).
- [16] UNITED STATES NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material, Rep. No. 138, US NCRP, Bethesda (2001).
- [17] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Quantités dangereuses de matières radioactives (valeurs D), EPR-D-Values 2006, AIEA, Vienne (*à paraître*)
- [18] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Manuel destiné aux premiers intervenants en cas de situation d'urgence radiologique, EPR-PREMIERS INTERVENANTS 2006, AIEA, Vienne (2006).
- [19] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Vol. 2: Effects, Annex G: Biological Effects at Low Radiation Doses, United Nations, New York (2000).
- [20] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes, Report of the UN Chernobyl Forum (Bennett, B., Repacholi, M., Carr, Z., Eds), WHO, Geneva (2006).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Medical Response during a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-MEDICAL (2005), IAEA, Vienna (2005).
- [22] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Relative Biological Effectiveness (RBE), Quality Factor (Q) and Radiation Weighting Factor (w_R), ICRP Publication 92, Ann. ICRP 33 4, Elsevier, Amsterdam (2003).

- [23] EVANS, J.S., ABRAHAMSON, S., BENDER, M.A., BOECKER, B.B., GILBERT, E.S., SCOTT, B.R., Health Effects Models for Nuclear Power Accident Consequence Analysis, Part I: Introduction, Integration, and Summary, NUREG/CR-4214 Rev. 2, Part I ITRI-141, United States Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC (1993).
- [24] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The Evolution of the System of Radiological Protection: The Justification for new ICRP Recommendations, J. Radiol. Prot. 23 (2003) 129–142.
- [25] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, ICRU Rep. 51, ICRU, Bethesda (1993).
- [26] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus), ICRP Publication 90, Ann. ICRP 33 (1–2) (2003).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, IAEA, Vienna (1997).
- [28] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, L'accident radiologique de Goiânia, AIEA, Vienne (1990).
- [29] PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES, COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS, Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale, Tableau I – Radionucléides, CODEX STAN 193-1995, CCA, Rome (2006).
- [30] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Drinking-Water Quality: Incorporating First and Second Addenda, Vol. 1, Recommendations — 3rd edn, WHO, Geneva (2006).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The International Chernobyl Project: Technical Report, IAEA, Vienna (1991).
- [32] McKENNA, T., BUGLOVA, E., KUTKOV, V., Lessons learned from Chernobyl and other emergencies: Establishing international requirements and guidance, Health Physics 93 5 (2007) 527–537.
- [33] UNITED STATES Nuclear Regulatory Commission, Response Technical Manual, NUREG/BR-0150, Vol. 1, Rev. 4, USNRC, Washington, DC (1996).

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN

Aeberli, W.	Centrale nucléaire de Beznau (Suisse)
Ahmad, S.	Commission pakistanaise de l'énergie atomique (Pakistan)
Barabanova, A.	Centre national de recherche, Institut de biophysique (Fédération de Russie)
Boecker, B.	Consultant (États-Unis d'Amérique)
Buglova, E.	Agence internationale de l'énergie atomique
Carr, Z.	Organisation mondiale de la Santé
Crick, M.	Agence internationale de l'énergie atomique
Ford, J.	Santé Canada (Canada)
Hedemann Jensen, P.	Laboratoire national de Risø (Danemark)
Homma, T.	Agence japonaise de l'énergie atomique (Japon)
Hončarenko, R.	Centrale nucléaire de Temelin (République tchèque)
Janko, K.	Autorité slovaque de réglementation nucléaire (Slovaquie)
Jaworska, A.	Autorité norvégienne de radioprotection (Norvège)
Kenigsberg, J.	Commission nationale de radioprotection (Bélarus)
Kochev, V.	Association mondiale de médecine de catastrophe et d'urgence (WADEM) (États-Unis d'Amérique)
Kostadinov, V.	Administration slovène de sûreté nucléaire (Slovénie)
Kutkov, V.	Centre de recherche « Institut Kourtchatov » (Fédération de Russie)
Lafortune, J.	International Safety Research (Canada)

Lee, S.	Agence internationale de l'énergie atomique
Lim, S.	Institut coréen des sciences radiologiques et médicales (KIRAMS) (République de Corée)
Martinčič, R.	Agence internationale de l'énergie atomique
McClelland, V.	Département de l'énergie (États-Unis d'Amérique)
McKenna, T.	Agence internationale de l'énergie atomique
Miller, C.	Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (États-Unis d'Amérique)
Nagataki, S.	Association japonaise des radio-isotopes (Japon)
Paile, W.	Centre de radioprotection et de sûreté nucléaire (Finlande)
Pellet, S.	Institut national de recherche en radiobiologie et radiohygiène (OSSKI) (Hongrie)
Perez, M.	Organisation mondiale de la Santé
Ricks, R.	Centre d'entraînement pour l'assistance en cas d'urgence radiologique (États-Unis d'Amérique)
Robinson, J.	Direction de la sûreté nucléaire (Royaume-Uni)
Rochedo, E.	Commission nationale de l'énergie nucléaire (Brésil)
Scott, B.	Lovelace Respiratory Research Institute (États-Unis d'Amérique)
Sjöblom, K.	Fortum Power and Heat Oy, centrale nucléaire de Loviisa (Finlande)
Sládek, V.	Autorité slovaque de réglementation nucléaire (Slovaquie)
Smith, J.	Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (États-Unis d'Amérique)
Solomon, S.	Agence australienne pour la protection radiologique et la sûreté nucléaire (Australie)

Sundnes, K.	Association mondiale de médecine de catastrophe et d'urgence (WADEM) (Norvège)
Turai, I.	Institut national de recherche en radiobiologie et radiohygiène (OSSKI) (Hongrie)
Weiss, W.	Bundesamt für Strahlenschutz (Allemagne)
Whitcomb, R.	Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (États-Unis d'Amérique)

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

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

Commission des normes de sûreté

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

Comité des normes de sûreté nucléaire

*Afrique du Sud : Leotwane, W. ; Algérie : Merrouche, D. ; Allemagne : Wassilew, C. ; Argentine : Waldman, R. ; Australie : Le Cann, G. ; Autriche : Sholly, S. ; Belgique : De Boeck, B. ; Brésil : Gromann, A. ; *Bulgarie : Gledachev, Y. ; Canada : Rzentkowski, G. ; Chine : Jingxi Li ; *Chypre : Demetriades, P. ; Corée, République de : Hyun-Koon Kim ; Croatie : Valčić, I. ; Égypte : Ibrahim, M. ; Espagne : Zarzuela, J. ; États-Unis d'Amérique : Mayfield, M. ; Fédération de Russie : Baranaev, Y. ; Finlande : Järvinen, M.-L. ; France : Feron, F. ; Ghana : Emi-Reynolds, G. ; *Grèce : Camarinopoulos, L. ; Hongrie : Adorján, F. ; Inde : Vaze, K. ; Indonésie : Antariksawan, A. ; Iran, République islamique d' : Asgharizadeh, F. ; Israël : Hirshfeld, H. ; Italie : Bava, G. ; Jamahiriya arabe libyenne : Abuzid, O. ; Japon : Kanda, T. ; Lituanie : Demčenko, M. ; Malaisie : Azlina Mohammed Jais ; Maroc : Soufi, I. ; Mexique : Carrera, A. ; Pakistan :*

Habib, M.A. ; *Pays-Bas* : van der Wiel, L. ; *Pologne* : Jurkowski, M. ; *République tchèque* : Šváb, M. ; *Roumanie* : Biro, L. ; *Royaume-Uni* : Vaughan, G.J. (président) ; *Slovaquie* : Uhrik, P. ; *Slovénie* : Vojnovič, D. ; *Suède* : Hallman, A. ; *Suisse* : Flury, P. ; *Tunisie* : Baccouche, S. ; *Turquie* : Bezdegumeli, U. ; *Ukraine* : Shumkova, N. ; *Uruguay* : Nader, A. ; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire* : Reig, J. ; *AIEA* : Feige, G. (coordonnateur) ; **Association nucléaire mondiale* : Borysova, I. ; *Commission électrotechnique internationale* : Bouard, J.-P. ; *Commission européenne* : Vigne, S. ; *FORATOM* : Fourest, B. ; *Organisation internationale de normalisation* : Sevestre, B.

Comité des normes de sûreté radiologique

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

Commission internationale de protection radiologique : Valentin, J. ; *Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture* : Byron, D. ; *Organisation internationale de normalisation* : Rannou, A. ; *Organisation mondiale de la Santé* : Carr, Z. ; *Organisation panaméricaine de la Santé* : Jiménez, P.

Comité des normes de sûreté du transport

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

Comité des normes de sûreté des déchets

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



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 22

Lieux de vente des publications de l'AIEA

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

ALLEMAGNE

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

AUSTRALIE

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

BELGIQUE

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

CANADA

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

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

CHINE

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

CORÉE, RÉPUBLIQUE DE

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

ESPAGNE

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

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

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

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

FINLANDE

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

FRANCE

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

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

HONGRIE

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

INDE

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

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

ITALIE

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

JAPON

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

NOUVELLE-ZÉLANDE

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

ORGANISATION DES NATIONS UNIES

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

PAYS-BAS

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

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

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

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

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

ROYAUME-UNI

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

Commandes en ligne

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

Ouvrages sur l'environnement

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

SLOVÉNIE

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

Les commandes et demandes d'information peuvent aussi être adressées directement à :

Unité de la promotion et de la vente, Agence internationale de l'énergie atomique

Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)
Téléphone : +43 1 2600 22529 (ou 22530) • Télécopie : +43 1 2600 29302
Courriel : sales.publications@iaea.org • Site web : <http://www.iaea.org/books>

Des normes internationales pour la sûreté

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

Yukiya Amano
Directeur général

**AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE**

**ISBN 978-92-0-224210-4
ISSN 1020-5829**