

Sécurité du transport des matières radioactives



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

LA COLLECTION SÉCURITÉ NUCLÉAIRE DE L'AIEA

Les publications de la **collection Sécurité nucléaire de l'AIEA** traitent des mesures à prendre (prévention, détection, intervention) contre le vol, le sabotage et la cession illégale de matières nucléaires et de sources radioactives et des installations connexes, l'accès non autorisé à ces matières, sources et installations et les autres actes malveillants dont elles peuvent faire l'objet. Ces publications sont conformes aux instruments internationaux relatifs à la sécurité nucléaire, notamment la Convention sur la protection physique des matières nucléaires telle qu'amendée, le Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives, les résolutions 1373 et 1540 du Conseil de sécurité de l'ONU et la Convention internationale pour la répression des actes de terrorisme nucléaire, et elles les complètent.

CATÉGORIES DANS LA COLLECTION SÉCURITÉ NUCLÉAIRE DE L'AIEA

Les publications de la collection Sécurité nucléaire de l'AIEA se répartissent entre les catégories suivantes:

- Les **Fondements de la sécurité nucléaire**, qui énoncent les objectifs, les concepts et les principes de la sécurité nucléaire et servent de base pour l'élaboration de recommandations en matière de sécurité.
- Les **Recommandations**, qui présentent les pratiques exemplaires que les États Membres devraient adopter pour la mise en œuvre des Fondements de la sécurité nucléaire.
- Les **Guides d'application**, qui complètent les Recommandations dans certains grands domaines et proposent des mesures pour en assurer la mise en œuvre.
- Les **Orientations techniques**, comprenant les **Manuels de référence**, qui présentent des mesures détaillées et/ou donnent des conseils pour la mise en œuvre des Guides d'application dans des domaines ou des activités spécifiques, les **Guides de formation**, qui présentent les programmes et/ou les manuels des cours de formation de l'AIEA dans le domaine de la sécurité nucléaire, et les **Guides des services**, qui donnent des indications concernant la conduite et la portée des missions consultatives de l'AIEA sur la sécurité nucléaire.

RÉDACTION ET EXAMEN

Des experts internationaux aident le Secrétariat de l'AIEA à élaborer ces publications. Pour l'élaboration des Fondements de la sécurité nucléaire, des Recommandations et des Guides d'application, l'AIEA organise des réunions techniques à participation non limitée afin que les États Membres intéressés et les organisations internationales compétentes puissent examiner comme il se doit les projets de texte. En outre, pour faire en sorte que ces projets soient examinés de façon approfondie et largement acceptés au niveau international, le Secrétariat les soumet aux États Membres, qui disposent de 120 jours pour les examiner officiellement, ce qui leur donne la possibilité d'exprimer pleinement leurs vues avant que le texte soit publié.

Les publications de la catégorie Orientations techniques sont élaborées en consultation étroite avec des experts internationaux. Il n'est pas nécessaire d'organiser des réunions techniques, mais on peut le faire lorsque cela est jugé nécessaire pour recueillir un large éventail de points de vue.

Le processus d'élaboration et d'examen des publications de la collection Sécurité nucléaire de l'AIEA tient compte des considérations de confidentialité et du fait que la sécurité nucléaire est indissociable des problèmes généraux et spécifiques concernant la sécurité nationale. La prise en compte, dans le contenu technique des publications, des normes de sûreté et des activités de garanties de l'AIEA se rapportant à la sécurité constitue une préoccupation sous-jacente.

SÉCURITÉ DU TRANSPORT
DES MATIÈRES RADIOACTIVES

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

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

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

COLLECTION SÛRETÉ NUCLÉAIRE DE L'AIEA N° 9

SÉCURITÉ DU TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES

GUIDE D'APPLICATION

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
Août 2012

SÉCURITÉ DU TRANSPORT
DES MATIÈRES RADIOACTIVES
AIEA, VIENNE, 2012
STI/PUB/1348
ISBN 978-92-0-233210-2
ISSN 1816-9317

AVANT-PROPOS

En application d'une résolution de la Conférence générale de l'AIEA de septembre 2002, l'AIEA a adopté une approche intégrée de la protection contre le terrorisme nucléaire. Cette approche coordonne ses activités concernant la protection physique des matières nucléaires et des installations nucléaires, la comptabilisation des matières nucléaires, la détection et l'intervention en cas de trafic des matières nucléaires et autres matières radioactives, la sécurité des sources radioactives, la sécurité du transport des matières nucléaires et autres matières radioactives, les interventions d'urgence et leur préparation dans les États Membres et à l'AIEA, et la promotion de l'adhésion des États aux instruments internationaux pertinents. L'AIEA aide en outre à déterminer les menaces et la vulnérabilité des matières nucléaires et autres matières radioactives du point de vue de la sécurité. Toutefois, les États ont la responsabilité d'assurer la protection physique des matières nucléaires et autres matières radioactives, ainsi que des installations connexes, de garantir la sécurité de ces matières lors de leur transport, et de lutter contre le trafic illicite et les mouvements fortuits de ces matières.

Le plan d'activités sur la sécurité nucléaire de l'AIEA pour 2006–2009, approuvé par le Conseil des gouverneurs en septembre 2005, indique clairement qu'il faut adopter une approche globale de la sécurité du transport des matières radioactives.

La destruction potentiellement que peut provoquer un dispositif nucléaire artisanal et les troubles économiques et sociaux que peuvent occasionner un engin à dispersion de radioactivité peuvent être considérables. Depuis le 11 septembre 2001, on a assisté à une nouvelle prise de conscience du risque d'actes malveillants mettant en jeu des matières nucléaires. Des évaluations récentes des conséquences potentielles de l'utilisation d'un engin à dispersion de radioactivité ont conclu à la nécessité d'améliorer la sécurité des matières radioactives.

L'examen de la chaîne d'approvisionnement des sources radioactives intenses (celles dont l'utilisation malveillante pourrait entraîner de graves conséquences) montre que, dans certaines circonstances, ces sources peuvent être vulnérables au sabotage et au détournement, comme lorsqu'elles sont : a) en cours d'utilisation dans des installations fixes non adéquatement protégées ; et b) en cours de transport pendant l'importation, le transport national, l'utilisation dans des applications mobiles et l'exportation.

Alors que l'amélioration de la sécurité des sources dans les installations bénéficient d'une attention et de ressources considérables, des efforts sont consacrés à la sécurité des matières radioactives, autres que les matières nucléaires, en cours de transport ; les matières radioactives sont extrêmement

vulnérables lors de cette étape. Le transport des sources radioactives intenses est une activité internationale qui requiert souvent le passage dans des zones ouvertes au public avec une protection physique minimale. Du fait de la vulnérabilité d'un colis en cours de transport, il est absolument nécessaire d'assurer un niveau de sécurité adéquat à cette étape. En outre, la perception du risque lié au transport des matières radioactives a évolué. Si l'accent était autrefois mis sur la sûreté du transport, on reconnaît aujourd'hui que la sécurité doit être considérée comme une priorité. Les préoccupations actuelles concernant la sécurité du transport s'expliquent peut-être par le fait que, malgré l'excellent bilan de sûreté du transport des matières radioactives, la menace d'actes malveillants — comme le sabotage — est désormais plus largement reconnue.

Le présent guide peut être utilisé par les organismes de réglementation des États Membres comme source d'orientations pour l'élaboration de réglementations nationales en matière de sécurité du transport des matières radioactives. Il intègre des contributions des participants aux réunions ainsi que des contributions individuelles. Les normes nationales et internationales pertinentes ont été prises en compte. Les travaux entrepris par les participants aux réunions et d'autres personnes intéressées sont vivement appréciés.

NOTE DE L'ÉDITEUR

Le présent rapport n'examine pas les questions de responsabilité, qu'elle soit juridique ou non, pour des actes ou des omissions imputables à une personne.

Bien que l'exactitude des informations contenues dans la présente publication ait fait l'objet d'un soin particulier, ni l'AIEA, ni ses États Membres n'assument aucune responsabilité pour les conséquences éventuelles de leur utilisation.

L'emploi d'appellations particulières pour désigner des pays ou des territoires n'implique de la part de l'éditeur, l'AIEA, aucune prise de position quant au statut juridique de ces pays ou territoires, ou de leurs autorités et institutions, ni quant au tracé de leurs frontières.

La mention de noms et de sociétés ou de produits particuliers (qu'ils soient ou non signalés comme marques déposées) n'implique aucune intention d'empiéter sur des droits de propriété, et ne doit pas être considérée non plus comme valant approbation ou recommandation de la part de l'AIEA.

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
1.1.	Introduction	1
1.2.	Lien avec d'autres publications	2
1.3.	Objectif	3
1.4.	Champ d'application	4
1.5.	Structure	4
2.	CONCEPTION ET ÉVALUATION DES MESURES DE SÉCURITÉ	5
2.1.	Approche générale	6
2.2.	Considérations fondamentales de sécurité	7
2.3.	Considérations de sécurité pour le transport	8
2.4.	Rôles	10
2.5.	Détermination des mesures de sécurité	11
3.	ÉTABLISSEMENT DE NIVEAUX DE SÉCURITÉ POUR LES MATIÈRES RADIOACTIVES EN COURS DE TRANSPORT	13
4.	ORIENTATIONS RELATIVES AUX MESURES DE SÉCURITÉ DU TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES	16
4.1.	Pratiques de gestion prudente	17
4.2.	Niveau de sécurité de base	17
4.3.	Niveau de sécurité renforcé	20
4.4.	Autres mesures de sécurité	23
4.5.	Expédition internationale	25
	APPENDICE : CONSIDÉRATIONS DÉTAILLÉES DANS L'ÉTABLISSEMENT DES NIVEAUX DE SÉCURITÉ	27
A.1.	Utilisation malveillante des matières radioactives	27
A.2.	Établissement des niveaux de sécurité	28
A.3.	Définir le seuil de radioactivité	31
A.4.	Paramètres d'un scénario mettant en jeu un EDR	32
A.5.	Méthode de modélisation	33
A.6.	Modèle radiologique	34

A.7. Résultats du modèle radiologique	36
A.8. Mélanges de radionucléides	37
A.9. Détermination du seuil de sécurité pour le transport	37
RÉFÉRENCES	39

1. INTRODUCTION

1.1. INTRODUCTION

Les publications de l'AIEA sur le transport des matières radioactives mettent traditionnellement l'accent sur la sûreté. La collection Normes de sûreté de l'AIEA comprend le Règlement de transport des matières radioactives (TS-R-1) (ci-après dénommé « le Règlement de transport »), dont la dernière version a été publiée en 2009 [1], les Principes fondamentaux de sûreté, qui ont été publiés en 2007 [2], et les Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements [3]. Toutes ces publications ont trait à la sûreté du transport et en plus, couvrent la sécurité de manière limitée¹.

En 2002, l'AIEA a lancé une initiative pour fournir des orientations supplémentaires en ce qui concerne la sécurité du transport des matières radioactives, sur la base des nouvelles prescriptions de sécurité énoncées dans les Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses — Règlement type [4]. Ce dernier a été élaboré par le Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses et du système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques de l'ONU. Le Règlement type de l'ONU (ci-après dénommé « le Règlement type ») recommande un niveau de sécurité de base, avec des dispositions proportionnées régissant le transport de toutes les marchandises dangereuses, et un niveau de sécurité renforcé, avec des dispositions supplémentaires pour les quantités de marchandises dangereuses définies comme étant « à haut risque ». Ces dispositions ont été intégrées au Règlement type au cours des derniers mois de 2003.

À cette fin, l'AIEA a convoqué une série de réunions afin de définir une base technique défendable pour établir des niveaux de sécurité pour la protection des matières radioactives en cours de transport, ainsi que des mesures de sécurité appropriées et proportionnées aux conséquences radiologiques pouvant découler de l'utilisation malveillante de matières radioactives. Le présent guide est le fruit de ces efforts.

Le régime de sécurité pour le transport des matières radioactives défini dans le présent guide examine les préoccupations et les risques radiologiques liés à l'enlèvement non autorisé, au sabotage et à d'autres actes malveillants mettant en jeu des matières radioactives (à distinguer des risques posés par les matières nucléaires de qualité militaire). Il vise à compléter le régime de sécurité établi au

¹ Par sécurité (nucléaire), on entend la prévention, la détection et l'intervention en cas de vol, de sabotage, d'accès non autorisé, de cession illégale ou d'autres actes malveillants mettant en jeu des matières nucléaires et autres substances radioactives ou les installations associées.

titre de la Convention sur la protection physique des matières nucléaires (CPPMN) [5], qui porte sur le transport international des matières nucléaires, et de son amendement, qui s'étend, entre autres, au transport national.

1.2. LIEN AVEC D'AUTRES PUBLICATIONS

Le Règlement type établit la base des prescriptions de sécurité pour le transport des marchandises dangereuses appliquées par les États et les organisations internationales s'occupant des divers modes de transport. Ces prescriptions figurent dans les sections 1.4 et 7.2 du Règlement type.

Les recommandations, les orientations et les instruments internationaux concernant la protection physique des matières nucléaires et la sécurité des sources radioactives, y compris en cours de transport, figurent dans :

- La CPPMN et son amendement du 8 juillet 2005 [5, 6] et le document intitulé « La protection physique des matières et installations nucléaires » (INFCIRC/225 Rev.4 [7] ;
- Le Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives (ci-après dénommé « le Code de conduite ») [8], la Catégorisation des sources radioactives [9] et d'autres orientations.

D'autres organismes et programmes spécialisés des Nations Unies — comme l'Organisation maritime internationale (OMI), l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) — et d'autres organisations intergouvernementales — comme l'Organisation intergouvernementale pour les transports internationaux ferroviaires — ont pris des mesures similaires pour renforcer la sécurité du transport de toutes les marchandises dangereuses. L'OMI, l'OACI et la CEE-ONU ont aussi amendé leurs instruments internationaux respectifs — à savoir le Code maritime international des marchandises dangereuses, les Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses, l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route, le Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses et l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures — afin de tenir compte des dispositions de sécurité du Règlement type, qui sont devenues obligatoires pour le transport international en 2005.

Le présent guide s'appuie sur les obligations et orientations énoncées dans les publications sur la sécurité précédemment mentionnées [5 à 8] et dans les Objectifs et principes fondamentaux de la protection physique [10] établis

par l'AIEA pour la protection physique des matières et des installations nucléaires.

Le transport des matières nucléaires est régi par la CPPMN et soumis aux mesures de sécurité recommandées dans le document INFCIRC/225/Rev.4 [7]. Ce dernier examine la sécurité du transport eu égard à la catégorisation des matières nucléaires, y compris des détails sur les seuils en ce qui concerne la masse, l'enrichissement, les nucléides couverts et les aspects de non-prolifération. Les mesures relatives à la sécurité du transport figurant dans le présent guide sont sans préjudice des dispositions du document INFCIRC/225/Rev.4, en particulier de la section VIII. Cependant, dans le cas de certaines matières nucléaires de catégorie III, les conséquences radiologiques potentielles peuvent justifier des mesures de sécurité plus importantes que celles spécifiées dans le document INFCIRC/225/Rev.4. Par exemple, certains colis de matières nucléaires de catégorie III peuvent, en raison de leur radioactivité, nécessiter des mesures de sécurité renforcées prescrites dans le présent guide, qui sont plus strictes que celles figurant dans le document INFCIRC/225/Rev.4. Dans ces cas particuliers, le présent guide énonce des mesures complétant celles contenues dans le document INFCIRC/225/Rev.4 [7].

De plus, les mesures de sécurité énoncées dans le présent guide servent d'appoint aux dispositions du Code de conduite [8] et aux Orientations pour l'importation et l'exportation de sources radioactives [11] qui le complètent. Des projets de documents connexes sur la sécurité des sources radioactives et la sécurité des déchets radioactifs sont en cours d'élaboration et seront publiés dans la collection Sécurité nucléaire.

1.3. OBJECTIF

Étant donné que le transport s'effectue dans des zones ouvertes au public et donne fréquemment lieu à des transferts intermodaux, il constitue une étape potentiellement vulnérable du commerce national et international. Le présent guide vise à faciliter une approche uniforme et cohérente de la sécurité.

Il vise à donner aux États des orientations pour la mise en œuvre, le maintien ou le renforcement d'un régime de sécurité nucléaire destiné à protéger les matières radioactives (y compris les matières nucléaires) en cours de transport contre le vol, le sabotage ou d'autres actes malveillants susceptibles d'avoir des conséquences radiologiques inacceptables s'ils aboutissent. Du point de vue de la sécurité, un seuil est défini pour déterminer les colis ou les types de matières radioactives qui doivent être protégés au-delà des pratiques de gestion prudente. Il est possible de réduire au minimum la probabilité d'un vol ou d'un sabotage de matières radioactives en cours de transport grâce à une combinaison de mesures

destinées à dissuader, détecter et retarder de tels actes, et à intervenir le cas échéant. Ces mesures sont complétées par d'autres mesures visant à récupérer les matières volées et à atténuer les éventuelles conséquences, afin de réduire encore les risques.

1.4. CHAMP D'APPLICATION

Les présentes orientations s'appliquent à la sécurité du transport international et national de tous les colis contenant des matières nucléaires telles que définies dans la CPPMN et les publications connexes, et des matières radioactives pouvant constituer un important risque radiologique pour les personnes, la société et l'environnement en cas d'acte malveillant.

1.5. STRUCTURE

Les orientations de la section 2 applicables au transport des matières radioactives sont destinées à être utilisées par les États pour élaborer un système de sécurité nucléaire.

Dans la section 3, on utilise le niveau de radioactivité du contenu d'un seul colis, comme base de définition des niveaux de sécurité :

- Pour les petites quantités de matières radioactives transportées dans des colis exceptés, tels que définis dans le Règlement de transport [1], avec un niveau d'activité qui ne dépasse pas le niveau autorisé pour les radionucléides qui ne sont pas sous forme spéciale, ou pour les matières de faible activité spécifique (matières LSA-I) ou les objets superficiellement contaminés (SCO-I), aucune mesure de sécurité spécifique n'est suggérée au-delà des mesures de contrôle prévues par les réglementations de sûreté, les Normes fondamentales internationales [3] et les **pratiques de gestion prudente** déjà mises en œuvre par les expéditeurs et les transporteurs. ;
- Pour tout colis dont le contenu dépasse la quantité pour les colis exceptés de contenus et matières qui ne sont pas sous forme spéciale, autres que les matières LSA-I et les SCO-I, il faudrait appliquer un **niveau de sécurité de base** comprenant certaines mesures de sécurité spécifiques ;
- Pour les matières radioactives emballées en quantités importantes, telles qu'elles puissent être considérées comme « à haut risque » (terminologie du Règlement type), il faudrait appliquer un **niveau de sécurité renforcé** comprenant à la fois des mesures de sécurité de base et des mesures de sécurité renforcées ;

- Lorsque des **mesures de sécurité supplémentaires** sont jugées nécessaires à la suite d'une évaluation de la menace ou d'une évaluation du risque réalisée par l'État, ce dernier peut les appliquer.

La section 4 énonce des mesures et des orientations de référence à l'intention des États qui n'auraient pas encore de système de sécurité bien défini et élaboré, notamment une infrastructure réglementaire et un processus d'évaluation de la menace. Il se pourrait que les États qui ont une infrastructure réglementaire et un processus d'évaluation de la menace bien définis et élaborés aient déjà mis en place un niveau de sécurité adéquat. Toutefois, même ces États pourraient aussi trouver les présentes orientations utiles.

Les lignes directrices générales exposées dans le présent guide sont largement en harmonie avec le Règlement type en ce qui concerne le nombre de niveaux de sécurité et les mesures de sécurité proposées, bien que les valeurs de seuil et certains détails des mesures de sécurité proposées dans les sections 3 et 4 diffèrent de celles figurant dans le Règlement type.

Les valeurs de seuil indiquées dans le présent guide ont été déterminées sur la base des conséquences radiologiques potentielles des actes malveillants mettant en jeu des matières radioactives. Les seuils d'activité ont été calculés et comparés à l'aide d'approches existantes utilisées dans le Règlement de transport et le Code de conduite.

Bien que la sûreté du transport des matières radioactives fasse l'objet de publications de l'AIEA distinctes, il est reconnu que certaines des mesures destinées à assurer la sûreté peuvent aussi servir les objectifs de sécurité. C'est pourquoi les mesures et les procédures de sûreté déjà en place du fait de l'application large et efficace du Règlement de transport dans les divers modes de transport, au plan international et au niveau des États peuvent déjà satisfaire à certains besoins de sécurité. Il faudrait veiller à ce que les mesures de sûreté ne portent pas préjudice à la sécurité et que les mesures de sécurité ne portent pas préjudice à la sûreté.

2. CONCEPTION ET ÉVALUATION DES MESURES DE SÉCURITÉ

Lors de la détermination des mesures de sécurité à appliquer aux matières radioactives en cours de transport, il faut prendre en considération un certain nombre de questions pour empêcher l'accès non autorisé à ces matières, leur vol ou tout autre acte malveillant les mettant en jeu. Pour que le régime de sécurité nucléaire d'un État fonctionne correctement, les responsabilités de toutes les

parties concernées doivent d'abord être clairement définies. La menace contre laquelle les matières doivent être protégées devrait être déterminée et bien comprise par toutes les parties participant à la conception des mesures de sécurité à appliquer lors du transport. Les plans de sécurité des exploitants² sont considérés, le cas échéant, comme étant le meilleur moyen de guider la mise en œuvre exhaustive des mesures de sécurité. En fonction des conséquences potentielles, certains types et certaines quantités de matières pourraient être des cibles plus attrayantes que d'autres pour des actes malveillants. Il conviendrait d'en tenir dûment compte grâce à un système gradué de mesures de sécurité.

2.1. APPROCHE GÉNÉRALE

La responsabilité de l'élaboration, de l'application et du maintien d'un régime de sécurité dans un État incombe entièrement à celui-ci. Les États doivent établir un cadre législatif et réglementaire couvrant la sécurité des matières radioactives³ en cours de transport qui s'articule efficacement avec le système de sécurité appliqué à ces matières en cours d'utilisation et d'entreposage.

Les mesures de sécurité prises lors du transport des matières radioactives pour les protéger contre des actes malveillants⁴ devraient reposer sur l'évaluation de la menace⁵ qui pèse sur les matières et de son potentiel à entraîner des conséquences inacceptables.

² Le terme « exploitant » sert à désigner une entité (personne ou organisme) autorisée à exploiter une installation nucléaire ou radiologique ou à utiliser, entreposer ou transporter des matières nucléaires et/ou des matières radioactives. Une telle entité serait normalement titulaire d'une licence ou d'un autre document d'autorisation délivré par une autorité compétente, ou un sous-traitant d'un titulaire d'une telle autorisation. Des définitions et des explications de termes figurent également à la section II de la Réf. [1] et dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA [12].

³ Les matières radioactives sont des matières désignées dans la législation nationale ou par un organisme de réglementation comme devant faire l'objet d'un contrôle réglementaire en raison de leur radioactivité.

⁴ Un acte malveillant est un acte délibéré visant à soustraire des matières radioactives au contrôle autorisé (vol) ou un acte dirigé contre des matières radioactives (par exemple, sabotage) qui pourrait mettre en danger les travailleurs, le public et l'environnement du fait d'une exposition à des rayonnements ou d'un rejet ou d'une dispersion de matières radioactives, y compris une dispersion délibérée de matières radioactives en vue de provoquer des perturbations économiques et sociales.

⁵ Une menace est une caractérisation d'un agresseur capable de causer des conséquences négatives, notamment de ses objectifs, motivations et capacités (par exemple, nombre d'agresseurs potentiels, matériel, formation et plan d'attaque).

L'élaboration d'un modèle radiologique destiné à évaluer les conséquences radiologiques d'actes malveillants fournit une base logique et transparente pour mettre au point un système gradué et cohérent permettant de définir des niveaux de protection adéquats.

Il conviendrait de tenir compte de l'impact des actes malveillants sur la santé humaine et de leur potentiel à occasionner des perturbations et des dommages économiques, environnementaux et sociaux.

2.2. CONSIDÉRATIONS FONDAMENTALES DE SÉCURITÉ

Les considérations de sécurité figurant dans le présent guide ont été adaptées de celles du Code de conduite [8] et de celles relatives aux matières nucléaires⁶ présentées dans les Objectifs et principes fondamentaux de la protection physique [10] et dans l'amendement à la CPPNM [5].

Pour le transport des matières radioactives, les considérations de sécurité sont les suivantes :

- Responsabilité de l'État ;
- Cadre législatif et réglementaire ;
- Nécessité d'établir ou de désigner une autorité compétente⁷ ;
- Responsabilités de ceux qui interviennent pendant le transport (par exemple, expéditeurs, transporteurs et destinataires) ;
- Culture de sécurité ;
- Évaluation de la menace ;
- Utilisation d'une approche graduée ;
- Concept de défense en profondeur ;
- Systèmes de gestion ;
- Plans d'intervention spécialisés/d'urgence ;
- Confidentialité.

⁶ Par matières nucléaires, il faut entendre le plutonium à l'exception du plutonium dont la concentration isotopique en plutonium 238 dépasse 80 %, l'uranium 233, l'uranium enrichi en uranium 235 ou 233, l'uranium contenant le mélange d'isotopes qui se trouve dans la nature autrement que sous forme de minerai ou de résidu de minerai, et toute matière contenant un ou plusieurs des éléments ou isotopes ci-dessus.

⁷ Par autorité compétente, on entend toute(s) autorité(s) nationale(s) ou désignée(s) ou encore autrement reconnue(s) comme telle à toute fin visée par le présent guide (définition adaptée de la Réf. [12]).

2.3. CONSIDÉRATIONS DE SÉCURITÉ POUR LE TRANSPORT

Le transport des matières radioactives est habituellement une phase intermédiaire entre la production, l'utilisation, l'entreposage et le stockage définitif des matières. Il n'y a en principe pas de différence entre les conséquences radiologiques potentielles de la perte de contrôle due au vol de matières radioactives en cours d'utilisation, d'entreposage ou de transport, mais les conséquences potentielles d'un acte de sabotage⁸ peuvent être sensiblement différentes en fonction de l'emplacement des matières radioactives.

Étant donné la vulnérabilité potentielle des matières radioactives en cours de transport, la conception d'un système de sécurité du transport adéquat intègre le concept de défense en profondeur⁹ et suit une approche graduée¹⁰ pour atteindre l'objectif consistant à empêcher que les matières puissent faire l'objet d'actes malveillants.

Le système de sécurité du transport devrait être conçu de sorte à prendre en considération :

- La quantité et la forme physique et chimique des matières radioactives ;
- Le(s) mode(s) de transport ;
- Le(s) colis employé(s) ;
- Les mesures nécessaires pour :

⁸ Dans ce contexte, le terme sabotage signifie l'endommagement délibéré de matières nucléaires ou de matières radioactives en cours d'utilisation, d'entreposage ou de transport, ou d'une installation associée. Tout acte délibéré dirigé contre une installation nucléaire ou des matières nucléaires en cours d'utilisation, d'entreposage ou de transport est susceptible de porter atteinte, directement ou indirectement, à la santé ou à la sûreté du personnel ou du public, ou à l'environnement, en provoquant une exposition à des rayonnements ou un rejet de substances radioactives (définition adaptée de la Réf. [7]).

⁹ Le concept de défense en profondeur est utilisé pour concevoir des systèmes de sécurité obligeant un adversaire à franchir ou à contourner de multiples obstacles, qui peuvent être similaires ou différents, pour atteindre son objectif. L'approche consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, comprenant des éléments tant administratifs (procédures, instructions, sanctions, règles de contrôle des accès, règles de confidentialité) que techniques (niveaux de protection multiples avec des mesures de détection et de retardement), que les adversaires devront surmonter ou contourner pour parvenir à leurs fins.

¹⁰ Une approche graduée est une méthode ou un processus en vertu desquels des mesures de gestion et de contrôle technique (par exemple, système de protection physique) dont la portée, la profondeur et la rigueur sont proportionnées à l'évaluation de la menace et à l'ampleur du risque lié à la défaillance de l'élément ou du processus concerné.

- Empêcher, détecter et retarder l'accès non autorisé aux matières radioactives en cours de transport et entreposées en transit pour déjouer toute tentative d'acte malveillant ;
- Recenser les actes malveillants possibles effectifs mettant en jeu tout envoi en cours de transport ou entreposé lors du transport pour lancer une intervention appropriée et permettre le démarrage des activités de récupération ou d'atténuation le plus rapidement possible ;
- Intervenir rapidement en cas de tentative d'accès non autorisé ou d'accès non autorisé effectif à des matières radioactives, ou en cas de tout autre acte malveillant mettant en jeu des matières radioactives en cours de transport ou entreposées lors du transport.
- Les moyens de :
 - Récupérer toute matière radioactive endommagée, volée ou perdue et la placer sous contrôle réglementaire sécurisé ;
 - Réduire le plus possible et atténuer les conséquences radiologiques de tout vol, sabotage ou autre acte malveillant.

Il est possible d'assurer efficacement la sécurité du transport en prévoyant un calendrier, des itinéraires, la sécurité du trajet, la sécurité des informations et des procédures. En particulier, les recommandations générales suivantes devraient, dans la mesure du possible, être considérées comme les pratiques optimales :

- Les horaires réguliers doivent être évités dans la mesure du possible ;
- Les itinéraires sont planifiés de sorte à éviter les zones de catastrophes naturelles et de troubles civils, ainsi que celles où plane une menace connue ; dans le cas des expéditions de sources des catégories 1 et 2, des itinéraires de remplacement sont déterminés au préalable au cas où on en aurait besoin si l'itinéraire principal n'est pas disponible compte tenu des circonstances ;
- La durée totale du transport des matières radioactives, le nombre de transferts intermodaux et les temps d'attente associés à ces derniers sont réduits au minimum nécessaire ;
- Les informations préalables sur le transport et les mesures de sécurité appliquées au transport sont communiquées au plus petit nombre de personnes possible ;
- Les colis ou les moyens de transport contenant des matières radioactives ne sont pas laissés sans surveillance plus que le temps absolument nécessaire ;
- Les matières radioactives en cours de transport et entreposées temporairement lors du transport sont soumises à des mesures de sécurité compatibles avec celles à appliquer aux matières en cours d'utilisation et d'entreposage.

2.4. RÔLES

2.4.1. Rôle des États

La mise en place d'un régime de sécurité adéquat pour le transport des matières radioactives relève de la responsabilité de chaque État. Celui-ci établit les prescriptions de base concernant l'infrastructure juridique et gouvernementale pour la sécurité du transport, y compris :

- La désignation d'une autorité compétente indépendante chargée de la mise en place de l'application, de l'inspection et de faire l'exécution du cadre législatif et réglementaire, y compris des sanctions efficaces ;
- La définition d'objectifs pour protéger les personnes, la société et l'environnement contre les risques radiologiques, notamment ceux qui pourraient résulter d'un acte malveillant mettant en jeu des matières radioactives en cours de transport ;
- La formulation de normes et d'objectifs officiels à intégrer dans la réglementation sur la sécurité ;
- La définition de la menace nationale et des prescriptions concernant la conception et l'évaluation du système de sécurité du transport ;
- L'examen régulier du système de sécurité pour tenir compte des progrès technologiques et d'éventuels changements de la menace ;
- La mise en place d'une procédure de soumission par l'exploitant et, le cas échéant, d'approbation par l'autorité compétente d'un plan de sécurité avant le transport des matières radioactives ;
- L'élaboration d'un programme pour vérifier, au moyen d'inspections périodiques, que la réglementation concernant la sécurité est respectée en permanence et s'assurer que des mesures correctives sont prises en cas de besoin ;
- L'élaboration d'une politique visant à déterminer, classer et contrôler les informations sensibles dont la divulgation non autorisée pourrait compromettre la sécurité des matières radioactives en cours de transport ;
- La détermination de procédures de contrôle de sécurité, comprenant un programme d'identification positive (titre d'identification délivré par des services officiels avec photographie ou données biométriques qui identifie positivement son détenteur), pour les personnes intervenant dans le transport des matières radioactives ; ces procédures devraient être proportionnées aux responsabilités ;
- La notification des événements liés à la sécurité, y compris des pertes ;
- L'instauration de sanctions pénales en cas de non-respect des prescriptions de sécurité lors du transport.

L'autorité compétente devrait avoir des pouvoirs, des compétences et des ressources financières et humaines adéquats pour s'acquitter des responsabilités qui lui sont confiées en matière de sécurité des matières radioactives en cours de transport, ainsi que la capacité de faire respecter les prescriptions applicables.

En outre, l'État prend les mesures appropriées pour garantir la promotion d'une culture de sécurité [13] pour toutes les parties concernées en ce qui concerne le transport des matières radioactives.

Les États créent des mécanismes appropriés pour coopérer, se consulter et échanger des informations sur les techniques et pratiques de sécurité applicables au transport, dans le respect des règles de confidentialité. Sur demande, ils s'entraident pour récupérer des matières radioactives volées ou manquantes. Des États destinataires et de transit peuvent conclure des arrangements appropriés avec des organisations intergouvernementales compétentes pour promouvoir la coopération, l'harmonisation et l'échange d'informations, ainsi que pour veiller à ce que les matières se trouvant sous leur juridiction soient adéquatement protégées. L'autorité compétente désignée devrait être notifiée aux autres États et à l'AIEA.

2.4.2. Rôles des exploitants

Tous les exploitants (par exemple, les expéditeurs, les transporteurs et les destinataires) et les autres personnes intervenant dans le transport des matières radioactives devraient avoir la responsabilité de la mise en œuvre et du maintien des mesures de sécurité pour le transport des matières radioactives conformément aux prescriptions nationales.

Tous les exploitants devraient avoir des plans d'intervention spécialisés pour intervenir en cas d'acte malveillant mettant en jeu des matières radioactives en cours de transport, y compris pour récupérer les matières perdues ou volées et atténuer les conséquences.

Pour le transport international, les exploitants devraient s'assurer à l'avance que les mesures de sécurité, qui varient d'un État à l'autre, sont appliquées au fur et à mesure du parcours du colis de matières radioactives, et déterminer clairement le point de transfert de la responsabilité en matière de sécurité.

2.5. DÉTERMINATION DES MESURES DE SÉCURITÉ

Un État peut utiliser une approche prescriptive ou basée sur la performance, ou une combinaison des deux, pour déterminer les objectifs à atteindre ou les mesures de sécurité à appliquer en matière de transport des matières

radioactives. Lorsqu'il a recours à l'approche prescriptive, il peut utiliser les niveaux de sécurité du transport examinés à la section 3 du présent guide. Quelle que soit l'approche retenue, les mesures de sécurité à appliquer devraient être conformes aux prescriptions administratives et techniques prévues par la réglementation nationale (approche prescriptive) ou évaluées par rapport à la menace actuelle ou à la menace de référence¹¹ (approche basée sur la performance) pour l'État.

La menace actuelle ou la menace de référence pour l'État peut être très différente en fonction de l'État ou de l'emplacement concerné.

Les États doivent réexaminer continuellement les menaces liées aux matières radioactives en cours de transport et évaluer les incidences de tout changement de ces menaces sur la définition des mesures de sécurité. Ils devraient partager ces informations avec les transporteurs, le cas échéant.

Les étapes fondamentales nécessaires à la définition des mesures de sécurité sont les suivantes :

- Au niveau de l'État :
 - Évaluer les conséquences que peuvent avoir les actes malveillants mettant en jeu des matières radioactives ;
 - Évaluer la menace dans l'État sur la base des informations provenant des services de sécurité et de renseignement ;
 - Établir les niveaux de sécurité à appliquer aux colis ou aux moyens de transport de matières radioactives ;
 - Définir des objectifs de sécurité pour chaque niveau de sécurité ;
 - Énoncer les prescriptions administratives et techniques ou les mesures de sécurité spécifiques nécessaires à la réalisation des objectifs de sécurité.
- Au niveau de l'exploitant :
 - Déterminer les radionucléides et leur activité dans chaque colis de matières radioactives et le(s) mode(s) de transport à utiliser ;
 - Attribuer des niveaux de sécurité aux colis ;
 - Déterminer les mesures de sécurité appropriées pour le respect des prescriptions réglementaires ou la protection contre la menace de référence, sur la base des objectifs fixés par la réglementation nationale.

¹¹ Une menace de référence est une description des moyens et caractéristiques d'agresseurs potentiels internes ou externes qui pourraient tenter un enlèvement non autorisé de matières nucléaires ou de matières radioactives, ou un sabotage, en fonction desquels un système de protection physique est conçu et évalué [14].

L'efficacité globale des mesures de sécurité peut être assurée soit en complétant les mesures de sûreté existantes par des mesures de sécurité supplémentaires déterminées grâce à une évaluation spécifique de la vulnérabilité basée sur la menace nationale, soit en appliquant des mesures déjà requises permettant de faire face à la menace nationale.

Il est reconnu que les informations et les ressources nécessaires à l'application d'une méthodologie exhaustive pour l'évaluation de la menace¹² et l'évaluation de la vulnérabilité peuvent ne pas toujours être disponibles ou peuvent être jugées inutiles au regard des conséquences radiologiques potentielles des actes malveillants mettant en jeu des matières en cours de transport. Dans ces circonstances, les mesures de sécurité ne peuvent être établies que grâce à une approche prescriptive. Celle-ci comprend la définition des niveaux de sécurité et de mesures de sécurité par défaut, proportionnés au niveau présumé de la menace et au degré d'acceptation du risque, sur la seule base des conséquences potentielles (radiologiques ou non radiologiques) des actes malveillants mettant en jeu des matières radioactives.

En pareil cas, l'attribution de niveaux de sécurité du transport génériques basés sur les niveaux d'activité de chaque colis, tels qu'indiqués à la section 3, et l'application des orientations figurant à la section 4 constituent une méthode générique acceptable pour déterminer les mesures de sécurité qu'un État et un exploitant pourraient appliquer lors des opérations de transport.

3. ÉTABLISSEMENT DE NIVEAUX DE SÉCURITÉ POUR LES MATIÈRES RADIOACTIVES EN COURS DE TRANSPORT

Afin de définir les niveaux de sécurité du transport d'une manière facile à comprendre et à intégrer dans les systèmes de sûreté et de sécurité existants, il était essentiel d'évaluer les approches existantes appliquées aux matières radioactives (y compris aux matières nucléaires) et aux sources radioactives. Deux publications ont été utilisées à cette fin :

- Le Code de conduite [8] et la Catégorisation des sources radioactives [9].
Étant donné que ces publications sont largement appliquées en vue

¹² Une évaluation de la menace est une analyse qui établit les motivations, intentions et capacités crédibles d'agresseurs potentiels susceptibles d'entraîner des conséquences négatives pour des matières nucléaires en cours d'utilisation, d'entreposage ou de transport, ou pour des installations associées.

d'améliorer la sûreté et la sécurité des sources, les valeurs D, qui ont été établies pour définir une source dangereuse, peuvent être appropriées pour déterminer les seuils d'activité pour les niveaux de sécurité du transport ;

- Le Règlement de transport. Ce règlement utilise les valeurs d'activité A_1 et A_2 pour indiquer la quantité de matières radioactives au-delà de laquelle les matières doivent être transportées dans un colis résistant aux accidents. Étant donné que les valeurs A sont bien comprises et utilisées dans le système de sûreté du transport, elles peuvent aussi convenir à la définition des seuils d'activité si des coefficients multiplicateurs numériques appropriés sont utilisés.

La catégorisation des sources scellées figurant dans le Code de conduite repose sur l'établissement des valeurs D pour la publication n° GS-R-2 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA [15], qui indique les prescriptions pour les situations d'urgence mettant en jeu une source dangereuse. Ces prescriptions de sûreté définissent une source dangereuse comme une source « qui peut, si elle n'est pas sous contrôle, donner lieu à une exposition suffisante pour causer des effets déterministes graves ». Ces prescriptions définissent en outre un effet déterministe grave comme un effet qui est mortel ou risque de l'être ou s'il entraîne une lésion permanente qui diminue la qualité de vie ».

Pour pouvoir appliquer les prescriptions de sûreté, il fallait une définition opérationnelle de ce qu'est une source dangereuse. Cette définition est appelée valeur D. La valeur D est la quantité de matière radioactive qui, si elle n'est pas contrôlée, pourrait entraîner le décès de la personne exposée ou une lésion permanente diminuant sa qualité de vie.

Comme il fallait catégoriser les sources radioactives¹³ sur la base de leur potentiel d'effets déterministes sur la santé, les valeurs D ont aussi été utilisées comme facteurs de normalisation pour le classement numérique des sources et des pratiques. Elles ont aussi été utilisées comme base du système de catégorisation des sources radioactives de l'AIEA, dont certains éléments ont été inclus dans le Code de conduite. Celui-ci énumère les valeurs D de 16 sources radioactives spécifiques (partie supérieure du tableau 1). Toutefois, il est très peu probable, selon ce document, que d'autres radionucléides soient utilisés dans des sources radioactives à un niveau d'activité qui amènerait à les classer dans les catégories 1, 2 ou 3. En ce qui concerne ces radionucléides, on a estimé qu'il était approprié d'utiliser le système Q pour déterminer des niveaux de seuil renforcés.

¹³ Une source radioactive est une matière radioactive qui est enfermée d'une manière permanente dans une capsule ou fixée sous forme solide et qui n'est pas exemptée du contrôle réglementaire (définition adaptée de la Réf. [8]).

Le système de transport Q est une méthodologie mise au point pour évaluer une série de voies d'exposition, pouvant chacune entraîner une radioexposition — interne ou externe — de personnes proches d'un colis du type A impliqué dans un grave accident de transport. Dans le cadre des Normes fondamentales internationales [3], ce système relève du domaine des expositions potentielles. Une exposition potentielle est une exposition qui n'est pas prévisible avec certitude, mais qui peut résulter d'un accident mettant en jeu des matières radioactives, ou d'un événement ou d'une séquence d'événements de nature probabiliste, notamment des défaillances du matériel et de fausses manœuvres.

Pour les expositions potentielles, un niveau de dose de 50 mSv a été utilisé au motif que les accidents effectifs mettant en jeu des colis du type A entraînent traditionnellement de très faibles expositions. En choisissant cette dose de référence, il importe aussi de garder à l'esprit la probabilité qu'une personne soit exposée du fait d'un accident de transport, car on considère que ce genre d'exposition se produit « une fois dans la vie » d'un individu.

Aucune de ces approches ne s'est révélée entièrement satisfaisante du point de vue de la sécurité. Le Code de conduite traite des sources scellées et prend en considération les effets déterministes sur la santé. Le système Q repose sur une approche tenant compte des effets stochastiques sur la santé.

Étant donné qu'un acte malveillant mettant en jeu des matières radioactives enlevées sans autorisation lors du transport peut entraîner la dispersion intentionnelle de ces matières sur une vaste région, un scénario comprenant un engin à dispersion de radioactivité (EDR) a été envisagé. Un EDR est une arme d'interdiction de zone ; c'est-à-dire qu'elle empêche d'utiliser la zone touchée. La dispersion d'un radionucléide à des niveaux qui imposent le relogement temporaire ou permanent de la population de la zone touchée constitue donc un bon indicateur de l'efficacité d'un EDR. D'autres types d'actes malveillants et de conséquences ont été pris en compte pour établir les seuils figurant dans la présente section, comme les conséquences potentielles d'une exposition directe à une source radioactive non protégée ou à un nuage radioactif, d'une ingestion et d'une inhalation.

Un modèle a été utilisé pour calculer la quantité de matières radioactives justifiant le relogement permanent des populations d'une zone contaminée par un ERD. La publication 82 de la CIPR relative à la protection du public dans des situations de radioexposition prolongée [16] et le guide de sûreté de l'AIEA sur les interventions d'urgence [17] énoncent des recommandations sur les niveaux d'action (dose) en ce qui concerne les mesures à prendre à la suite d'incidents radiologiques. L'appendice donne des détails sur le modèle conservatif, ainsi que sur ses hypothèses et ses paramètres.

Les résultats du modèle conservatif ont été comparés avec les valeurs A et les valeurs D. Cette comparaison visait à déterminer les coefficients

multiplicateurs de ces valeurs qui permettraient d'approcher les seuils d'activité proches des résultats du modèle sans les dépasser. Étant donné les incertitudes et les démarches prudentes inhérentes au modèle, il n'était pas nécessaire d'établir une corrélation rigoureuse, mais seulement une corrélation raisonnable. Il s'est avéré qu'une corrélation pouvait être établie avec chaque série de valeurs. L'appendice fournit la base des seuils d'activité.

En conséquence, les seuils d'activité suivants sont utilisés pour le niveau de sécurité renforcé :

- Pour les sources radioactives et les autres formes de matières radioactives contenant des radionucléides couverts par le Code de conduite, 10 D (sources des catégories 1 et 2 comprises) par colis ; ou
- Pour tous les autres radionucléides, 3 000 A₂ par colis.

Certaines matières radioactives entraînent un risque radiologique suffisamment faible pour ne pas poser de problème de sécurité. C'est notamment le cas des très petites quantités de matières (colis exceptés dont le niveau d'activité ne dépasse pas celui autorisé pour les radionucléides qui ne sont pas sous forme spéciale), des matières de faible activité spécifique (LSA-I) et des objets superficiellement contaminés (SCO-I). Pour ces matières, il n'est suggéré aucune mesure de sécurité spécifique au-delà des mesures de contrôle de base énoncées dans les Normes fondamentales internationales [3] et appliquées dans le cadre des pratiques commerciales habituelles.

Les matières radioactives se trouvant entre ces deux seuils devraient être protégées selon le niveau de sécurité de base.

4. ORIENTATIONS RELATIVES AUX MESURES DE SÉCURITÉ DU TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES

La présente section examine les mesures de sécurité qui pourraient être utilisées pour protéger les matières radioactives contre le vol, le sabotage ou tout autre acte malveillant lors du transport par des États qui ne disposent pas des informations et des ressources nécessaires à l'application d'une méthodologie exhaustive pour l'évaluation de la menace et de la vulnérabilité.

La section 4.1 recense les pratiques de gestion prudente pour les faibles niveaux de matières radioactives. La section 4.2 énonce des orientations en ce qui concerne le niveau de sécurité de base et la section 4.3 donne des orientations supplémentaires pour le transport des matières radioactives situées au-delà du

niveau de seuil spécifié à la section 3. Ces mesures sont fondées sur le Règlement type et doivent être considérées par les États et les exploitants comme un ensemble minimal de mesures. La section 4.4 donne des orientations supplémentaires que les États souhaiteront peut-être appliquer au transport des matières radioactives particulièrement vulnérables ou pendant une période de menace accrue.

4.1. PRATIQUES DE GESTION PRUDENTE

En ce qui concerne les colis de matières radioactives pour lesquels la section 3 n'énonce aucune disposition supplémentaire, il n'est pas nécessaire d'appliquer d'autres mesures de sécurité que les mesures de sécurité de base figurant dans les Normes fondamentales internationales [3] et appliquées aux pratiques commerciales habituelles.

4.2. NIVEAU DE SÉCURITÉ DE BASE

Les orientations figurant dans la présente section s'appliquent à tous les colis de matières radioactives définis dans la section 3 comme nécessitant au moins l'application de mesures de sécurité de base.

Dispositions générales de sécurité

L'autorité compétente devrait, si elle le juge bon, communiquer aux exploitants des informations sur tout changement éventuel de la menace qui pèse sur les matières radioactives en cours de transport. Les exploitants devraient tenir compte de toutes les informations sur la menace lorsqu'ils appliquent des mesures de sécurité. Dans le cas du transport international, les informations sur la menace pour chaque État devraient être prises en compte.

Tous les exploitants (expéditeurs, transporteurs, destinataires) et les autres personnes intervenant dans le transport de matières radioactives devraient appliquer au transport de ces matières des mesures de sécurité correspondant à leurs responsabilités et au niveau de la menace.

Les matières radioactives ne devraient être transférées qu'aux exploitants autorisés. Dans les circonstances normales, il suffit qu'il y ait des rapports commerciaux entre un transporteur et un destinataire/expéditeur. Lorsque ces rapports n'existent pas encore, il faudrait déterminer si un transporteur ou un destinataire potentiel possède la compétence ou la capacité nécessaire pour transporter ou recevoir des matières radioactives en confirmant auprès

d'organismes de réglementation nationaux compétents ou d'associations commerciales et industrielles que les intérêts dudit transporteur/destinataire sont légitimes.

Lorsque des matières radioactives sont temporairement entreposées sur des sites de transit (comme des entrepôts, des gares de triage, etc.), des mesures de sécurité appropriées devraient être appliquées à ces matières de la même façon que celles qui sont appliquées pendant l'utilisation et l'entreposage.

L'exploitant devrait avoir en place des procédures permettant de lancer des investigations sur l'état des colis qui ne sont pas livrés au destinataire prévu dans les délais convenus. Si ces investigations révèlent que le colis a été perdu ou volé ou s'il apparaît qu'il a fait l'objet d'une manipulation frauduleuse, il faudrait immédiatement lancer des procédures pour le localiser et le récupérer.

Sauf pour des motifs impérieux concernant la sûreté ou les opérations, les colis de matières radioactives devraient être acheminés dans des moyens de transport sécurisés et clos ou bâchés. Cependant, les colis pesant plus de 2 000 kg qui sont scellés ou sécurisés peuvent être acheminés dans un moyen de transport découvert. L'intégrité des verrous et des scellés devrait être vérifiée avant l'envoi et à l'arrivée par le personnel spécialement et préalablement autorisé par l'employeur à faire cette vérification.

Si des colis doivent être acheminés par des moyens de transport découverts, il se peut que l'État doive envisager, au vu de la nature des matières radioactives ou de la menace actuelle, l'application de mesures de sécurité supplémentaires. Celles-ci peuvent comprendre la présence de gardiens, la protection des colis pour assurer le préblindage extérieur afin d'empêcher ou d'atténuer les dommages d'une attaque à distance à l'aide de roquettes perforantes ou de dispositifs analogues contre lesquels il est difficile de se défendre, et le renforcement de la surveillance de l'itinéraire ou de la capacité d'intervention. Les colis devraient être protégés sur la base d'avis émis par des spécialistes de la sûreté.

Formation de sensibilisation aux questions de sécurité de base

Les personnes intervenant dans le transport des matières radioactives devraient recevoir une formation, notamment sur les aspects de la sensibilisation à la sécurité.

La formation de sensibilisation à la sécurité devrait porter sur la nature des menaces concernant la sécurité, en tenant dûment compte des problèmes de sécurité, des méthodes visant à les résoudre et des mesures à prendre en cas d'incident de sécurité. Elle devrait comprendre une sensibilisation aux plans de sécurité (le cas échéant) correspondant aux responsabilités des personnes et à leur rôle dans l'application de ces plans.

Cette formation devrait être dispensée, ou vérifiée, lors du recrutement à toute fonction en rapport avec le transport des matières radioactives et être complétée périodiquement par des cours de recyclage, lorsque l'autorité compétente le juge nécessaire.

L'employeur doit tenir et mettre à la disposition de l'employé qui le demande les enregistrements de toute la formation suivie en matière de sécurité.

Vérification de l'identité du personnel

Chaque membre de l'équipage de tout moyen de transport acheminant des matières radioactives devrait détenir un moyen de l'identifier de manière positive pendant le transport (titre d'identification délivré par des services officiels avec photographie ou données biométriques qui identifie précisément son détenteur). Les formes d'identification biométrique sont préférables, mais certains États peuvent ne pas avoir les moyens de confirmer des données biométriques. Dans le cadre du transport international, un titre d'identification avec photographie délivré par une société officiellement approuvée peut donc constituer le moyen d'identification le plus approprié.

Vérification de la sécurité des moyens de transport

Les transporteurs devraient effectuer des inspections de la sécurité des moyens de transport et s'assurer que ces mesures de sécurité restent efficaces pendant le transport. Dans les circonstances normales, et selon qu'il convient compte tenu du mode de transport, il suffit que le transporteur effectue une inspection visuelle pour s'assurer qu'il n'y a eu aucune manipulation frauduleuse et que rien n'a été fixé sur le colis ou sur ledit moyen de transport qui pourrait compromettre la sécurité de l'envoi. Cette inspection ne nécessite que la connaissance du moyen de transport pour le transporteur.

Instructions écrites

Les exploitants devraient donner aux membres de l'équipage appropriés des instructions écrites sur toutes les mesures de sécurité requises, y compris sur la manière d'intervenir en cas d'incident de sécurité au cours du transport. Au niveau de la sécurité de base, il suffit généralement d'indiquer dans ces instructions les principales coordonnées des personnes à contacter en cas d'urgence.

Échange d'informations relatives à la sécurité

Les exploitants devraient coopérer entre eux et avec les autorités compétentes en vue d'échanger des informations sur l'application des mesures de sécurité et les interventions en cas d'incident de sécurité, à condition que l'échange d'informations ne soit pas incompatible avec les prescriptions de sécurité concernant les informations sensibles.

Évaluation de la fiabilité

L'exploitant peut déterminer si les personnes intervenant dans le transport des matières radioactives sont dignes de confiance compte tenu de leurs responsabilités. Ce processus¹⁴ permet d'évaluer la fiabilité d'une personne, notamment les caractéristiques et les détails qui peuvent être vérifiés, si la loi le permet et que cela est nécessaire, en examinant ses antécédents et son casier judiciaire. Il devrait reposer sur des vérifications des précédentes activités de la personne pour évaluer son caractère et sa réputation.

4.3. NIVEAU DE SÉCURITÉ RENFORCÉ

En ce qui concerne les colis de matières radioactives dont la radioactivité est égale ou supérieure au seuil de radioactivité du niveau de sécurité renforcé spécifié à la section 3, il faudrait appliquer les mesures de sécurité énoncées dans la présente section en sus de celles relatives au niveau de sécurité de base.

Identification des transporteurs et des expéditeurs

Lors de l'application des dispositions de sécurité nationales concernant les expéditions de matières radioactives, l'autorité compétente devrait établir un programme pour identifier les expéditeurs ou les transporteurs intervenant dans le transport des colis de matières radioactives nécessitant un niveau de sécurité renforcé, à des fins de communication d'informations sur la sécurité.

¹⁴ Les législations nationales peuvent limiter les activités de vérification de l'identité et de la fiabilité dans un État. Pour la fiabilité, il peut être nécessaire de prendre des mesures spécifiques et, en particulier, d'avoir la compréhension et l'appui du public pour l'introduction de ces évaluations dans le système juridique en raison des éventuelles incompatibilités avec les législations sur la vie privée et les droits de la personne. Les mesures d'évaluation de la fiabilité peuvent reposer sur la législation générale relative à la sécurité et être appuyées par des réglementations plus spécifiques couvrant les questions de sécurité nucléaire.

Plans de sécurité

Tous les exploitants (expéditeurs, transporteurs, destinataires) et toutes les autres personnes intervenant dans le transport des colis de matières radioactives nécessitant un niveau de sécurité renforcé devraient mettre au point, adopter, appliquer, réexaminer périodiquement selon que de besoin et respecter les dispositions d'un plan de sécurité. Celui-ci devrait comprendre au moins les éléments suivants et être modifié selon que de besoin pour tenir compte du niveau de la menace au moment de sa mise en œuvre et de tout changement du programme de transport :

- Attribution spécifique de responsabilités en matière de sécurité aux personnes compétentes et qualifiées ayant les pouvoirs appropriés pour s'en acquitter ;
- Disposition sur la tenue de relevés des colis de matières radioactives ou des types de matières radioactives transportées ;
- Examen des opérations actuelles et évaluation de la vulnérabilité, y compris en ce qui concerne le transfert intermodal, l'entreposage en transit, la manipulation et la distribution, le cas échéant ;
- Définitions claires des mesures, notamment en ce qui concerne : la formation, les politiques, y compris les interventions dans un contexte de menace accrue, la vérification des nouveaux employés et du statut professionnel des anciens, les pratiques opérationnelles (par exemple, choix et utilisation des itinéraires s'ils sont connus, recours à des gardiens, accès aux colis de matières radioactives nécessitant un niveau de sécurité renforcé lors de l'entreposage temporaire, proximité d'infrastructures vulnérables), le matériel et les ressources qui doivent être utilisés pour réduire les risques liés à la sécurité ;
- Procédures et matériel efficaces pour la notification et la gestion en temps voulu des menaces concernant la sécurité, des atteintes à la sécurité ou des incidents liés à la sécurité ;
- Procédures d'évaluation et d'essai des plans et des procédures de sécurité pour réexaminer et actualiser régulièrement les plans ;
- Mesures visant à assurer la sécurité des informations sur le transport contenues dans le plan de sécurité ;
- Mesures garantissant la diffusion restreinte des informations sensibles concernant le transport afin de préserver la sécurité de ces informations. Ces mesures ne devraient pas empêcher la communication des documents de transport et de la déclaration de l'expéditeur requis par le Règlement de transport TS-R-1 [1] ;
- Mesures de surveillance de l'emplacement de l'expédition ;
- Le cas échéant, informations détaillées concernant les accords sur le point du transfert de la responsabilité en matière de sécurité.

Les États doivent définir clairement qui est responsable et qui est propriétaire du plan de sécurité. Normalement, l'exploitant aura la responsabilité directe de la sécurité des matières radioactives dans un mode de transport donné ou à une étape précise du transport. En cas de sous-traitance du transport, il peut être approprié de veiller à ce qu'il y ait des accords contractuels pour élaborer et respecter un plan de sécurité.

Les informations requises dans un plan de sécurité conformément aux présentes dispositions peuvent être intégrées dans des plans élaborés à d'autres fins. Cependant, les plans de sécurité contiendront presque toujours des informations dont l'accès devrait être limité aux personnes qui ont besoin de les connaître dans l'exercice de leurs fonctions. Ces informations ne devraient pas figurer dans des plans élaborés à d'autres fins et pourraient être diffusés plus largement.

Lors de l'élaboration de plans de sécurité, les exploitants sont tenus de veiller à ce que des plans d'intervention d'urgence appropriés (tels que requis par la publication n° GS-R-2 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA [15] et appuyés par des guides de sûreté connexes comme la publication n° TS-G-1.2 de la collection Normes de sûreté de l'AIEA [17]) soient prévus.

Notification préalable

L'expéditeur devrait donner au destinataire une notification préalable de l'expédition prévue, du mode de transport et du moment de livraison escompté.

Le destinataire devrait confirmer qu'il a la capacité nécessaire et est prêt pour prendre livraison au moment prévu, et ce avant le début du transport, et informer l'expéditeur de la réception ou non dans le délai de livraison escompté.

L'expéditeur devrait, sur demande ou sur prescription, donner à l'autorité compétente de tout État destinataire ou État de transit une notification préalable de l'expédition. À ce stade, la notification exigible à des fins de sécurité peut être élaborée à partir d'une notification préalable déjà requise à d'autres fins.

Dispositifs de localisation

S'il y a lieu, des méthodes ou des dispositifs de suivi peuvent être utilisés pour suivre la progression des moyens de transport contenant des matières radioactives. Un simple système de suivi permettra de déterminer quand part une expédition, si le mode de transport a changé et si les matières ont fait l'objet d'un entreposage temporaire, ou si l'envoi a été reçu. Les informations concernant les changements de situation devraient être aisément accessibles aux parties appropriées (c'est-à-dire aux transporteurs, expéditeurs et autres exploitants). Ce système de suivi peut être aussi simple qu'un code-barres donnant des

informations sur l'emplacement et l'état du colis. Combiné à un système de communications et à des procédures d'intervention, il permettra à l'exploitant et à l'autorité compétente de réagir en temps voulu en cas d'acte malveillant, tel qu'un vol de matières radioactives.

Communications émanant du moyen de transport

Pendant le transport, le transporteur devrait donner au personnel à bord les moyens de communiquer avec un point de contact désigné, tel que mentionné dans le plan de sécurité.

Autres dispositions de sécurité pour le transport routier, ferroviaire et fluvial

Le transporteur devrait, pour les moyens de transport routier, ferroviaire et fluvial, veiller à l'utilisation de dispositifs, d'équipements et d'autres dispositions pour dissuader, détecter, retarder ou contrecarrer tout acte malveillant (vol, sabotage ou autre) dirigé contre le moyen de transport ou son chargement, et s'assurer que lesdites dispositions sont opérationnelles et efficaces à tout moment.

L'exploitant devrait dans la mesure du possible assurer une surveillance continue du moyen de transport routier pendant le trajet. Lorsqu'il est obligé de laisser le moyen de transport sans surveillance, celui-ci devrait être sécurisé conformément aux critères de protection, de détection et d'intervention, et de préférence dans une zone bien éclairée.

4.4. AUTRES MESURES DE SÉCURITÉ

Dans certaines circonstances, les États peuvent envisager de renforcer les mesures de sécurité de base susmentionnées compte tenu de la menace de référence, de l'évaluation de la menace actuelle ou de la nature des matières transportées. Dans de tels cas, qui peuvent être pertinents seulement pour certaines catégories ou quantités de matières radioactives ou des transports particulièrement sensibles, les États peuvent exiger l'application d'une partie ou de l'intégralité des mesures ci-après, dont la liste n'est pas exhaustive.

Outre la sensibilisation aux questions de sécurité de base, une formation peut être dispensée aux personnes intervenant dans le transport de matières radioactives pour s'assurer qu'elles ont les compétences et les connaissances appropriées pour mettre en œuvre les mesures de sécurité spécifiques ayant trait à leurs responsabilités.

Les transporteurs de matières radioactives peuvent être astreints à un régime soumettant leurs opérations à une autorisation, leurs procédures de

sécurité à un contrôle et leurs plans de sécurité à une approbation officielle et à des examens périodiques par l'autorité compétente.

Des méthodes ou des dispositifs automatiques de suivi en temps réel peuvent être requis, dans la mesure du possible, pour permettre à un centre de contrôle du transport de surveiller à distance le mouvement des moyens de transport et des colis contenant des matières radioactives ainsi que l'état de ces dernières.

Les personnes intervenant dans le transport des matières radioactives peuvent être soumises à une procédure nationale officielle d'habilitation de sécurité proportionnée à leurs responsabilités.

Des gardiens peuvent être requis pour accompagner certains transports afin d'assurer une surveillance permanente et efficace du colis et/ou du moyen de transport. En pareils cas, il sera important de veiller à ce qu'ils soient bien formés (en particulier s'ils sont armés), bien équipés et pleinement conscients de leurs responsabilités.

L'autorité compétente peut exiger une évaluation du risque de sabotage et des conséquences radiologiques associées pour certains modèles de colis compte tenu du mode de transport. Cette évaluation devrait être faite en étroite collaboration avec des spécialistes de la sûreté.

Avant le chargement et l'expédition, il peut être demandé à des membres du personnel bien formés de procéder à une fouille minutieuse du moyen de transport pour s'assurer qu'il n'a fait l'objet d'aucune manipulation frauduleuse pouvant compromettre la sécurité.

Une attention particulière peut être accordée aux procédures concernant les points de transfert de la responsabilité en matière de sécurité et les points de transfert intermodal.

Il peut être envisagé d'utiliser des moyens de transport conçus ou modifiés spécialement pour inclure des caractéristiques de sécurité supplémentaires.

Le plan d'intervention peut être revu pour permettre une intervention adéquate en cas de tentative de vol, de sabotage ou d'autres actes malveillants. La coordination avec les forces d'intervention devrait en particulier être réévaluée pour permettre une intervention appropriée et en temps voulu en cas d'incident.

Des exercices appropriés peuvent être effectués avant un transport de matières radioactives pour que les plans d'intervention spécialisés soient suffisamment solides.

Le personnel ayant des responsabilités spécifiques en matière de sécurité peut recevoir des instructions écrites précisant ces responsabilités.

D'autres mesures conformes aux prescriptions nationales peuvent être prises pour protéger la confidentialité des informations concernant les opérations de transport, y compris des renseignements détaillés sur les horaires et les itinéraires. En outre, il peut être approprié de veiller à ce que les communications soient sécurisées pendant le transport et que ces mesures permettent la redondance des systèmes.

4.5. EXPÉDITION INTERNATIONALE

Pour le transport aérien, l'expédition doit se faire conformément aux dispositions de sécurité applicables (annexes 17 et 18 de la Convention relative à l'aviation civile internationale [18] et aux Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses établies par l'OACI [19]. Pour le transport maritime, l'expédition doit se faire conformément aux dispositions de sécurité applicables du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires [20] et du Code maritime international des marchandises dangereuses [21], comme l'exige la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (Convention SOLAS de 1974, telle qu'amendée) [22]. Ces dispositions devraient être complétées par les informations données dans le présent guide.

Avant qu'une expédition internationale ne soit lancée, l'État expéditeur peut prendre les dispositions adéquates pour confirmer que les prescriptions de sécurité de l'État destinataire et de tout État de transit seront respectées.

Appendice

CONSIDÉRATIONS DÉTAILLÉES DANS L'ÉTABLISSEMENT DES NIVEAUX DE SÉCURITÉ

Le présent appendice décrit en détail l'élaboration du modèle utilisé pour déterminer la quantité de matières radioactives nécessaire pour occasionner des conséquences de référence. Ce modèle est destiné, non pas à prévoir les effets d'un EDR, mais à déterminer la quantité d'un radionucléide qui pourrait rendre nécessaire le relogement temporaire ou permanent de la population d'une région. La publication 82 de la CIPR relative à la protection du public dans des situations de radioexposition prolongée [16] et les prescriptions de sûreté de l'AIEA relatives à la préparation et à l'intervention en cas d'urgence [15] énoncent des prescriptions et des recommandations sur les niveaux de dose pour les mesures à prendre à la suite d'incidents radiologiques et servent de base pour la dose de référence de ce modèle. Il s'agit d'une mesure prudente de la gravité d'un incident de dispersion intentionnelle dans la mesure où elle détermine le moment où l'on pourrait interdire l'utilisation d'une région.

A.1. UTILISATION MALVEILLANTE DES MATIÈRES RADIOACTIVES

Les actes malveillants potentiels mettant en jeu des matières radioactives couvrent un large éventail de scénarios possibles. Les événements suivants représentent certaines grandes catégories d'actes malveillants possibles pouvant avoir d'importantes conséquences radiologiques :

- *Le placement secret de matières non protégées dans des zones de travail et/ou d'habitation, ou dans des parties d'une rue où le public pourrait subir une irradiation externe ;*
- *Le sabotage de colis ou d'expéditions de matières radioactives avec rejet ultérieur de ces matières et leur dispersion dans l'environnement ;*
- *La capture de colis ou d'expéditions de matières radioactives et la dispersion ultérieure de ces matières au moyen d'explosifs classiques.* Les principales conséquences radiologiques d'un tel événement, par exemple un scénario mettant en jeu un EDR, comprennent des effets à la fois dans le champ proche et le champ lointain. À proximité du lieu de l'explosion (champ proche), il peut y avoir des éclats radioactifs et dispersion de quantités plus importantes de matières radioactives. Cela peut provoquer des blessures aux personnes, endommager et contaminer des bâtiments,

etc., et entraîner une contamination générale due aux matières sous formes de vapeur ou de particules fines. Les personnes présentes dans cette zone peuvent inhaler ces vapeurs ou ces particules et leur peau et leurs vêtements peuvent être contaminés. Il peut aussi y avoir un nuage ascendant qui dispersera ces vapeurs et ces particules (vers le champ lointain), ce qui contaminera la zone et les personnes qui y sont, et entraînera une exposition due à l'inhalation au passage du nuage ;

- *La capture de colis ou d'expéditions de matières radioactives puis le traitement ultérieur de ces matières (par exemple transformation en une forme qui se disperse beaucoup plus facilement) puis leur dispersion ultérieure dans l'environnement (scénario mettant en jeu un EDR).* Le temps et les ressources nécessaires pour cette action augmentent la probabilité de succès de l'intervention des forces de sécurité, raison pour laquelle ce scénario est considéré comme plus improbable que les autres.

Les conséquences radiologiques de ces types d'attaques radiologiques sont extrêmement variables en fonction, par exemple, du type et de la nature de l'événement ainsi que du type et de la quantité des matières radioactives utilisées. Étant donné que le scénario mettant en jeu le recours à un EDR pour provoquer des dommages peut être très attrayant pour les agresseurs et peut être utilisé sans capacités sophistiquées, il est considéré comme étant le plus probable. Il est aussi considéré comme approprié en ce qui concerne l'évaluation des conséquences radiologiques potentielles d'un acte malveillant mettant en jeu différents radionucléides.

A.2. ÉTABLISSEMENT DES NIVEAUX DE SÉCURITÉ

Étant donné que les matières radioactives sont convoyées dans le cadre du transport d'autres marchandises dangereuses, il est souhaitable de se conformer autant que possible aux prescriptions et aux orientations existantes, notamment le Règlement type et les règlements modaux internationaux. En outre, étant donné que certaines matières radioactives sont aussi régies par le Code de conduite [8] et ses orientations complémentaires, la CPPMN [5] et son amendement [6] et la circulaire INFCIRC/225/Rev.4 [7], il est aussi souhaitable de se conformer autant que possible à ces documents. Les niveaux de sécurité figurant dans le présent guide ont été déterminés avec ces considérations présentes à l'esprit.

Étant donné que les opérations de transport sont très variables en ce qui concerne la manière dont elles sont effectuées (pleins chargements, envois de colis distincts, etc.), il importe de préciser clairement la base de spécification des

mesures de sécurité. Il y a deux bases possibles pour préciser ce qui doit être soumis à des mesures de sécurité du transport renforcées, à savoir :

- Par colis : Des dispositions de sécurité renforcées doivent être appliquées lorsque la radioactivité d'un colis d'une expédition dépasse la valeur seuil. Cette approche a des avantages opérationnels comme le fait qu'on ne demande pas aux transporteurs de conserver le décompte de l'activité totale des marchandises du moyen de transport. Toutefois, elle peut ne pas donner une mesure exacte des dommages qui pourraient être occasionnés par l'utilisation d'un seul moyen de transport détourné (dans la mesure où un moyen de transport peut convoier plusieurs colis) ;
- Par moyen de transport : Des dispositions de sécurité renforcées doivent être appliquées lorsque l'activité totale d'un moyen de transport dépasse le seuil. Cette approche permet de faire en sorte que l'activité totale d'un moyen de transport ne dépasse pas la valeur seuil sans nécessiter l'application des dispositions de sûreté renforcées. Cela est toutefois difficile à mettre en œuvre sur le plan opérationnel.

L'approche par colis est utilisée dans le présent guide.

Certains colis de matières radioactives ont des niveaux de radioactivité si bas qu'ils présentent de faibles risques radiologiques et de sécurité (par exemple, les produits de consommation, les très petites quantités de radionucléides, les matières de très faible activité volumique). Compte tenu des conséquences potentielles très limitées qui pourraient résulter de leur utilisation dans des actes malveillants, les colis exceptés (tels que définis au paragraphe 230 de la référence [1]) dont l'activité du contenu ne dépasse pas celle autorisée pour les matières qui sont sous forme non spéciale, les LSA-I (tels que définis au paragraphe 226 de la référence [1]) et les SCO-I (tels que définis au paragraphe 241 de la référence [1]) n'ont pas besoin d'être soumis à des dispositions de sécurité plus strictes que celles ordinairement appliquées à une expédition commerciale. Les contrôles commerciaux normaux appliqués à ces expéditions sont appropriés pour les très faibles conséquences potentielles qui pourraient résulter de leur utilisation dans des actes malveillants.

En ce qui concerne les colis dont le niveau de radioactivité dépasse celui autorisé pour les colis exceptés, les conséquences potentielles de leur utilisation dans des actes malveillants sont extrêmement variables (sur de nombreux ordres de grandeur). Toutefois, pour spécifier les mesures de sécurité du transport appropriées, on peut les regrouper sur la base de leurs conséquences potentielles. Un petit nombre de niveaux de sécurité est souhaitable pour simplifier, mais un nombre plus élevé de niveaux permet d'« adapter » plus facilement et plus précisément les mesures de sécurité

aux conséquences radiologiques potentielles des matières. Après plusieurs réunions, il a été convenu que deux niveaux de sécurité seraient suffisants pour spécifier les mesures de sécurité pour les colis contenant plus de matières radioactives qu'autorisé dans les colis exceptés. L'utilisation de deux niveaux permet de spécifier les mesures de sécurité aussi simplement que possible tout en identifiant les colis qui méritent des mesures de sécurité « de base » ou des mesures de sécurité « renforcées ».

L'utilisation de deux niveaux pour la sécurité du transport signifie que certaines mesures quantitatives doivent être utilisées pour spécifier le niveau assigné à un colis (c'est-à-dire le critère). Cela peut se faire en définissant un seuil d'activité, étant donné que les conséquences potentielles du contenu d'un colis sont basées sur les radionucléides et les niveaux de radioactivité dudit colis. L'utilisation d'un seul seuil de niveau de radioactivité est aussi compatible avec l'approche du transport des marchandises dangereuses du Règlement type. Ce seuil spécifie le critère servant à distinguer les colis de matières radioactives à hauts risques (terminologie du Règlement type) et les autres colis de matières radioactives (en descendant jusqu'au niveau des colis exceptés, des LSA-I et des SCO-I, qui n'ont pas besoin de mesure de sécurité au-delà des pratiques de gestion prudente).

Cette approche aboutit à un total de trois niveaux de sécurité du transport pour les colis, basés sur leurs conséquences potentielles, à savoir :

- Pratiques de gestion prudente : elles concernent les colis exceptés de matières radioactives dont l'activité du contenu ne dépasse pas celle autorisée pour les matières qui sont sous forme non spéciale et les matières radioactives spécifiées comme LSA-I et SCO-I. Aucune disposition supplémentaire autre que les mesures de contrôle requises dans le cadre des Normes fondamentales internationales [3] et des pratiques commerciales normales n'est suggérée ;
- Niveau de sécurité de base : il concerne les envois de colis analogues à d'autres marchandises dangereuses soumises aux « dispositions générales » pour la sécurité des marchandises dangereuses dans le Règlement type (colis dont l'activité du contenu est inférieure au seuil de radioactivité spécifié) ;
- Niveau de sécurité renforcé : il concerne les envois comprenant au moins un colis analogue à des marchandises dangereuses à hauts risques telles que définies dans le Règlement type (colis dont l'activité dépasse le seuil de radioactivité) ;
- Mesures de sécurité supplémentaires : elles peuvent être envisagées par un État dans certaines circonstances.

La figure 1 illustre les niveaux de sécurité du transport.

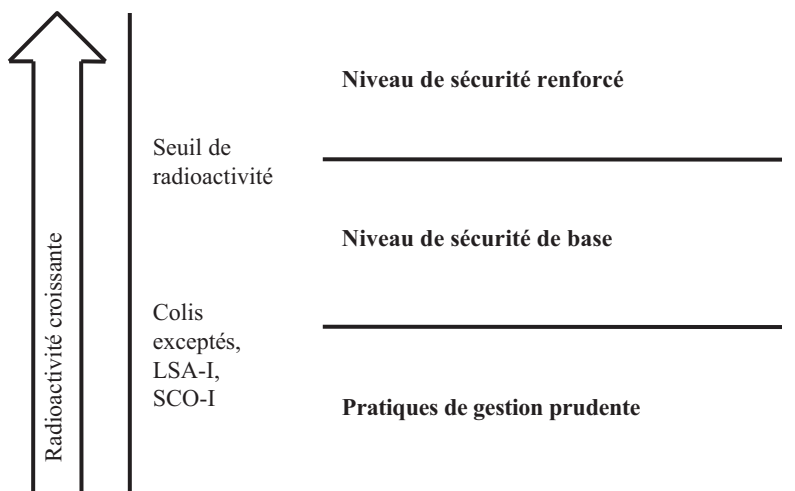


FIG. 1. Niveaux croissants de sécurité du transport.

A.3. DÉFINIR LE SEUIL DE RADIOACTIVITÉ

Afin de déterminer les colis à transporter avec des mesures de sécurité renforcées, il faut définir le niveau de radioactivité caractérisant les matières radioactives à haut risque.

D'importants travaux d'analyse et de modélisation ont été accomplis afin de définir ce qu'est une source dangereuse (voir RS-G-1.9 [9]). Ils recensent les scénarios d'exposition et les critères de dose utilisés pour déterminer la quantité d'un radionucléide qui constituerait un danger pour un être humain (appelée valeur D). Ces scénarios comprennent celui de la dispersion, qui peut être pertinent pour un acte malveillant. Ce scénario comprend la dispersion d'une source, à la suite par exemple d'un incendie/d'une explosion (déclenchés par un EDR) ou d'une action humaine, entraînant l'exposition d'une personne par inhalation, ingestion et/ou contamination de la peau [9]. Une source dangereuse est définie comme une source qui peut, si elle n'est pas sous contrôle, donner lieu à des effets déterministes graves sur la santé. Un effet déterministe est un effet sanitaire des rayonnements pour lequel il existe généralement un niveau de dose seuil au-dessus duquel la gravité de l'effet augmente avec la dose. Un effet déterministe grave est un effet mortel ou délétère, ou qui entraîne une lésion permanente diminuant la qualité de vie d'une personne. Les doses nécessaires pour produire des effets déterministes graves sont bien plus élevées que celles qui entraînent des effets stochastiques (pour lesquels on suppose qu'il n'y a pas de dose seuil et dont la gravité, comme pour un cancer, n'augmente pas lorsque la dose est plus élevée).

Comme la dispersion intentionnelle de matières radioactives dans l'environnement est l'événement le plus susceptible d'avoir des conséquences sanitaires, sociales et économiques de grande ampleur à long terme (car elle nécessite le relogement temporaire ou permanent ou des travaux d'assainissement), elle a été choisie comme base pour le modèle.

Pour appliquer le scénario de dispersion sur le plan quantitatif, il faut une mesure des effets d'un tel événement. Comme il est peu probable qu'un EDR entraîne sur le champ un très grand nombre de décès ou de blessures dus à l'exposition aux rayonnements, ces effets ne sont pas une bonne mesure des conséquences. De même, étant donné que les effets sanitaires à long terme d'un EDR seraient atténués par des activités de protection et des actions correctives parfois très variées, eux non plus ne sont pas une bonne mesure. Un EDR est fondamentalement une « arme d'interdiction de zone » car il peut entraîner l'évacuation, le relogement temporaire ou le relogement permanent de la population hors d'une zone. Un indicateur de l'efficacité d'un EDR pourrait se fonder sur la durée de l'interdiction qu'il impose. Si la population doit être relogée de manière temporaire ou permanente, et en particulier si le relogement est permanent ou dure de longues périodes jusqu'à ce que l'assainissement soit achevé, alors l'engin aura été efficace. Le modèle pourrait ainsi s'appuyer sur cette mesure des conséquences potentielles.

A.4. PARAMÈTRES D'UN SCÉNARIO METTANT EN JEU UN EDR

Pour estimer et évaluer les conséquences radiologiques que peut avoir l'utilisation d'un EDR, il faut prendre en considération un certain nombre de processus intervenant dans la dispersion des matières radioactives. La quantité de matières radioactives dispersées dans l'environnement en est un élément clé. Ce paramètre peut être caractérisé par la fraction de rejet dans l'air (quantité de matières dispersées) et la fraction de rejet inhalable (RRF). Cette dernière correspond à la fraction de matières rejetées sous la forme de particules suffisamment petites pour être inhalées (mesurant généralement moins de 50 μm). Les particules de cet ordre de grandeur revêtent un intérêt particulier car l'inhalation peut être une voie d'exposition importante à certains radionucléides. Elles peuvent être transportées dans des panaches et inhalées, se déposer sur le sol et d'autres surfaces, puis repasser en suspension pour être encore ultérieurement inhalées.

Une réunion de consultants de l'AIEA a noté une RRF d'environ 10^{-5} pour des incidents d'origine malveillante mettant en jeu des châteaux de transport de combustible usé attaqués avec des engins à haute densité d'énergie. Ce chiffre a été considéré comme une approximation raisonnable pour les attaques à distance

(conduites avec des armes perforantes propulsées par fusée ou des engins similaires contre lesquels il est difficile de défendre une cible) visant des colis de type B hautement protégés. Les colis plus petits et moins robustes perdraient alors plus de leur contenu, mais la fraction de matières rejetées à la suite d'un acte de sabotage sera inférieure celle qu'entraînerait un acte de dispersion visant la matière radioactive elle-même.

Des études (NUREG/CR-0743 [23], Lange et al. 1994 [24]) ont montré que la fragmentation de matières radioactives solides lors d'une explosion peut déboucher sur un large éventail de RRF (10^{-1} à 10^{-3}). Un tel événement peut aussi éparpiller quelque 10^2 à 10^4 fragments solides sur une zone d'environ un km^2 . Dans ces cas, on peut se débarrasser plus facilement et plus rapidement de ces matières fragmentées que des particules plus fines.

Étant donné l'éventail des rejets possibles dans l'air et des RRF, un facteur de rejet de 10 % a été retenu dans un modèle des effets potentiels d'un EDR. Cette valeur est une estimation prudente de la fraction de rejet qui serait largement dispersée, compte tenu du fait que le type et la nature des matières radioactives expédiées dans des zones ouvertes au public sont très divers. Pour la plupart des matières considérées comme dispersables, une RRF de 10% serait une estimation prudente [25, 26]. On considère que toutes les matières rejetées sont respirables, ce qui signifie que la RRF est donc identique au facteur de rejet.

A.5. MÉTHODE DE MODÉLISATION

Il existe différentes manières de modéliser la dispersion des matières radioactives dans l'air. Voici les deux méthodes les plus couramment utilisées, ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients :

- Modèle de diffusion planaire uniforme : avec des paramètres appropriés, cette méthode donne des résultats prudents, est facile à comprendre et s'avère fiable ;
- Modèle de dispersion : cette méthode permet de modéliser plus précisément la diffusion réelle de la contamination après un rejet mais dépend d'hypothèses sur les conditions au moment du rejet (météorologie, topographie, intensité du souffle, etc.).

Le modèle de diffusion planaire uniforme a été utilisé dans de nombreuses applications pour appuyer la planification pour les situations d'urgence et la prise de décisions. Il a donc été retenu pour étudier les effets possibles d'un EDR. Il suppose une diffusion uniforme sur une superficie définie, ce qui en fait un modèle prudent dans la mesure où il ne s'appuie pas sur les prévisions de la

manière dont les matières vont se disperser. La comparaison des résultats de ce modèle et de ceux de modèles contemporains de dispersion dans l'air (HOTSPOT et HPAC, par exemple) confirme que le modèle planaire est prudent (c'est-à-dire qu'il surestime les conséquences) tout en donnant des résultats acceptables.

A.6. MODÈLE RADIOLOGIQUE

Un modèle a été mis au point pour évaluer les effets de la dispersion de matières radioactives sur une zone vaste, entraînant la répartition uniforme de ces matières sur cette zone.

Des lignes directrices pour l'assainissement des terres contaminées fixent des critères permettant de déterminer à quel moment, après un accident radiologique, une intervention est justifiée. Les orientations relatives à la préparation des interventions d'urgence telles que présentées dans la référence [27], « Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions During a Reactor Accident », énoncent les critères concernant le moment où le public devrait être relogé à titre temporaire ou permanent hors d'une zone contaminée à la suite d'un incident. Ces critères de relogement temporaire ou permanent sont appropriés pour déterminer si la contamination d'une zone par un EDR est suffisante pour en évacuer la population (c'est-à-dire pour interdire l'utilisation de la zone). Le critère de dose de 1 000 mSv sur la vie de la publication 82 de la CIPR concernant le relogement permanent a été retenu car il est accepté sur le plan international [28]. Cette valeur est une mesure fiable de la gravité d'un incident causé par un EDR, car il indique à quel moment interdire l'utilisation d'une zone.

Le modèle de dispersion planaire uniforme qui a été conçu exige un certain nombre de paramètres qui doivent être précisés. Plusieurs d'entre eux ont été repris de la référence [27] et s'appuient sur les précédentes applications mises au point par l'AIEA pour évaluer les conditions d'urgence après un accident radiologique. Ils incluent un facteur d'occupation et un facteur de protection des bâtiments pour le temps passé en intérieur. À l'aide des facteurs CF_4 (procédure F2, tableau F5) tirés de la référence [27], qui sont les facteurs de conversion de dose à long terme pour les dépôts, il est possible de calculer les niveaux de radioactivité qui, en raison d'une large dispersion, permettent d'obtenir une dose qui répond au critère de dose de relogement permanent (c'est-à-dire les seuils de radioactivité).

En ce qui concerne la superficie de la zone contaminée, une valeur d'un km² est utilisée. Elle représente une zone urbaine typique d'environ 10 000 habitants. Cette zone de référence d'un km² est une estimation prudente par rapport à la superficie de la zone contaminée prévue par des modèles sophistiqués de rejet et de diffusion dans l'air.

Avec les hypothèses de départ suivantes :

Zone : 1 km²
Facteur de rejet : 0,1
Facteur de protection : 0,16
Facteur d'occupation : 0,6

L'équation ci-après a été élaborée pour modéliser l'activité nécessitant le relogement permanent de la population hors d'une zone d'un km² :

$$A = \frac{D \times \text{area}}{CF_4 \times RF} \left[\frac{1}{(OF \times SF) + (1 - OF)} \right] \times \frac{1 \text{ TBq}}{10^9 \text{ kBq}} \quad (1)$$

où

A est l'activité (TBq) ;

D est la valeur de la dose sur la vie fixée de la CIPR (1 000 mSv) ;

CF_4 est le facteur de conversion de la dose à long terme pour les dépôts

$$\left(\frac{\text{mSv} \cdot \text{m}^2}{\text{kBq}} \right) ;$$

Area est la superficie couverte (10⁶ m²) ;

OF est le facteur d'occupation (0,6) ;

SF est le facteur de protection (0,16) ;

RF est le facteur de rejet (0,1).

Les paramètres automatiquement pris en compte lorsque l'on utilise les facteurs CF_4 de la référence [27] sont notamment les suivants :

- Décroissance radioactive ;
- Exposition aux intempéries ;
- Rugosité de la surface ;
- Réflexion par le sol ;
- Inhalation due à la remise en suspension (avec un facteur de remise en suspension de 10⁻⁶).

A.7. RÉSULTATS DU MODÈLE RADIOLOGIQUE

À l'aide d'un tableur intégrant l'équation (1) et les paramètres susmentionnés, l'activité requise pour atteindre les critères de dose a été calculée pour un certain nombre de radionucléides. Les valeurs ainsi obtenues ont été comparées aux valeurs D et aux valeurs A décrites précédemment.

Étant donné que le Code de conduite est mis en œuvre par les États Membres, la méthode qui y est exposée a été étudiée pour déterminer si elle peut servir à fixer les seuils d'activité des radionucléides qui y figurent. Une corrélation raisonnable a été constatée avec 1 000 D pour les émetteurs bêta/gamma et 10 D pour les émetteurs alpha. Comme une source radioactive contenant 10 D est dix fois plus dangereuse que la « source dangereuse » de référence et peut produire des effets déterministes graves, il a été décidé qu'une valeur de 10 D pouvait servir à déterminer le niveau de sécurité renforcé du transport pour les radionucléides figurant dans le Code.

Pour les radionucléides non mentionnés dans le Code de conduite, il faut une autre méthode pour déterminer le seuil d'activité. On a vivement souhaité établir le seuil de radioactivité en termes de valeurs A, lesquelles sont traditionnellement utilisées pour la sûreté du transport. Ces valeurs sont calculées à l'aide du « système Q », qui a été inclus dans le Règlement de transport il y a plus de 30 ans (voir la référence [28]).

Les valeurs A_1 sont calculées pour les matières radioactives sous forme spéciale (non dispersables) et les valeurs A_2 pour les matières radioactives autres que celles sous forme spéciale (dispersable). Même si les valeurs A ne s'appuient pas sur des scénarios d'exposition appropriés pour représenter les conséquences potentielles d'un EDR (elles sont tirées de scénarios d'accident de transport), elles sont largement utilisées dans le transport de matières radioactives. Par conséquent, on a considéré qu'un multiple des valeurs A était un moyen souhaitable d'exprimer le seuil de radioactivité. Lorsqu'on exclut les radionucléides couverts par le Code de conduite, les radionucléides restants montrent une bonne corrélation avec une valeur de 3 000 A_2 (étant donné que la valeur A_2 d'un radionucléide ne dépasse jamais la valeur A_1). Ainsi, pour les radionucléides ne figurant pas dans le code de conduite, une valeur de 3000 A_2 peut être utilisée pour déterminer les colis à soumettre aux mesures de sécurité renforcées pour le transport. Cela ne signifie pas qu'elle correspond aux mêmes risques d'effets déterministes graves sur la santé que la valeur de 10 D. Pour certains radionucléides, une valeur de 3 000 A_2 correspond à 1 000 fois ou plus la quantité d'un radionucléide (valeur D) qui, si elle n'est pas sous contrôle, pourrait avoir des effets déterministes graves sur la santé d'une personne.

A.8. MÉLANGES DE RADIONUCLÉIDES

En ce qui concerne les mélanges de radionucléides, pour déterminer si le seuil de radioactivité pour la sécurité du transport est atteint ou dépassé, on additionne les rapports entre l'activité relevée pour chaque radionucléide et le seuil de sécurité du transport pour ce radionucléide. Si la somme de ces fractions est inférieure à 1, alors le seuil de radioactivité pour le mélange n'est pas dépassé (voir équation (2)). On a :

$$\sum_i \frac{A_i}{T_i} < 1 \quad (2)$$

où

A_i est l'activité du radionucléide i présent dans un colis (TBq) ;

T_i est le seuil de sécurité du transport pour le radionucléide i (TBq).

A.9. DÉTERMINATION DU SEUIL DE SÉCURITÉ POUR LE TRANSPORT

Pour faciliter l'application des mesures de sécurité pour le transport, on définit une matière radioactive « à haut risque » comme une matière ayant une valeur de 3 000 A_2 dans un seul colis, sauf pour les radionucléides suivants :

Radionucléide	Seuil de sécurité pour le transport (TBq)
Am-241	0,6
Au-198	2
Cd-109	200
Cf-252	0,2
Cm-244	0,5
Co-57	7
Co-60	0,3
Cs-137	1
Fe-55	8000
Ge-68	7
Gd-153	10
Ir-192	0,8
Ni-63	600
Pd-103	900
Pm-147	400
Po-210	0,6
Pu-238	0,6
Pu-239	0,6
Ra-226	0,4
Ru-106	3
Se-75	2
Sr-90	10
Tl-204	200
Tm-170	200
Yb-169	3

RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Règlement de transport des matières radioactives - Édition de 2005, Prescriptions, collection Normes de sûreté de l'AIEA n° TS-R-1, AIEA, Vienne, (2005).
- [2] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, Principes fondamentaux de sûreté, collection Normes de sûreté n° SF-1, AIEA, Vienne (2007).
- [3] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINNE DE LA SANTÉ, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 115, AIEA, Vienne (1997).
- [4] COMITÉ D'EXPERTS EN MATIÈRE DE TRANSPORT DES MARCHANDISES DANGEREUSES, Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, Règlement type, Quatorzième version révisée, ST/SG/AC.10/1/Rev.14, Nations Unies, New York et Genève (2005).
- [5] Convention sur la protection physique des matières nucléaires, INFCIRC/274/Rev.1, AIEA, Vienne (1980).
- [6] Convention sur la protection physique des matières nucléaires, INFCIRC/274/Rev.1, AIEA, Vienne (1980) ; (amendements de 2005, en cours de ratification).
- [7] La protection physique des matières et installations nucléaires, INFCIRC/225/Rev.4, AIEA, Vienne (2000).
- [8] Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives, IAEA/CODEOC/2004, AIEA, Vienne (2004).
- [9] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Catégorisation des sources radioactives, collection Normes de sûreté n° RS-G-1.9, AIEA, Vienne (2011).
- [10] Objectifs et principes fondamentaux de la protection physique, GOV/2001/41, AIEA, Vienne (2001).
- [11] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Orientations pour l'importation et l'exportation de sources radioactives, AIEA, Vienne (2005).
- [12] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Glossaire de sûreté de l'AIEA, Terminologie employée en sûreté nucléaire et en radioprotection, Édition 2007, AIEA, Vienne (2007).
- [13] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Culture de sécurité nucléaire, collection Sécurité nucléaire de l'AIEA n° 7, AIEA, Vienne (2009).

- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat, IAEA Nuclear Security Series No. 10, IAEA, Vienna (2009).
- [15] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DE L'OCDE, 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).
- [16] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, -Publication 82, Pergamon Press, Oxford and New York (1999).
- [17] 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, IAEA, Vienna (2002).
- [18] ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE, Convention relative à l'aviation civile internationale, Neuvième édition, OACI, Montréal (2006) – Rectificatif 26 novembre 2007.
- [19] ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE, Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses, Doc. 9284-AN/905, Édition 2007-2008, Annexes 17 et 18, OACI, Montréal (2007).
- [20] ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires, OMI, Londres (2004).
- [21] ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, Code maritime international des marchandises dangereuses, OMI, Londres (2008).
- [22] ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (Convention SOLAS, 1974, telle qu'amendée), OMI, Londres.
- [23] FINLEY, N.C., et al., Transportation of Radionuclides in Urban Environs: Draft Environmental Assessment, SAND79-0369, NUREG/CR-0743, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM (1980).
- [24] LANGE, F., et al., "Experimental determination of UO₂-release from a spent fuel transport cask after shaped charge attack", Proc. 35th Ann. Mtg Naples, FL, 1994, Institute of Nuclear Material Management, Northbrook, IL (2001) 408–413.
- [25] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, A Regulatory Analysis on Emergency Preparedness for Fuel Cycle and Other Radioactive Materials -Licensees: US Nuclear Power Plants, NUREG-1140, US Govt Printing Office, Washington, DC (1988).
- [26] UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, Airborne Release Fractions/Rates and Respirable Fractions for Non-reactor Nuclear Facilities, DOE-HDBK-3010-94, DOE-HP, Washington, DC (1994).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, IAEA, Vienna (1997).

- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.1, IAEA, Vienna (2002).



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 22

Lieux de vente des publications de l'AIEA

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

ALLEMAGNE

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

AUSTRALIE

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

BELGIQUE

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

CANADA

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

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

CHINE

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

CORÉE, RÉPUBLIQUE DE

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

ESPAGNE

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

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

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

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

FINLANDE

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

FRANCE

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

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

HONGRIE

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

INDE

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

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

ITALIE

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

JAPON

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

NOUVELLE-ZÉLANDE

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

ORGANISATION DES NATIONS UNIES

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

PAYS-BAS

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

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

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

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

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

ROYAUME-UNI

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

Commandes en ligne

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

Ouvrages sur l'environnement

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

SLOVÉNIE

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

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

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

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

Le présent guide donne aux États des orientations pour la mise en œuvre, le maintien ou le renforcement d'un régime de sécurité nucléaire destiné à protéger les matières radioactives (y compris les matières nucléaires) en cours de transport contre le vol, le sabotage ou d'autres actes malveillants susceptibles d'avoir des conséquences radiologiques inacceptables s'ils aboutissent. Du point de vue de la sécurité, un seuil défini permet de déterminer les colis ou les types de matières radioactives devant être protégés au-delà des pratiques de gestion prudente. Il est possible de réduire au minimum la probabilité d'un vol ou d'un sabotage de matières radioactives en cours de transport grâce à une combinaison de mesures destinées à dissuader, détecter et retarder de tels actes, et à intervenir le cas échéant. Ces mesures sont complétées par d'autres mesures visant à récupérer les matières volées et à atténuer les éventuelles conséquences, afin de réduire encore les risques.

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

ISBN 978-92-0-233210-2

ISSN 1816-9317