



# Conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires

GD-314, révision 1

---

Mai 2014



# **Conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires** GD-314, révision 1

© Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2014

Numéro de catalogue CC172-86/2014F-PDF  
ISBN 978-0-660-22157-1

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

La reproduction d'un extrait quelconque du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, la reproduction de ce document en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

*Also published in English as: Radiation Protection Program Design for the Transport of Nuclear Substances*

## **Disponibilité du document**

On peut consulter le document sur le site Web de la Commission canadienne de sûreté nucléaire à [suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca).

Pour obtenir un exemplaire du document en français ou en anglais, veuillez communiquer avec

Commission canadienne de sûreté nucléaire  
280, rue Slater  
C.P. 1046, Succursale B  
Ottawa (Ontario)  
K1P 5S9

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (au Canada seulement)  
Télécopieur : 613-995-5086  
Courriel : [info@cnsccsn.gc.ca](mailto:info@cnsccsn.gc.ca)  
Site Web: [www.suretenucleaire.gc.ca](http://www.suretenucleaire.gc.ca)

## **Historique de publication :**

Mai 2014                   Édition 2.0  
ISBN 978-0-660-22157-1  
Mars 2012                 Édition 1.0  
ISBN 978-1-100-99072-9

## Préface

Le présent document contient des directives sur la mise en œuvre d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires, en conformité avec la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) et les règlements pris en vertu de la LSRN.

Les exigences associées à ce document se trouvent dans le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*.

La CCSN a examiné des études internationales sur les doses reçues par les travailleurs qui manipulent des colis contenant des substances nucléaires. De plus, l'organisation a lancé son propre projet de recherche en vue de recueillir de l'information sur les doses reçues par les travailleurs du secteur canadien du transport. Les recherches ont permis de révéler que certains employés d'entreprises de camionnage et de messagerie, qui ne sont habituellement pas autorisées par la CCSN, recevaient des doses de rayonnement supérieures aux limites actuelles fixées pour le public. En conséquence, la CCSN fournit de l'information sur les programmes de radioprotection dans le but de réduire ces doses.

Certains transporteurs, ainsi que la plupart des expéditeurs et des destinataires, possèdent un permis de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) et sont couverts par les programmes de radioprotection mis en œuvre dans le cadre du processus d'autorisation de la CCSN. La plupart des transporteurs n'ont pas besoin d'un permis de la CCSN. Cependant, ils sont tout de même assujettis à l'exigence de mise en œuvre d'un programme de radioprotection, conformément au *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*. Le présent document a pour but d'aider les transporteurs réglementés, mais qui ne détiennent pas de permis de la CCSN.

Ce document ne traite pas de l'aspect sûreté-criticité dont on doit parfois tenir compte dans le cas des colis contenant des matières fissiles, car ces colis sont soumis à d'autres facteurs qui dépassent la portée du présent document. Pour obtenir de l'aide à ce sujet, on peut communiquer avec le personnel de la CCSN à [transport@cnsccsn.gc.ca](mailto:transport@cnsccsn.gc.ca).

Les principes et les éléments clés utilisés dans l'élaboration du présent document sont conformes aux normes nationales et internationales, notamment le *Code maritime international des marchandises dangereuses* publié par l'Organisation maritime internationale (OMI). Le présent document s'aligne plus particulièrement sur le guide de sûreté no TS-G-1.3, *Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material*, publié en 2007, de la Collection Normes de sûreté de l'AIEA.

Aucune information contenue dans le présent document ne doit être interprétée comme libérant toute personne de ses obligations. Toute personne a la responsabilité d'identifier tous les règlements applicables et d'y adhérer.



## Table des matières

<b>1.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Contexte .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Programme de radioprotection .....</b>	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>Approche tenant compte du risque appliquée au programme de radioprotection .....</b>	<b>3</b>
<b>5.</b>	<b>Éléments d'un programme de radioprotection.....</b>	<b>4</b>
	<b>Lexique.....</b>	<b>11</b>
	<b>Annexe A : Information sur la conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires .....</b>	<b>13</b>
	<b>Références .....</b>	<b>21</b>
	<b>Renseignements supplémentaires .....</b>	<b>23</b>



## GD-314, Conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires

### 1. Introduction

#### 1.1 Objectif

Le présent document fournit des directives sur la conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires, en conformité avec la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) [1] et les règlements pris en vertu de la LSRN.

#### 1.2 Portée

Le présent document décrit un programme type de radioprotection que les transporteurs de substances nucléaires peuvent mettre en œuvre afin de se conformer aux exigences du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* [2].

Ce document a pour but d'aider les transporteurs qui sont réglementés en vertu de la LSRN, mais qui ne sont pas titulaires de permis délivrés par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Les expéditeurs, les transporteurs et les destinataires qui possèdent un permis de la CCSN sont déjà couverts par les exigences relatives au programme de radioprotection qui font partie du processus d'autorisation de la CCSN.

Ce document d'orientation s'aligne sur le guide de sûreté no TS-G-1.3, *Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material*, publié en 2007 [3], de la Collection Normes de sûreté de l'AIEA. Il ne traite pas de la sûreté-criticité dont on doit parfois tenir compte dans le cas des colis contenant des matières fissiles, car ces colis sont soumis à d'autres considérations qui dépassent la portée du présent document. Pour obtenir de l'aide à ce sujet, on peut communiquer avec le personnel de la CCSN à [transport@cnscccsn.gc.ca](mailto:transport@cnscccsn.gc.ca).

#### 1.3 Réglementation pertinente

Pris en application de la LSRN, le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* compte un certain nombre d'obligations qui sont en rapport avec ce document :

1. Le paragraphe 15(7) stipule que « le transporteur met en œuvre et maintient des procédures de travail pour assurer la conformité au Règlement et tient un document sur ces procédures ».
2. Le paragraphe 18(1) précise que « l'expéditeur, le transporteur et le destinataire de matières radioactives mettent en œuvre un programme de radioprotection et, dans le cadre de ce programme :
  - (a) maintiennent le degré d'exposition aux produits de filiation du radon ainsi que la dose efficace et la dose équivalente qui sont reçues par la personne, et engagées à son égard, au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux, par :
    - i. la maîtrise des méthodes de travail par la direction;
    - ii. la qualification et la formation du personnel;
    - iii. le contrôle de l'exposition du personnel et du public au rayonnement;
    - iv. la préparation aux situations inhabituelles;

- (b) veillent à ce que les personnes ne reçoivent pas de doses de rayonnement supérieures aux limites prévues dans le Règlement sur la radioprotection [4];
- (c) donnent aux personnes mentionnées dans le programme une formation sur son application. »

3. Le paragraphe 18(2) stipule que « l'expéditeur, le transporteur et le destinataire:

- (a) tiennent un document sur le programme de radioprotection où ils consignent les renseignements recueillis dans le cadre du programme;
- (b) conservent le document pendant les deux ans qui suivent la date de collecte de ces renseignements. »

## 2. Contexte

La plupart des expéditeurs et des destinataires, ainsi que certains transporteurs, sont autorisés en vertu de la LSRN et de ses règlements d'application. Dans le cadre des exigences de la CCSN relatives à la délivrance de permis, ces titulaires de permis doivent avoir mis en place des programmes de radioprotection qui couvrent toutes les activités associées aux substances nucléaires.

Les activités de transport sont généralement exemptées d'un permis de la CCSN, tant qu'elles satisfont à toutes les exigences réglementaires. La majorité des transporteurs n'ont pas de permis de la CCSN, mais ils demeurent assujettis aux exigences du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*, notamment à l'obligation d'avoir un programme de radioprotection en place s'ils transportent des substances nucléaires.

Afin de s'assurer que les substances nucléaires sont transportées en toute sécurité, l'expéditeur devrait demander au transporteur de lui démontrer qu'il a bien un programme de radioprotection en place.

## 3. Programme de radioprotection

Un programme de radioprotection est un système ou un plan qui veille à ce que des mesures de radioprotection adéquates soient prises en compte lors de l'exécution de certaines activités d'une entreprise ou d'un établissement. Le programme a pour but de contrôler les activités impliquant des substances nucléaires afin que les doses de rayonnement reçues par les travailleurs et le public demeurent au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre » (principe ALARA), en tenant compte des facteurs sociaux et économiques.

Le niveau de risque, notamment la probabilité et la quantité d'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements, détermine la nature et l'ampleur du programme de radioprotection. Par exemple, si le risque d'exposition est faible, le programme sera simple. À l'inverse, si le risque est élevé, alors le programme devra être détaillé et exhaustif.

Dans le cadre d'un programme de radioprotection, les transporteurs devraient maintenir les doses de rayonnement au niveau ALARA par les moyens suivants :

- la maîtrise des méthodes de travail par la direction
- les qualifications et la formation du personnel
- le contrôle des expositions du personnel et du public au rayonnement



- la préparation aux situations inhabituelles

Pour plus d'information sur le principe ALARA, veuillez consulter le guide d'application de la réglementation de la CCSN G-129, rév.1, *Maintenir les expositions et les doses au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (ALARA) »*, qui est modifié de temps à autre.

De plus, les personnes ne devraient pas recevoir des doses de rayonnement supérieures aux limites de dose prescrites dans le *Règlement sur la radioprotection*, et les personnes mentionnées dans le programme de radioprotection devraient recevoir une formation sur l'application du programme.

Un programme de radioprotection, doit porter sur tous les aspects du transport dans des conditions normales et en cas d'accidents, l'accent étant mis sur les activités de transport pour lesquelles une exposition au rayonnement est probable. Cela peut comprendre la manutention, le chargement, l'entreposage en transit et le déplacement des colis.

Conformément au paragraphe 18(2) du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*, le programme de radioprotection ainsi que toute l'information recueillie dans le cadre du programme doivent être documentés. Ces documents doivent être conservés pendant une période de deux ans suivant la date de collecte de l'information. Les inspecteurs et les fonctionnaires désignés de la CCSN peuvent demander à examiner les documents associés au programme de radioprotection.

La radioprotection dans le transport des substances nucléaires ne constitue qu'un aspect de la protection et de la sûreté des travailleurs, du grand public et de l'environnement. Les programmes de radioprotection sont généralement établis et gérés conjointement avec d'autres programmes de santé et de sécurité, comme la santé et la sécurité industrielle et la sécurité-incendie. Un programme de radioprotection peut faire renvoi à ces autres programmes, le cas échéant.

#### **4. Approche tenant compte du risque appliquée au programme de radioprotection**

D'après les tendances internationales, l'expérience de travail et les données historiques sur les doses des travailleurs, trois catégories de risque ont été établies concernant la radioprotection pendant le transport de substances nucléaires : faible, moyen et élevé. Ces trois catégories de risque tiennent compte de l'exposition des travailleurs potentielle au rayonnement, qui détermine la nature et l'ampleur du programme de radioprotection nécessaire comme suit :

##### **1. Faible risque**

Les travailleurs de la catégorie de faible risque sont peu susceptibles de recevoir une dose supérieure à 1 millisievert (mSv) par année, soit la dose maximale admissible pour un membre du public. Dans ce cas, un programme de radioprotection exhaustif n'est pas nécessaire. Chaque travailleur qui intervient dans la manutention et le transport des colis devrait bien comprendre les principes de base de la radioprotection.

##### **2. Risque moyen**

Les travailleurs de la catégorie de risque moyen sont susceptibles de recevoir une dose supérieure à 1 mSv par année, mais inférieure à 5 mSv par année. Un programme de radioprotection plus

détaillé est nécessaire pour cette catégorie. Chaque travail qui intervient dans la manutention et le transport des colis devrait être formé sur l'application du programme.

### 3. Risque élevé

Les travailleurs de la catégorie de risque élevé sont susceptibles de recevoir une dose de 5 mSv ou plus par an, mais la dose ne doit pas pour autant dépasser les limites prescrites dans le *Règlement sur la radioprotection*. Un programme de radioprotection détaillé est recommandé pour cette catégorie. Chaque travailleur qui intervient dans la manutention et le transport des colis devrait être formé sur l'application du programme.

## 5. Éléments d'un programme de radioprotection

Un programme de radioprotection se compose habituellement des éléments suivants :

1. portée (y compris une évaluation des risques)
2. rôles et responsabilités
3. évaluation des doses
4. surveillance radiologique (non requis pour les transporteurs de faible risque)
5. contamination de surface
6. séparation des colis (pour les colis de catégorie II-Jaune, de catégorie III-Jaune, et d'utilisation exclusive)
7. intervention d'urgence
8. formation
9. procédures de travail écrites

Si un transporteur transporte des substances nucléaires, la liste de vérification de la conception, fournie à l'annexe A, peut aider la personne responsable du programme de radioprotection à organiser et à présenter l'information.

La plupart des expéditeurs et des destinataires devraient déjà avoir en place un programme de radioprotection, conformément au *Règlement sur la radioprotection*. On encourage l'expéditeur, le transporteur et le destinataire à collaborer et à tirer avantage des éléments communs de leurs programmes de radioprotection pour assurer une radioprotection adéquate sans doublement des efforts.

Des directives supplémentaires peuvent être obtenues en communiquant avec la CCSN à l'adresse suivante : [transport@cnsccsn.gc.ca](mailto:transport@cnsccsn.gc.ca).

### 5.1 Portée et évaluation des risques

La portée du programme de radioprotection devrait être déterminée par la catégorie de risque, telle que décrite à la section 4. La portée devrait documenter la politique et les objectifs du programme et inclure un engagement de la direction à maintenir les doses de rayonnement au niveau ALARA et à satisfaire à d'autres exigences réglementaires.

### 5.2 Rôles et responsabilités

Le programme de radioprotection devrait déterminer les personnes responsables de la formation, de l'évaluation des doses, de la surveillance radiologique, de l'intervention d'urgence, de la production de rapports destinés aux autorités concernées et de l'examen périodique du

programme. Une personne-ressource pour l'organisation, s'il y a lieu, ou une liste de personnes-ressources pour chaque installation devrait être incluse dans la documentation du programme.

### 5.3 Évaluation des doses

Une évaluation des doses est une évaluation de la dose de rayonnement qu'une personne pourrait recevoir pendant qu'elle se trouve près de certaines activités (p. ex. manutention ou entreposage de colis contenant des substances nucléaires). L'évaluation des doses constitue un élément clé d'un programme de radioprotection et devrait considérer deux principes fondamentaux de la radioprotection :

1. déterminer la dose de rayonnement dans des conditions de travail normales (c.-à-d. tenir compte des sources de rayonnement réelles et potentielles lors de la manutention et du transport des colis)
2. mesurer ou estimer les doses de rayonnement reçues par les travailleurs et le public ainsi que la fréquence des expositions (réelles et potentielles)

#### 5.3.1 Hypothèses générales concernant l'évaluation des doses

Les doses reçues par les travailleurs du secteur des transports qui manipulent des colis de substances nucléaires dépendront normalement du débit de dose à la surface du colis, du temps d'exposition au colis, de la distance par rapport au colis et du blindage contre le rayonnement. La catégorie de colis (catégorie I-Blanc, catégorie II-Jaune et catégorie III-Jaune), la méthode de manipulation des colis et le nombre de colis de chaque catégorie sont également des éléments importants à prendre en compte au moment d'évaluer les doses liées au transport.

Les niveaux de rayonnement externe provenant des colis exceptés et des colis de catégorie I-Blanc sont faibles. Ces colis peuvent donc, en général, être manipulés en toute sécurité sans restrictions particulières. Une évaluation explicite des doses n'est habituellement pas requise pour les activités impliquant ces catégories de colis.

Plusieurs études ont démontré une corrélation entre l'indice de transport (IT) et les doses reçues par les travailleurs. Une étude canadienne [5] confirme que la manutention d'isotopes médicaux d'une quantité totale inférieure à 300 IT (peu importe l'indice de transport de chaque colis) n'est pas susceptible d'entraîner une dose efficace totale supérieure à 1 mSv par année. Ces transporteurs n'ont pas besoin de surveillance ou d'évaluation des doses, ni de dossiers individuels détaillés.

Lorsqu'un travailleur intervient dans l'expédition régulière d'envois similaires d'une année à l'autre, il est généralement possible d'estimer les expositions au rayonnement au cours des activités de transport normales en examinant les données sur les expositions antérieures. Les mêmes types d'activités de transport dans des conditions similaires sont susceptibles d'entraîner des expositions similaires.

Si un travailleur porte un dosimètre, les doses mesurées peuvent servir à estimer les doses reçues par les travailleurs accomplissant des tâches semblables. Cette méthode de calcul est habituellement appelée « groupement des travailleurs ».

En ce qui a trait aux colis de catégorie II-Jaune et de catégorie III-Jaune, il est possible d'utiliser des corrélations basées sur des activités similaires si l'information est disponible et adéquatement justifiée par le transporteur.

Il est nécessaire de réévaluer ou de revoir périodiquement les hypothèses utilisées pour estimer les doses reçues par les travailleurs afin d'en vérifier l'exactitude, surtout s'il y a une augmentation du nombre de colis contenant des substances nucléaires qui sont manipulés et transportés.

Il faut conserver les dossiers d'évaluation des doses, comprenant les estimations, les calculs, les mesures et les justifications, dans le cadre du document de procédures pour le programme de radioprotection.

### 5.3.2 Méthodes d'évaluation des doses

Il est possible d'utiliser différentes méthodes pour évaluer les doses, par exemple :

1. utiliser les dossiers de dose existants et les données d'évaluation des doses provenant d'activités similaires
2. utiliser des modèles acceptés d'évaluation des doses (comme celui décrit à l'annexe A)
3. surveiller une zone ou une personne à l'aide d'un radiamètre ou d'un dosimètre individuel, comme le dosimètre thermoluminescent (DTL), pendant une période donnée pour mesurer la dose de rayonnement réelle

## 5.4 Surveillance radiologique

Le *Règlement sur la radioprotection* fixe les limites applicables aux doses de rayonnement. La limite de dose efficace pour les membres du public est de 1 mSv par année. Toute personne qui est susceptible de recevoir une dose supérieure à cette limite dans le cadre de ses activités ou de son travail est considérée comme un travailleur du secteur nucléaire (TSN), tel que défini à l'article 2 de la LSRN. Les limites de dose pour les TSN sont précisées à l'article 13 du *Règlement sur la radioprotection*. Ces limites visent à s'assurer qu'aucune personne n'est soumise à un risque inacceptable découlant d'une exposition au rayonnement.

Même si le *Règlement sur la radioprotection* fixe les limites de dose, les transporteurs sont tenus de maintenir les doses au niveau ALARA, en tenant compte des facteurs sociaux et économiques. Pour obtenir plus d'information sur le principe ALARA, les transporteurs devraient se référer au document d'orientation de la CCSN G-129, rév.1, *Maintenir les expositions et les doses au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (ALARA) »*, qui est modifié de temps à autre.

Si des dosimètres individuels sont utilisés (comme un DTL), on conseille de faire appel à un service de dosimétrie détenant un permis de la CCSN. Veuillez communiquer avec la CCSN à [transport@cnsccsn.gc.ca](mailto:transport@cnsccsn.gc.ca) pour obtenir la liste des titulaires de permis offrant ces services.

Une réévaluation ou un examen périodique de la façon de déterminer les doses est suggéré, surtout lorsqu'il y a un changement dans le nombre ou le type de colis manipulés ou transportés.

### 5.4.1 Catégories de risque

Les trois catégories de risque nécessitent une surveillance, comme suit :

1. Faible risque

Les travailleurs de la catégorie de faible risque sont peu susceptibles de recevoir une dose supérieure à 1 millisievert (mSv) par année. Une surveillance régulière n'est habituellement pas

nécessaire. La surveillance de la zone peut se faire aux alentours du travailleur pour démontrer que les conditions de travail demeurent satisfaisantes et que la limite de dose pour cette catégorie de risque n'est pas dépassée.

## 2. Risque moyen

Les travailleurs de la catégorie de risque moyen sont susceptibles de recevoir une dose supérieure à 1 mSv par année, mais inférieure à 5 mSv par année. Ces travailleurs devraient être considérés comme des TSN. Une surveillance individuelle est recommandée pour s'assurer que les conditions de travail sont satisfaisantes et que les limites de dose pour cette catégorie de risque ne sont pas dépassées. Si un travailleur porte un dosimètre, les doses mesurées peuvent servir à estimer les doses reçues par les travailleurs accomplissant des tâches similaires.

## 3. Risque élevé

Dans la catégorie de risque élevé, la dose annuelle attendue reçue par un travailleur est susceptible d'être égale ou supérieure à 5 mSv. Ces travailleurs devraient être considérés comme des TSN. Une surveillance individuelle devrait faire partie du programme de radioprotection pour que les limites de dose précisées dans le *Règlement sur la radioprotection* ne soient pas dépassées.

### 5.4.2 Travailleurs du secteur nucléaire (TSN)

Tout travailleur qui est susceptible de recevoir plus de 1 mSv par année durant l'exécution de ses tâches normales est considéré être un TSN, conformément à l'article 13 du *Règlement sur la radioprotection*. Les transporteurs qui détiennent un permis de la CCSN ont des obligations particulières à l'égard des TSN.

À ceux qui ne détiennent pas de permis de la CCSN, on suggère d'aviser par écrit chaque TSN :

1. du fait qu'il est considéré comme un travailleur du secteur nucléaire
2. des risques associés au rayonnement auquel il peut être exposé dans l'exécution de son travail
3. des risques associés à l'exposition des embryons et des fœtus au rayonnement
4. des limites de dose efficace applicables
5. des limites de dose équivalente applicables
6. de ses niveaux de dose, si le travailleur fait l'objet d'une surveillance

On suggère également d'aviser la TSN :

1. des limites de dose applicables à la TSN enceinte, selon l'article 13 du *Règlement sur la radioprotection*
2. de son obligation d'aviser immédiatement par écrit son employeur dès qu'elle apprend qu'elle est enceinte, afin d'envisager la modification des tâches pour limiter l'exposition à 4 mSv pendant le reste de la grossesse

Lorsque les informations précédentes sont données à une TSN, on doit obtenir de celle-ci une confirmation écrite que les renseignements susmentionnés lui ont été communiqués par écrit.

### 5.5 Contamination de surface

On recommande de procéder à une surveillance périodique de la contamination de surface des colis, des composantes, de l'équipement et des moyens de transport. Cette surveillance peut être

réalisée par l'expéditeur ou le transporteur. Si c'est le transporteur qui s'en charge, alors la méthode utilisée devrait être décrite dans le programme de radioprotection.

Conformément au *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN), les limites applicables à la contamination radioactive non fixée, qui sont précisées aux paragraphes 508–514 du *Règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA TS-R-1* [6], ne doivent pas être dépassées.

Le Règlement TS-R-1 précise que la contamination non fixée sur les surfaces externes d'un colis ou d'un moyen de transport doit être maintenue au niveau ALARA et, dans des conditions normales de transport, ne doit pas dépasser les limites suivantes :

1. 4 Bq/cm<sup>2</sup> pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité
2. 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> pour tous les autres émetteurs alpha

Ces limites s'appliquent sur la mesure moyenne d'une zone de 300 cm<sup>2</sup> n'importe où sur la surface.

Tous les efforts devraient être déployés pour réduire au minimum la contamination de surface car celle-ci peut influencer sur les doses de rayonnement reçues par les personnes. L'approche conventionnelle appliquée pour surveiller la contamination de surface consiste à surveiller une fraction représentative des surfaces dans une zone ou sur les colis.

La fréquence de la surveillance dépendra de facteurs comme le nombre de colis manipulés ou transportés, la façon de manipuler les colis et les résultats des exercices de surveillance antérieurs de la contamination.

Le programme devrait inclure les critères applicables pour contrôler la contamination de surface et décrire brièvement le type et la portée du programme de surveillance.

## **5.6 Séparation des colis contenant des substances nucléaires**

Des techniques de séparation simples, comme de placer les colis loin des conducteurs, ou de les entreposer dans des zones inoccupées ou isolées d'un entrepôt, peuvent aider à réduire les expositions pour tous les travailleurs, y compris ceux qui ne manipulent pas de colis contenant des substances nucléaires. La séparation devrait faire partie du programme de radioprotection pour les travailleurs qui manipulent des colis de catégorie II-Jaune et de catégorie III-Jaune, et des colis à usage exclusif.

Les tableaux de séparation peuvent être utilisés pour déterminer la distance minimale d'un poste occupé par rapport à l'indice de transport des colis transportés. On trouve ces tableaux dans le guide de sûreté de l'AIEA no TS-G-1.1 (ST 2) [7], *les Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien dans marchandises dangereuses* [8] et *le Code maritime international des marchandises dangereuses* [9]. L'utilisation des tableaux de séparation comme guide pour déterminer et surveiller les limites de dose n'écarte pas l'obligation de respecter le principe ALARA.

## **5.7 Intervention d'urgence**

Le programme de radioprotection devrait comprendre des procédures d'intervention en cas d'urgence pour gérer n'importe quelle situation d'urgence ou autre situation inhabituelle, comme

la perte d'un colis, la livraison d'un colis à la mauvaise adresse, des colis non réclamés ou la découverte d'un colis. Le programme devrait contenir l'information suivante :

1. le nom de la personne responsable des mesures d'intervention du transporteur en cas d'urgence
2. un numéro de téléphone pour joindre cette personne en tout temps (jour et nuit, sept jours sur sept)
3. toute autre information pertinente au sujet du plan d'intervention d'urgence du transporteur pour les substances nucléaires.

## 5.8 Formation

Conformément à l'alinéa 18(1)c) du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*, les personnes mentionnées dans un programme de radioprotection doivent recevoir une formation sur la mise en œuvre et l'application du programme.

La formation devrait correspondre à des tâches ou des travaux particuliers et inclure les actions détaillées et les mesures de protection à prendre dans l'exercice des fonctions habituelles ainsi qu'en cas d'accident. Elle doit expliquer les principes fondamentaux de la radioprotection : le temps, la distance et le blindage et fournir des exemples pratiques, comme le fait de placer les colis loin du conducteur ou dans des zones inoccupées de l'entrepôt.

Dans certains cas, il faut inclure dans la formation des instructions sur l'utilisation d'équipement particulier, comme les dosimètres, les radiamètres et les contaminamètres. Il faut également inclure de l'information sur les rayonnements ionisants et leurs effets sur les gens. L'ampleur de la formation nécessaire correspond à la nature et au degré de risque, tel qu'évalué à l'aide des méthodes discutées précédemment.

Une formation adéquate exige un engagement continu de l'employeur et de l'employé, et comprend la formation initiale ainsi que des cours de recyclage à intervalles convenables. Il est suggéré d'évaluer périodiquement l'efficacité de la formation, surtout lorsqu'il y a modification dans les tâches exécutées par l'employé.

On doit conserver tous les renseignements pertinents relatifs à la formation dans le cadre du document pour le programme de radioprotection.

En plus de la formation sur le programme de radioprotection, tous les travailleurs qui interviennent dans le transport des substances nucléaires devraient recevoir une formation sur l'application du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*.

## 5.9 Procédures de travail écrites

Conformément au paragraphe 15(7) du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*, les transporteurs de substances nucléaires doivent mettre en œuvre et maintenir des procédures de travail et également tenir un document sur ces procédures.

La radioprotection repose sur les principes fondamentaux de temps, de distance et de blindage. Ces facteurs devraient être pris en compte au moment d'élaborer les procédures de travail écrites. Par conséquent, les procédures de travail devraient prendre en considération ce qui suit :

- pour réduire la dose reçue, il est important de limiter au minimum le temps passé à manipuler des colis et de garder une distance maximale entre le travailleur et les colis. Une bonne pratique consiste à transporter les colis de catégorie III-Jaune dans un charriot, lorsque cela est possible, même pour les colis légers.
- les doses reçues sont en lien avec la distance à laquelle les colis sont manipulés ou entreposés. Les colis contenant des substances nucléaires devraient toujours se trouver loin des travailleurs et des membres du public. À moins que cela ne soit nécessaire, les travailleurs ne devraient pas travailler ou se trouver près des colis.
- la quantité de dose reçue repose également sur l'épaisseur et le type de blindage. Pour réduire au minimum la dose reçue pendant le transport de substances nucléaires, les colis devraient toujours être gardés le plus loin possible des travailleurs. Au but de fournir un blindage supplémentaire, il serait utile de placer d'autres biens transportés entre le travailleur et les colis contenant des substances nucléaires.

Dans le but d'obtenir une protection supplémentaire lors du transport de colis de catégorie II-Jaune et de catégorie III-Jaune, un blindage portatif peut être utilisé pour réduire la dose reçue si la distance entre les colis et le travailleur est limitée ou si les colis seront transportés pendant plusieurs heures.

Plus longtemps un colis est manipulé ou transporté, plus le potentiel qu'un travailleur reçoive une dose élevée augmente. Afin de minimiser les doses de rayonnement possibles pour les travailleurs ou le public, les transporteurs devraient tenir compte du temps, de la distance et du blindage dans leurs procédures de travail écrites.



## Lexique

### **ALARA**

Concept visant à maintenir les doses au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, en tenant compte des facteurs sociaux et économiques.

### **transporteur**

Personne qui, à titre onéreux ou gratuit, a la possession de marchandises dangereuses pendant qu'elles sont en transport (*Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* [10]).

### **destinataire**

Personne à qui s'adresse un envoi (*Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* [2]).

### **expéditeur**

La personne au Canada qui, selon le cas :

1. est nommée comme l'expéditeur dans le document d'expédition
2. importe ou importera des marchandises dangereuses au Canada
3. si les paragraphes (1) et (2) ne s'appliquent pas, a la possession de marchandises dangereuses immédiatement avant qu'elles soient en transport

Une personne peut être à la fois l'expéditeur et le transporteur d'un même envoi, par exemple, si un fabricant transporte des marchandises dangereuses qu'il a aussi fabriquées. (*Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* [10]).

### **moyen de transport**

1. pour le transport routier ou ferroviaire : n'importe quel véhicule
2. pour le transport maritime : n'importe quel navire ou n'importe quel compartiment, cale ou zone défini du pont d'un navire
3. pour le transport aérien : n'importe quel aéronef

### **dose efficace**

Somme, exprimée en sieverts, des valeurs dont chacune représente le produit de la dose équivalente reçue par un organe ou un tissu, et engagée à leur égard, figurant à la colonne 1 de l'annexe 1 (*Règlement sur la radioprotection* [10]) par le facteur de pondération du tissu figurant à la colonne 2 (*Règlement sur la radioprotection*).

### **dose équivalente**

Produit, exprimé en sieverts, de la dose absorbée d'un type de rayonnement figurant à la colonne 1 de l'annexe 2 (*Règlement sur la radioprotection* [10]) par le facteur de pondération du rayonnement figurant à la colonne 2 (*Règlement sur la radioprotection*).

### **travailleur du secteur nucléaire (TSN)**

Personne qui, du fait de sa profession ou de son occupation et des conditions dans lesquelles elle exerce ses activités, si celles-ci sont liées à une substance ou une installation nucléaire, risque vraisemblablement de recevoir une dose de rayonnement supérieure à la limite réglementaire fixée pour la population en général (*Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* [1]).

### **dosimètre thermoluminescent (DTL)**

Dispositif servant à surveiller l'exposition au rayonnement.

**indice de transport (IT)**

L'intensité de rayonnement maximale en microsieverts par heure à une distance de 1 mètre des surfaces externes du colis, divisée par 10.

Exemple: une dose de 1 mSv/h (0,1 mrem/h) à 1 m est égale à un  $IT = 0,1$

## **Annexe A : Information sur la conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires**

La CCSN s'attend à voir l'information qui suit dans un programme de radioprotection. L'information fournie dans la présente annexe a pour but d'aider les transporteurs à élaborer un programme. Il est possible d'obtenir des renseignements supplémentaires en présentant une demande à la CCSN à l'adresse suivante : [transport@cnsccsn.gc.ca](mailto:transport@cnsccsn.gc.ca).

### **A.1 Renseignements sur le transporteur**

Inscrire le nom de l'entreprise qui transporte les substances nucléaires. N'inscrire le nom d'une personne que si cette personne est l'unique propriétaire.

Inscrire l'adresse municipale de l'administration centrale de l'entreprise, y compris le numéro civique et le nom complet de la rue, le numéro de la route rurale s'il y a lieu, la ville, la province ou le territoire et le code postal. Il est possible d'inclure un numéro de boîte postale, en plus du reste de l'adresse. Inscrire le numéro de téléphone, y compris l'indicatif régional.

### **A.2 Rôles et responsabilités**

Inscrire le nom, le titre et le numéro de téléphone (avec l'indicatif régional) de la personne responsable du programme de radioprotection de l'entreprise.

Inscrire le nom, le titre et le numéro de téléphone (avec l'indicatif régional) du gestionnaire responsable de la supervision du programme de radioprotection de l'entreprise.

Fournir une liste de tous les centres des opérations et emplacements utilisés par l'entreprise dans le cadre du transport ou de l'entreposage de substances nucléaires. Pour chaque site (centre des opérations ou emplacement), indiquer le nom, le titre et le numéro de téléphone (avec l'indicatif régional) d'une personne-ressource.

### **A.3 Portée et évaluation des risques**

Le nombre de colis manipulés ou transportés par année modifie la dose reçue par les travailleurs. Le type de colis modifie également la dose. Inscrire le nombre réel ou « la meilleure estimation » de la quantité totale de colis contenant des substances nucléaires que l'entreprise transporte chaque année.

Décrire les types de colis de substances nucléaires transportés. Les colis contenant des substances nucléaires sont classés comme suit :

1. catégorie I-Blanc, catégorie II-Jaune et catégorie III-Jaune, en fonction des doses émises à la surface, ainsi que des doses émises à un mètre du colis
2. les colis « exceptés » n'ont pas d'étiquette et peuvent servir uniquement à transporter une quantité limitée de substances nucléaires. Le débit de dose à la surface est semblable à celui d'un colis de catégorie I-Blanc. Aucune précaution particulière n'est nécessaire pour les colis exceptés et les colis de catégorie I-Blanc, car le débit de dose est faible

### **Déterminer les risques**

Si l'entreprise transporte moins de 40 colis par an et qu'elle ne transporte aucun colis de catégorie III-Jaune, alors le risque est faible. Autrement, il faut estimer la dose de rayonnement maximale pour déterminer la catégorie de risque appropriée. La Partie D présente une méthode d'estimation de la dose.

## A.4 Évaluation des doses

Un exemple d'un modèle d'évaluation des doses acceptable est présenté ci-dessous. Ce modèle repose sur le nombre de colis de chaque catégorie qu'un employé manipule pendant une année. Si une autre méthode d'évaluation est utilisée, veuillez joindre toute l'information pertinente sur la mesure ou le calcul des doses.

### Modèle d'évaluation des doses

Ce tableau fournit des renseignements généraux pour le calcul de la dose estimée.

Cette information peut servir pour la formule de calcul visant à estimer la dose de rayonnement maximale reçue par employés.

Le tableau ci-dessous fournit deux estimations du nombre maximal de colis sur une période d'un an :

1. pour les personnes qui ne manipulent pas de colis, mais qui travaillent à proximité des colis
2. pour les personnes qui manipulent des colis

Catégorie de colis	Nombre de colis dont la manutention est susceptible d'entraîner une dose annuelle égale ou supérieure à 1 mSv	
	Pour chaque colis, le travailleur se trouve à 1 m pendant 30 minutes	Pour chaque colis, le travailleur se trouve en contact pendant 5 minutes et à 1 m pendant 30 minutes
Catégorie I-Blanc	4 000 colis	1 600 colis
Catégorie II-Jaune	200 colis	40 colis *
Catégorie III-Jaune	20 colis	7 colis **
Catégorie III-Jaune + utilisation exclusive	0 colis	0 colis
* Colis dont le débit de dose moyen est de 0,25 mSv/h au contact et dont l'IT est égal à 1		
** Colis dont le débit de dose moyen est de 1,25 mSv/h au contact et dont l'IT est égal à 10		

**Formule de calcul pour estimer la dose de rayonnement maximale reçue par les employés**

Calculer la dose estimée et déterminer la catégorie de risque, comme suit :

**Étape 1 : Inscrire le nombre réel ou « la meilleure estimation » de la quantité totale de colis de chaque type qu'un employé manipule sur une période d'un an.**

**Étape 2 : Se servir des chiffres de l'Étape 1 pour calculer la dose estimée (D).**

**Étape 3 : Utiliser la dose estimée (D) pour déterminer la catégorie de risque.**

Ce calcul suppose que le travailleur reçoit l'exposition maximale pour chaque colis. L'exposition maximale pour un colis est définie comme suit : le travailleur est en contact avec le colis pendant cinq minutes et se trouve à une distance d'un mètre du colis pendant 30 minutes.

**Étape 1 : Calculer la dose estimée :**

Indiquer le nombre maximal de colis dans les catégories I, II et III que l'employé manipule sur une période d'un an.

- |                        |           |                 |
|------------------------|-----------|-----------------|
| 1. Catégorie I-Blanc   | A = _____ | colis par année |
| 2. Catégorie II-Jaune  | B = _____ | colis par année |
| 3. Catégorie III-Jaune | C = _____ | colis par année |

**Étape 2 : Calculer la dose estimée (D) :**

- |            |   |
|------------|---|
| 1. D (mSv) | = (A/1600) + (B/40) + (C/7)             |
| 2. D (mSv) | = (_____/1600) + (_____/40) + (_____/7) |
| 3. D (mSv) | = _____                                 |

**Étape 3 : Déterminer la catégorie de risque pour le programme de radioprotection**

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. <input type="checkbox"/> Faible | Si D est inférieur ou égal à 1 mSv.              |
| 2. <input type="checkbox"/> Moyen  | Si D est supérieur à 1 mSv et inférieur à 5 mSv. |
| 3. <input type="checkbox"/> Élevé  | Si D est égal ou supérieur à 5 mSv.              |

**A.5 Surveillance radiologique**

Les limites de dose ont pour but de s'assurer qu'aucune personne ne soit soumise à un risque déraisonnable en raison d'une exposition aux rayonnements. La surveillance garantit que les limites de dose ne sont pas dépassées.

On suggère de réévaluer ou de réviser périodiquement la façon dont les doses ont été déterminées, surtout lorsqu'il y a modification du nombre ou du type de colis manipulés ou transportés.

Lorsque la zone est classée à « faible risque », la surveillance peut se faire à proximité du travailleur dans le but de démontrer que les conditions de travail demeurent satisfaisantes et que les exigences réglementaires sont respectées.

Si des dosimètres individuels sont utilisés (comme un DTL), on conseille de faire appel à un service de dosimétrie autorisé par la CCSN. Communiquer avec la CCSN à [transport@cnsccsn.gc.ca](mailto:transport@cnsccsn.gc.ca) pour obtenir une liste des services de dosimétrie autorisés.

Un travailleur qui est susceptible de recevoir plus de 1 mSv par année dans l'exécution normale de ces tâches est considéré comme un travailleur du secteur nucléaire (TSN). La plupart des travailleurs des catégories de risque moyen et élevé devraient être considérés comme des TSN.

### **A.6 Contamination de surface**

On recommande une surveillance périodique de la contamination sur la surface des colis, des composants, de l'équipement et des moyens de transport. Cette surveillance peut être exercée par l'expéditeur ou le transporteur.

Si la contamination de surface est vérifiée à l'interne (par le transporteur), il faut inclure toute l'information pertinente comme :

1. la fréquence de la surveillance
2. les critères pour contrôler la contamination de surface
3. un aperçu du type et de la portée du programme de surveillance

### **A.7 Séparation**

La séparation vise à tenir les colis éloignés des personnes lors du transport, du transit ou de l'entreposage. Des techniques simples, comme de placer les colis loin des conducteurs ou de les entreposer dans des zones inoccupées ou isolées de l'entrepôt, peuvent aider à réduire les expositions.

Inclure une description des techniques de séparation appliquées par les travailleurs qui manipulent des colis de substances nucléaires entreposés ou en transit.

### **A.8 Intervention d'urgence**

Inscrire le nom, le titre et le numéro de téléphone (avec l'indicatif régional) de la personne, du titre ou du poste responsable du plan d'intervention d'urgence de l'entreprise. Veuillez noter que la personne devrait être disponible à ce numéro de téléphone jour et nuit, sept jours sur sept.

Inscrire toute autre information pertinente au sujet du plan d'intervention d'urgence de l'entreprise pour les substances nucléaires.

### **A.9 Formation**

Tous les travailleurs qui interviennent dans le transport de substances nucléaires devraient recevoir une formation sur le programme de radioprotection de l'entreprise ainsi que sur le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* et sur le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*. D'autres cours de formation peuvent être offerts aux travailleurs, s'il y a lieu.

### **A.10 Procédures de travail écrites**

Les procédures de travail écrites d'une entreprise devraient expliquer les méthodes de manutention, de séparation, de chargement, d'entreposage, d'identification et de documentation des colis contenant des substances radioactives.

### **A.11 Signatures**

Au moins deux personnes devraient signer le programme de radioprotection et confirmer qu'ils comprennent leurs responsabilités à l'égard du transport sécuritaire des substances nucléaires par l'entreprise. Ces personnes sont le responsable du programme de radioprotection ainsi que le gestionnaire qui supervise le programme.

**A.12 Liste de vérification**

La liste de vérification qui suit peut être utilisée au moment de concevoir un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires. Elle aidera à déterminer l'information à inclure dans le programme.

<b>Composantes d'un programme de radioprotection</b>	<b>Information incluse</b>	<b>Sans objet</b>
<b>A. Renseignements sur le transporteur</b>		
Nom et adresse du transporteur		
<b>B. Rôles et responsabilités</b>		
Nom de la personne responsable du programme de radioprotection		
Gestionnaire responsable de surveiller le programme de radioprotection		
Liste des bureaux de site et personne-ressource pour chaque site		
<b>C. Portée et évaluation des risques</b>		
Nombre de colis transportés annuellement		
Types de colis transportés		
<b>D. Estimation de la dose de rayonnement</b>		
Estimer la dose de rayonnement maximale reçue par les employés		
Utiliser la formule pour estimer la dose de rayonnement maximale reçue par les employés et déterminer la catégorie de risque		
<b>E. Surveillance radiologique</b>		
Inclure des procédures pour la réévaluation périodique des doses, s'il y a lieu.		
Est-ce que de l'équipement de détection du rayonnement est utilisé? Si oui, de quel type et par qui?		
Les travailleurs sont-ils classés comme des travailleurs du secteur nucléaire (TSN)?		

Composantes d'un programme de radioprotection	Information incluse	Sans objet
<b>F. Contamination de surface</b>		
Procède-t-on à des vérifications de la contamination radioactive sur la surface des colis, des composantes, de l'équipement et des moyens de transport? Si oui, est-ce l'expéditeur ou le transporteur qui s'en occupe?		
Fréquence des vérifications de la contamination de surface		
Critères pour contrôler la contamination de surface		
Aperçu du type et de la portée du programme de surveillance		
<b>G. Séparation</b>		
Description des techniques de séparation utilisées par les travailleurs qui manipulent des colis contenant des substances nucléaires en entreposage ou en transit.		
<b>H. Intervention d'urgence</b>		
Le nom, le titre ou le poste du responsable de l'intervention d'urgence ainsi que son numéro de téléphone avec l'indicatif régional (disponible jour et nuit, 7 jours sur 7)		
Fournir des détails pertinents sur le plan d'intervention d'urgence de l'entreprise pour les substances nucléaires.		
<b>I. Formation</b>		
<i>Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires</i>		
<i>Règlement sur le transport des marchandises dangereuses</i>		
Application de ce programme de radioprotection		
Autre formation		
<b>J. Procédures de travail écrites</b>		
Pour expliquer le plan d'intervention d'urgence de l'entreprise		
Pour expliquer la manutention des colis contenant des substances nucléaires		
Pour expliquer la séparation des colis contenant des substances nucléaires		
Pour expliquer le chargement des colis contenant des substances nucléaires		



<b>Composantes d'un programme de radioprotection</b>	<b>Information incluse</b>	<b>Sans objet</b>
Pour expliquer l'entreposage des colis contenant des substances nucléaires		
Pour vérifier l'identification et la documentation des colis contenant des substances nucléaires		
<b>K. Signatures</b>		
Personne responsable du programme de radioprotection		
Gestionnaire responsable de la supervision du programme de radioprotection		



## Références

1. *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, L.C. 1997, ch.9
2. *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*, DORS/2000-208.
3. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material*, Collection Normes de sûreté no TS-G-1.3, Vienne (2007), ou tel que modifié de temps à autre.
4. *Règlement sur la radioprotection*, DORS/2000-203.
5. "Doses to Transport Workers: Phase 2", ECOMatters Inc. RSP 0158, un rapport préparé pour la Commission canadienne de sûreté nucléaire, Ottawa (Canada) (2002).
6. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Règlement de transport des matières radioactives*, Collection Normes de sûreté no TS-R-1, édition de 1996 (ST 1, révisé), Vienne (2000).
7. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Advisory Material for the IAEA, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*, Collection Normes de sûreté no TS-G-1.1, Vienne (2002).
8. *Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien dans marchandises dangereuses*, publié par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) Doc. 9284 AN/905 (2011-2012), ou tel que modifié de temps à autre.
9. *Code maritime international des marchandises dangereuses*, y compris la modification no 35-10, publié par l'Organisation maritime internationale (OMI) (2010), ou tel que modifié de temps à autre.
10. *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*, DORS/2001-286. Cette section peut contenir des renseignements de référence, comme des liens vers d'autres documents sur Internet/Intranet.



## Renseignements supplémentaires

Les documents suivants renferment des renseignements supplémentaires qui pourraient intéresser les personnes chargées de la mise en œuvre d'un programme de radioprotection :

1. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Planning and Preparing for Radioactive Material Transport Emergencies*, Collection Normes de sûreté no TS-G-1.2, Vienne (2002).
2. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements*, Collection Sécurité no 115, Vienne (1996).
3. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Bureau international du travail, *Radioprotection professionnelle*, Collection Normes de sûreté no RS-G-1.1, Vienne (1999).
4. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Bureau international du travail, *Évaluation de l'exposition professionnelle due aux sources externes de rayonnement*, Collection Normes de sûreté no RS-G-1.3, Vienne (1999).
5. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Bureau international du travail, *Évaluation de l'exposition professionnelle due à l'incorporation de radionucléides*, Collection Normes de sûreté no RS-G-1.2, Vienne (1999).
6. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *L'optimisation de la radioprotection dans le cadre de la maîtrise de l'exposition professionnelle*, Collection Rapports de sûreté no 21, Vienne (2002).