



Santé  
Canada

Health  
Canada

# Lignes directrices canadiennes sur les interventions en situation d'urgence nucléaire

*Novembre 2003*



**Lignes directrices  
canadiennes sur les  
interventions en situation  
d'urgence nucléaire**

*Novembre 2003*

Notre mission est d'aider les Canadiens et les Canadiennes à maintenir et à améliorer leur état de santé.  
*Santé Canada*

Publication autorisée par  
le ministre de la Santé

Also available in English under the title  
*Canadian Guidelines for Intervention  
During a Nuclear Emergency*

On peut obtenir, sur demande, la présente publication  
(sur disquette, en gros caractères, sur bande sonore ou en braille).

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2003  
Cat. H46-2/03-326F  
ISBN 0-662-89969-5 (Révisé novembre 2003)

## Résumé

Le présent document fait état des directives émises par Santé Canada concernant les interventions dans les situations d'urgence nucléaire qui surviennent au Canada ou touchent la population canadienne. La mise en oeuvre de contre-mesures en vue de protéger le public dans le cas d'une urgence est fondée sur une série de critères quantitatifs appelés niveaux d'intervention (NI). Les niveaux d'intervention sont des niveaux précis de doses de rayonnement qui justifieraient la mise en oeuvre de certaines contre-mesures en situation d'urgence nucléaire. Le présent document offre des conseils sur les niveaux d'intervention nationale associés aux contre-mesures suivantes : l'évacuation, la réinstallation, la mise à l'abri, la prophylaxie iodée et le contrôle des aliments.

Ces lignes directrices ont été élaborées par Santé Canada dans le cadre de ses responsabilités à titre de ministère principal aux fins du Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire (PFUN) (Santé Canada, 2002). Dans les situations d'urgence nucléaire survenant dans les limites de leurs propres frontières, les gouvernements provinciaux ont la responsabilité primaire de la planification d'urgence à l'extérieur des installations nucléaires et des interventions visant à protéger la santé publique, les biens et l'environnement. Aux termes du PFUN, le gouvernement fédéral est responsable de la coordination des interventions avec les provinces ainsi que du soutien des interventions provinciales. Les lignes directrices nationales sur les niveaux d'intervention présentent des fondements et une approche harmonisés pour la préparation des plans provinciaux relatifs aux urgences nucléaires. Elles ont pour but d'aider les responsables fédéraux et provinciaux des interventions d'urgence qui doivent décider du moment de mettre en oeuvre les diverses contre-mesures. Elles n'ont pas pour objet de remplacer les niveaux d'intervention établis dans les plans provinciaux déjà en vigueur, mais plutôt de servir de référence lorsque ces plans sont révisés ou modifiés.

Ces lignes directrices s'appliquent principalement aux contre-mesures devant être mises en oeuvre à l'extérieur d'une installation nucléaire, au cours de la phase initiale d'une situation d'urgence dans une installation nucléaire

qui risque d'entraîner des conséquences à l'extérieur. Elles ont pour objet d'ajouter, plutôt que de remplacer, des mesures de précaution automatiques en fonction de l'état de l'installation ou d'autres indicateurs de la gravité de l'accident. Elle peuvent également servir dans des situations d'urgence radiologique ou nucléaire qui relèvent de la compétence fédérale, par exemple la rentrée d'un satellite, une urgence se produisant dans un autre pays mais ayant des répercussions sur le Canada, ou un incident terroriste.

Les niveaux d'intervention ont été élaborés en fonction des principes généraux suivants, ayant comme fondement la protection de la santé publique :

- Éviter les effets déterministes et réduire les risques associés aux effets stochastiques
- Atteindre un résultat net positif
- Établir les niveaux d'intervention en fonction des doses évitées
- Établir un seul niveau d'intervention pour chacune des contre-mesures
- Fonder les niveaux d'intervention sur les doses administrées au groupe de population le plus sensible
- Se conformer aux pratiques internationales et, notamment, aux niveaux d'intervention génériques recommandés par l'Agence internationale pour l'énergie atomique.

Compte tenu des points précités, les niveaux d'intervention suivants sont recommandés aux fins de mise en oeuvre au Canada :

Contre-mesure	Niveau d'intervention (dose évitée)
Mise à l'abri	5 mSv en 1 jour
Évacuation	50 mSv en 7 jours
Réinstallation	50 mSv en 1 an (retour lorsque < 50 mSv en 1 an et < 10 mSv en 1 mois)
Prophylaxie par iode stable	100 mSv à la thyroïde
Contrôles des aliments <sup>1</sup>	1 mSv dans chacun des trois groupes d'aliments

<sup>1</sup> Le sujet du contrôle des produits alimentaires a été traité plus en profondeur dans le document « Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire » (Santé Canada 2000).

Les valeurs numériques recommandées ci-dessus pour la mise en oeuvre des contre-mesures ne constituent pas des normes absolues à respecter, mais bien des indicateurs devant servir à orienter toute décision prise en matière de contre-mesure. Quoique ces contre-mesures puissent être appliquées de manière générale, il se peut que des circonstances particulières fassent en sorte que l'autorité responsable choisisse de mettre en oeuvre une contre-mesure à une dose évitée inférieure ou supérieure à celle recommandée. En dernière analyse, rien ne remplace la discrétion et le bon jugement exercés par l'autorité.

# Table des matières

Introduction et cadre .....	7
Définitions de base .....	9
Un aperçu de la planification en cas d'urgence nucléaire au Canada .....	11
Les principes suivis dans l'établissement des niveaux d'intervention .....	13
Niveaux d'intervention recommandés selon les contre-mesures adoptées .....	17
Mise à l'abri .....	17
Évacuation .....	18
Réinstallation .....	19
Prophylaxie par iode stable .....	21
Contrôles alimentaires .....	23
Comparaisons avec les recommandations d'autres organismes .....	25
Annexe A: Recommandations d'autres organismes .....	27
Annexe B: Références .....	33

## Introduction et cadre

Les objectifs que visent les mesures de planification, de préparation et d'intervention en matière d'urgence nucléaire sont :

- la protection du public contre les effets sur la santé (immédiats et retardés) par suite d'une urgence nucléaire
- la réduction de l'impact d'une urgence nucléaire sur les biens et l'environnement
- le maintien de la confiance de la population envers la capacité des autorités responsables.

Dans les cas de rejets importants de matières radioactives, les responsables des interventions d'urgence seront tenus de mettre en oeuvre des contre-mesures visant à réduire les doses de rayonnement reçues par le public. L'efficacité de telles mesures sera influencée en grande partie par l'établissement de critères, de guides et de plans appropriés, avant qu'une urgence ne se produise. Parmi les critères importants à la mise en oeuvre des contre-mesures sont les niveaux d'intervention (NI)<sup>2</sup>. Ces niveaux d'intervention sont des valeurs précises de doses de radiation qui justifieraient la mise en oeuvre de certaines contre-mesures en situation d'urgence nucléaire, et ces niveaux sont exprimés en fonction de la dose pouvant être évitée dans le cas où une contre-mesure serait envisagée. Les questions telles que la protection des travailleurs préposés aux interventions d'urgence, des biens et de l'environnement dépassent la portée de ce document, de même que les critères régissant une réinstallation permanente et les aspects opérationnels de la mise en oeuvre des lignes directrices.

Ces lignes directrices ont été élaborées par Santé Canada dans le cadre de ses responsabilités à titre de ministère principal aux fins du Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire (PFUN) (Santé Canada, 2002). Dans les situations d'urgence nucléaire survenant dans les limites de leurs propres frontières, les gouvernements provinciaux ont la responsabilité primaire de la planification des interventions à l'extérieur des installations, qui visent à protéger la santé publique, les biens et l'environnement. Aux termes du Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire (PFUN), le gouvernement fédéral est respons-

able de la coordination des interventions avec les provinces ainsi que du soutien des interventions provinciales. Les lignes directrices nationales sur les niveaux d'intervention constituent un fondement pour les préparatifs d'urgence fédéraux et présentent une approche harmonisée pour l'établissement des plans provinciaux d'urgence nucléaire. Elles ont pour but d'aider les responsables fédéraux et provinciaux des interventions d'urgence qui doivent décider du moment de mettre en oeuvre les diverses contre-mesures. Elles n'ont pas pour objet de remplacer les niveaux d'intervention établis dans les plans provinciaux déjà en vigueur, mais plutôt de servir de référence lorsque ces plans sont révisés ou modifiés.

Ces lignes directrices s'appliquent principalement aux contre-mesures devant être mises en oeuvre à l'extérieur d'une installation nucléaire, au cours de la phase initiale d'une situation d'urgence dans une installation nucléaire qui risque d'entraîner des conséquences à l'extérieur. Elles s'appliquent également à d'autres incidents radiologiques ou nucléaires. Les contre-mesures envisagées sont l'évacuation, la réinstallation, la mise à l'abri, l'administration d'iode stable et les contrôles d'aliments. Le document ne vise pas à résoudre toutes les questions entourant l'administration d'iode stable, mais à faire état des critères en matière de doses et de directives précises relatives à l'utilisation de l'iode stable, dans le cas où l'autorité responsable déciderait de mettre en oeuvre cette contre-mesure. La question des contrôles alimentaires a été traitée plus à fond dans le document : « Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire » (Santé Canada 2000).

Ces niveaux d'intervention sont censés servir à des fins de planification d'urgence et à titre de guides pour l'adoption de contre-mesures. Il ne faut pas les confondre avec les critères plus détaillés employés à l'étape de l'intervention dans une situation d'urgence, appelés niveaux d'intervention opérationnelle ou niveaux de mesure. Les niveaux d'intervention opérationnelle découlent des niveaux d'intervention de base et ils se présentent sous forme de taux ou concentrations de doses qui

<sup>2</sup> La terminologie de l'AIEA Basic Safety Series No. 115 (IAEA 1996) est adoptée ici pour les quantités applicables à l'intervention. D'autres publications peuvent se référer à des guides de mesures de protection ou à des niveaux de mesures de protection

déclencheraient la prise d'une contre-mesure. La mise en oeuvre des contre-mesures peut ainsi se faire rapidement. Par exemple, les lignes directrices sur les restrictions concernant les aliments (Santé Canada 2000) précisent les concentrations de radionucléides dans les aliments qui déclencheraient leur retrait du marché. Les niveaux d'intervention proposés ici doivent servir de point de départ pour élaborer des niveaux d'intervention opérationnelle précis, ce qui dépasse la portée du présent document.

Les niveaux d'intervention figurant dans ce document devraient être considérés comme des niveaux génériques au-dessus desquels une mesure de protection spécifique est généralement justifiée. Comme les conséquences d'une urgence nucléaire sont particulières à chaque type d'accident, il est impossible de fonder les plans d'intervention sur un seul et même type d'accident. Un vaste éventail de scénarios sont possibles, même pour les réacteurs nucléaires canadiens.

Ces niveaux d'intervention ne font donc aucunement référence à des conditions industrielles ni à leurs sources. Un plan local ou provincial peut très bien inclure des mesures de précaution automatiques fondées sur des conditions industrielles, avec ou sans référence à des critères numériques relatifs aux doses à l'extérieur des installations nucléaires. Ces directives ont pour but de compléter, plutôt que de remplacer, toutes mesures de précaution automatiques. En outre, il existe une vaste catégorie d'événements pour lesquels des considérations de conditions industrielles ne s'appliquent pas, p. ex., une menace impliquant un dispositif improvisé de dispersion nucléaire, le retour d'un satellite nucléaire, un accident impliquant un sous-marin nucléaire dans un port canadien, ainsi de suite. En pareils cas, des critères numériques sont les seuls moyens d'établir si des mesures de protection doivent être envisagées.



## Définitions de base

### **Contre-mesure**

Intervention ou mesure de protection prise pour contrer un danger ou une menace. Exemples : évacuation et mise à l'abri.

### **Dose évitée**

Dose individuelle pouvant être évitée au moyen d'une seule mesure de protection. Il s'agit de la différence entre la dose prévue ou projetée et la dose résiduelle qu'il y aurait même si la mesure de protection était prise.

### **Dose résiduelle**

Différence entre la dose projetée ou prévue et la dose évitée grâce à une mesure de protection.

### **Effet déterministe**

Effet sur la santé qui est certain de se manifester chez une personne exposée à une dose de rayonnement supérieure à un quelconque seuil et dont la gravité augmente proportionnellement à la dose. Exemples : syndrome d'irradiation et brûlures de la peau.

### **Effet stochastique**

Effet des rayonnements sur la santé qui survient généralement en l'absence de seuil de dose. Exemples : cancer et leucémie. La probabilité de manifestation de l'effet est proportionnelle à la dose, mais sa gravité est indépendante de la dose.

### **Évacuation**

Déplacement temporaire de la population ou d'une partie de la population d'une zone qui a été ou pourrait devenir contaminée par des substances radioactives. Une évacuation ne devrait pas durer plus d'une semaine environ.

### **Intervention**

Toute mesure de protection ou contre-mesure visant à réduire ou à éviter une exposition humaine aux rayonnements en situation d'urgence nucléaire ou radiologique.

### **Mesure de protection**

Mesure, contre-mesure ou intervention qui réduit l'exposition des travailleurs ou du public aux rayonnements.

### **Mise à l'abri**

Contre-mesure consistant à garder la population à l'intérieur pour réduire l'exposition externe aux rayonnements gamma et l'exposition interne par inhalation de radioactivité.

### **Niveau de mesure**

Quantité mesurable de rayonnement ou de radioactivité au delà de laquelle une mesure de protection spécifique est généralement justifiée.

### **Niveau d'intervention**

Dose de rayonnement au-dessus de laquelle une mesure de protection spécifique est généralement justifiée.

### **Niveau d'intervention opérationnelle**

Quantité mesurable de rayonnement ou de radioactivité au-dessus de laquelle une mesure de protection spécifique est généralement justifiée.

### **Prophylaxie par iode stable**

Prise d'iodure de potassium conformément à des instructions précises lorsque l'air extérieur risque de contenir des quantités importantes d'iode radioactif.

### **Prophylaxie par l'iode**

Administration d'iode stable visant à empêcher la fixation dans la glande thyroïde de l'iode radioactif inhalé.

### **Réinstallation permanente**

Réinstallation permanente de la population à un nouvel endroit lorsque son lieu de résidence est fortement contaminé et que les travaux de décontamination ne parviennent pas à le rendre habitable.

### **Réinstallation temporaire**

Déplacement prolongé de la population d'une zone contaminée, pour une période de plusieurs semaines, mois ou même plus d'une année.

# Un aperçu de la planification en cas d'urgence nucléaire au Canada

Il est important de placer ces directives dans le contexte de la planification d'ensemble en cas d'urgence nucléaire au Canada. La responsabilité des préparatifs et les interventions en cas d'urgence nucléaire relève de plusieurs compétences et est partagée par tous les paliers de gouvernement. Les exploitants d'installations nucléaires sont responsables de la planification, des préparatifs et des interventions en matière d'urgence nucléaire, pour les incidents survenant dans leurs installations. À l'extérieur des installations, les gouvernements provinciaux sont principalement responsables de la protection de la santé et de la sécurité du public, des biens et de l'environnement à l'intérieur de leurs frontières. Outre ses responsabilités fédérales précises, le gouvernement fédéral, en vertu du PFUN (Santé Canada 2000), est responsable de la coordination des interventions de concert avec les provinces ainsi que du soutien des interventions provinciales. Santé Canada est responsable de la gestion du PFUN. Le Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire (PFUN) s'applique aux urgences nucléaires ou aux événements suivants :

- accidents survenant dans les installations nucléaires du Canada ou le long de la frontière Canada-États-Unis;
- événements impliquant une installation nucléaire dans un pays étranger, si l'événement a un impact sur les Canadiens;
- accidents impliquant des navires nucléaires visitant le Canada ou en transit sur les eaux canadiennes;
- autres événements radiologiques graves, tels le retour de satellites nucléaires, une menace au moyen de dispositifs improvisés de dispersion nucléaire, se produisant au Canada ou dans l'espace aérien canadien.

Dans le cas d'une urgence se produisant dans une installation nucléaire au Canada, le PFUN ne s'appli-

querait, en règle générale, qu'après la mise en oeuvre du plan provincial pertinent. Les trois provinces ayant des centrales nucléaires (l'Ontario, le Québec et le Nouveau-Brunswick) ont élaboré leurs propres plans d'intervention en cas d'urgence nucléaire, et ont la responsabilité primaire de mettre en oeuvre des contre-mesures d'urgence à l'extérieur des installations nucléaires en vue de protéger la santé publique. Outre ses responsabilités à l'échelle fédérale, la contribution principale du gouvernement fédéral dans le cadre des interventions provinciales consiste à offrir de l'aide et des conseils lorsque l'autorité provinciale en fait la demande. Le plan fédéral coordonnerait également l'intervention dans les provinces limitrophes qui pourraient être touchées par les effets transfrontaliers. Cette intervention est essentielle si la province limitrophe n'a pas son propre plan d'intervention en cas d'urgence nucléaire. Dans toutes les autres catégories d'événements nucléaires, le PFUN offrirait vraisemblablement les premières interventions au Canada.

Le gouvernement fédéral est également responsable de la gestion des questions internationales d'urgence nucléaire au Canada, c'est-à-dire aviser d'autres pays et les organismes internationaux, recueillir et coordonner toutes les données pour le compte de la collectivité internationale et les tenir au courant de la situation, maintenir des liens de communication étroits avec les États-Unis en vertu du *Plan d'intervention conjoint Canada-États-Unis en cas d'urgence radiologique* (PCC-FEMA 1996), et coordonner les offres d'aide internationale. Dans tous les cas, le gouvernement fédéral doit évaluer les impacts de l'urgence sur les programmes fédéraux et intervenir de manière pertinente; il a aussi la responsabilité primaire de résoudre les questions ayant trait aux contrôles des aliments, au transport international, aux relations internationales, ainsi qu'à la responsabilité et l'indemnisation.

# Les principes suivis dans l'établissement des niveaux d'intervention

Les principaux points à considérer dans l'établissement des niveaux d'intervention sont la protection de la santé publique, le maintien de la confiance du public ainsi que l'atteinte d'un résultat net positif lorsqu'il y a mise en oeuvre d'une contre-mesure. Comme il peut y avoir rejet de matières radioactives dans l'environnement au cours d'une urgence nucléaire, les doses auxquelles le public est exposé peuvent uniquement être réduites par la prise de mesures de protection visant à restreindre les activités normales. Cependant, de telles mesures peuvent présenter des risques additionnels. Chaque contre-mesure a son propre niveau d'intervention, étant donné que le risque qui l'accompagne est différent de celui qui accompagne les autres contre-mesures. Bien que les avantages et les risques prévus associés à chacune des contre-mesures soient pris en compte à l'étape de la planification, ils peuvent s'avérer différents au moment de leur mise en oeuvre. Les critères relatifs aux doses entraînant la mise en oeuvre des mesures de protection sont fondés sur les principes énoncés ci-après :

## **1. Éviter les effets déterministes et réduire les risques associés aux effets stochastiques, de sorte à établir des niveaux qui permettent d'assurer une protection adéquate de la santé publique à la suite d'une urgence nucléaire**

Les effets sur la santé associés à une exposition à des rayonnements ionisants peuvent être répartis en deux catégories principales, soit les effets déterministes (ou effets de seuil) qui sont liés à la mort cellulaire, et les effets stochastiques (ou effets sans seuil) qui sont liés à la modification de cellules. En règle générale, un effet déterministe, qui se manifeste par des nausées ou un syndrome aigu d'irradiation, ne se produit pas en-deçà d'un certain seuil de dose, habituellement 500 mSv ou plus. Une fois ce seuil dépassé, la gravité des effets augmente en fonction de la dose de radiation reçue. Un effet stochastique est un effet où aucun seuil présumé n'est établi et où la probabilité d'apparition d'un tel effet augmente de façon aléatoire en fonction de la dose de radiation reçue. Le présent document adhère aux conseils de la CIPR(1991) et ce faisant, tient compte de l'hypothèse d'une relation linéaire sans seuil.

Toutes les mesures de protection et contre-mesures ont pour objectif de prévenir l'apparition d'effets déterministes. Ainsi, tout doit être mis en oeuvre pour maintenir en deçà de 500 mSv les doses reçues au cours d'une période relativement courte. Les mesures de protection ont également pour objectif de limiter les effets stochastiques. Comme aucun seuil n'est établi pour ces effets, les mesures de protection visent à maintenir les doses au niveau le plus bas possible. Le cancer est le principal effet stochastique de l'exposition aux rayonnements. Le risque de cancer mortel à des doses élevées et concentrations élevées est d'environ 10 % par dose efficace de Sv; il est de 5 % par dose efficace de Sv à faible dose et faible concentration (<0,2 Gy, 0,1 Gy/h). Autrement dit, une personne qui reçoit une dose efficace de 100 mSv (0,1 Sv) voit son risque de développer un cancer mortel augmenter de 0,5 %.

## **2. Atteindre un avantage net positif**

Bien qu'elles permettent d'éviter les risques de rayonnement, les contre-mesures peuvent introduire d'autres risques. Par conséquent, les contre-mesures ne doivent être adoptées que si les bienfaits qu'elles entraînent dépassent les préjudices qu'elles peuvent causer. Les avantages des mesures d'intervention sont la réduction ou l'annulation de risques radiologiques et l'apaisement des craintes du public. Les risques comprennent le risque physique associé à la contre-mesure, les pertes économiques, les perturbations à caractère social et l'angoisse. Il est difficile de déterminer l'avantage net maximal que produit une contre-mesure en raison des incertitudes quant aux risques et avantages individuels et du fait que diverses approches sont utilisées. Toutefois, la réduction des risques radiologiques et l'assurance que procure la contre-mesure devrait plus que contrebalancer tout autre risque sociétal associé à la mesure elle-même. Par exemple, un ordre d'évacuation émis lors de phénomènes météorologiques violents peuvent occasionner un risque plus élevé par suite d'un accident de transport ou autre danger connexe que le risque radiologique même que l'on prévoit éviter. Bien qu'il importe de tenir compte du coût économique associé à une contre-mesure, le présent document ne tient pas compte d'analyses coûts-avantages rigoureuses.

Un aspect important de l'avantage global d'une contre-mesure est l'assurance du public que procure ladite contre-mesure. Les accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl ont révélé que le stress psychologique découlant de ces accidents avait un impact important sur la santé (Eisenbud et Gesell 1997). Le public doit recevoir l'assurance des autorités que la situation est maîtrisée et que toute mesure de précaution raisonnable a été prise en vue de protéger leur santé.

### **3. Établir les niveaux d'interventions en fonction d'une dose évitée plutôt que d'une dose projetée**

Outre les mesures de précaution automatiques fondées sur l'état de l'installation ou d'autres indicateurs de la gravité d'un accident, les décisions concernant la mise en oeuvre des contre-mesures sont fondées sur des projections de doses de radiation pouvant être reçues par la population par suite d'une urgence. La dose *projetée* est la dose de radiation qui est prévue lorsqu'aucune mesure de protection n'est envisagée. La dose *évitée* est la différence entre la dose projetée et la dose *résiduelle* qui se produirait même si une mesure de protection était effectuée. Les organismes internationaux (CIPR 1993; AIEA 1994, 1996) recommandent habituellement d'établir les critères relatifs aux mesures de protection en fonction de la dose évitée comme meilleure façon d'accroître l'avantage des mesures de protection. Le recours à une dose évitée donne aux autorités une certaine latitude leur permettant d'équilibrer les avantages et les risques associés à une intervention. Toutefois, la projection de la dose évitée peut être plus complexe et sujette à de plus grandes incertitudes (p. ex., en raison d'incertitudes quant à l'efficacité de la mise à l'abri ou de l'administration d'iode stable). La dose évitée est très utile dans la planification d'urgence, mais elle peut ne pas être pratique dans une situation d'intervention. Il existe de nombreuses situations où la dose projetée peut s'avérer une mesure utile :

- Si la dose projetée approche le niveau d'intervention associée à une mesure de protection donnée, elle peut servir de facteur déclencheur permettant ainsi à l'autorité responsable de commencer à envisager la mesure en question.
- Si la mesure envisagée peut permettre d'éviter la dose au complet (p. ex., l'évacuation avant le rejet radioactif), la dose évitée est alors égale à la dose projetée.
- Lorsque des incertitudes quant à la dose évitée pourraient retarder la prise d'interventions appropriées, les mesures fondées uniquement sur la dose projetée assureront en général que les autorités agissent avec prudence et que le public est protégé de manière adéquate.

### **4. Établir les niveaux d'intervention en fonction des doses se rapportant au groupe de la population le plus sensible**

En général, les contre-mesures doivent s'appliquer à l'ensemble de la population dans la zone touchée, et non seulement à des individus ou à des groupes d'âge particuliers. Toutefois, aucun groupe démographique n'est homogène et, bien qu'il soit jugé inapproprié de recourir à des hypothèses extrêmes dans le calcul de la dose évitée, il est raisonnable d'accorder la priorité en matière de protection aux groupes d'âge les plus sensibles dans les situations d'urgence. Par conséquent, les niveaux d'intervention doivent être comparés aux doses évitées calculées pour les groupes démographiques les plus sensibles ou susceptibles, soit les enfants. La plupart des membres du public s'attendent, de fait, que les mesures de protection protègent expressément les enfants. Les coefficients de dose établis en fonction de l'âge se rapportant à différentes voies d'exposition sont facilement accessibles (CIPR 1996; Santé Canada 1999).

Il importe cependant de noter que les contre-mesures sont plus efficaces lorsqu'elles sont mises en oeuvre en temps opportun. Si les projections de dose ne sont disponibles que pour un seul groupe d'âge (p. ex., les adultes), les décisions prises doivent alors être fondées sur ces données. Compte tenu des incertitudes quant aux projections de dose et du degré de prudence dont il est tenu compte dans les modèles d'évaluation, cette démarche ne doit pas introduire un risque inacceptable pour un groupe d'âge donné. Quel que soit le groupe d'âge utilisé pour l'évaluation de la dose, les contre-mesures doivent s'appliquer à l'ensemble de la population dans la zone touchée.

### **5. Établir un seul niveau d'intervention pour chacune des contre-mesures**

Ces directives ont pour objet de faciliter la prise de décision dans toute situation d'urgence. Par conséquent, seule une valeur de dose, plutôt qu'une fourchette de doses, est indiquée pour chacune des contre-mesures, afin d'éviter toute incertitude ou indécision à l'égard de la mise en oeuvre des contre-mesures. Comme il a été mentionné précédemment, les avantages et risques associés à chaque contre-mesure à l'étape de la planification peuvent être différents au moment de la mise en oeuvre. Une autorité responsable doit toujours exercer son pouvoir discrétionnaire et faire preuve de jugement lorsqu'elle décide de mettre en oeuvre une mesure en particulier. De plus, il est plus facile d'établir une série de valeurs de référence normalisées lorsque le nombre de contre-mesures et de niveaux de dose sont limités. Les niveaux se rapportant aux mesures précises, y compris les niveaux d'interventions opérationnelles, peuvent varier selon le site ou selon

les scénarios d'accident et ce, même lorsqu'ils sont fondés sur les mêmes niveaux d'interventions de référence. Par conséquent, les mesures de protection envisagées dans le présent document se limitent à celles-ci : la mise à l'abri, l'évacuation, la réinstallation, la prophylaxie par l'iode et les contrôles alimentaires. Il appartient aux autorités locales ou provinciales d'élaborer des mesures complémentaires et des indications plus détaillées.

#### **6. Se conformer aux pratiques internationales et, notamment, aux niveaux d'interventions génériques recommandés par l'Agence internationale d'énergie atomique**

La confiance publique est mieux servie lorsque les diverses compétences adoptent des approches semblables pour établir les niveaux d'intervention. L'Agence internationale d'énergie atomique présente une telle approche dans ses Normes fondamentales de radioprotection 1996, qui sont fondées sur le document ayant précédé ces normes et intitulé « Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency » (AIEA 1994). Ce document de l'AIEA fait état des recommandations génériques relatives aux critères d'intervention en cas d'urgence face à une exposition. Les normes de l'AIEA sont coparainnées par plusieurs organismes de radioprotection et représentent un consensus international sur les critères appropriés en matière de radioprotection. Les recommandations génériques de ces organismes reposent sur les principes suivants : 1) commencer prioritairement par une intervention qui vise à prévenir l'apparition d'effets immédiats sur la santé; 2) prendre les mesures de protection qui permettent de prévenir l'apparition d'effets à retardement sur la

santé au moment où celles-ci seront plus bénéfiques que nuisibles pour la population touchée; 3) introduire ces mesures et y mettre fin à un niveau qui permet d'obtenir l'avantage net maximal pour la population. Ces principes concordent avec ceux énoncés ci-dessus et peuvent donc servir de point de départ pour l'établissement d'indications nationales. Les recommandations de l'AIEA ont fait l'objet d'un examen pour déterminer leur applicabilité et leur pertinence dans le contexte canadien. Quoiqu'il puisse y avoir un écart entre les normes canadiennes et les recommandations de l'AIEA, la concordance entre les principes qui sous-tendent les niveaux d'intervention demeure. L'Annexe A présente une discussion plus détaillée des conseils de l'AIEA en matière d'intervention.

Les niveaux d'intervention génériques ne tiennent pas compte de facteurs inhérents au site ou à l'accident. En outre, il peut y avoir des situations où les niveaux d'intervention normalement utilisés ne seraient pas appropriés. Par exemple, l'évacuation prévue au niveau approprié dans des circonstances normales ne serait pas approprié si des conditions météorologiques dangereuses existaient, lorsque la présence d'un autre désastre ou d'autres circonstances rendraient la mesure de protection peu pratique ou dangereuse. Compte tenu des incertitudes et de la variabilité inhérentes à leur établissement, l'AIEA juge que les niveaux d'intervention génériques, présentés dans le Tableau A.1, offrent une protection qui serait justifiée et raisonnablement optimisée dans le cas d'un vaste éventail de situations d'urgence.

## Niveaux d'intervention recommandés selon les contre-mesures adoptées

Les points essentiels à considérer pour l'établissement des niveaux d'intervention sont la protection de la santé publique, le maintien de la confiance du public ainsi que l'atteinte d'un résultat net positif. Dans les présentes lignes directrices, les possibilités de risques par rapport aux avantages ont été abordées de manière intuitive plutôt qu'en ayant recours à des analyses quantitatives rigoureuses. Les niveaux d'intervention présentés ci-après font état des fourchettes de valeurs pour lesquelles on prévoit que les avantages ou la contre-mesure est censé surpasser les risques. Conformément aux principes de base, une seule valeur représentative a été sélectionnée de chacune des fourchettes à titre de niveau d'intervention pour chaque contre-mesure. Les recommandations de l'AIEA (1996) ont été utilisées comme point de départ pour cette étude.

### Mise à l'abri

#### *Qu'est-ce que la mise à l'abri?*

La mise à l'abri est l'ordre de demeurer à l'intérieur et de garder les portes et les fenêtres fermées, sans faire fonctionner les systèmes de ventilation, pendant une courte période (soit de quelques heures à deux jours).

#### *Quel est le but de la mise à l'abri?*

Le but de la mise à l'abri est d'éviter l'inhalation et l'exposition externe à des doses provenant principalement du passage du panache radioactif et des matières radioactives déposées sur le sol.

La mise à l'abri peut réduire les doses de particules inhalées par un facteur d'environ deux (AIEA 1994), mais cet avantage se perd après quelques heures en raison de l'échange d'air graduel entre l'extérieur et l'intérieur. La réduction des doses de vapeurs inhalées (p. ex., iode radioactif élémentaire) est négligeable (NRPB 1990). Les immeubles en briques et les grandes structures commerciales permettent une réduction des doses provenant du panache radioactif, qui peut atteindre un ordre de grandeur.

#### *Quand la mise à l'abri serait-elle mise en oeuvre?*

La mise à l'abri peut être une mesure de protection efficace dans une situation aiguë, mais elle n'est pas censée être utilisée pendant plus de deux jours environ.

Dans la zone proche, le manque de temps pour prendre des décisions et les mettre à exécution peut imposer la prise rapide de mesures de précaution, même lorsqu'on dispose de peu d'information sur l'accident. Par conséquent, on peut entreprendre la mise à l'abri avant que survienne le rejet comme tel, soit seule ou en association avec la prophylaxie à l'iode et l'évacuation de précaution.

Après le rejet de matières radioactives, la mise à l'abri, mise en oeuvre isolément, est surtout efficace contre :

- les rejets comportant principalement des gaz nobles (c.-à-d. des radio-isotopes à période courte);
- les rejets qui entraîneraient des doses relativement faibles;
- les situations où une évacuation ne pourrait être exécutée dans le délai prévu ou ne serait pas possible (c.-à-d. le mauvais temps).

La mise à l'abri peut également être combinée à d'autres contre-mesures, par exemple, en vue de permettre une évacuation ordonnée ou l'administration d'iode stable. Les autorités responsables des interventions d'urgence fournissent de l'information sur la situation ainsi que des instructions supplémentaires par les voies de communication établies.

#### *Quelles sont les considérations liées aux risques/avantages?*

La mise à l'abri est considérée comme une mesure moins perturbatrice et moins coûteuse que l'évacuation, mais elle peut exposer les gens aux rayonnements. Même si la perturbation sociale et les coûts augmentent en fonction de la durée de la mise à l'abri, les risques physiques de cette mesure sont peu susceptibles d'être importants. Étant donné les risques et les coûts moins élevés qui y sont rattachés, cette mesure est justifiée à des doses correspondant à environ un ordre de grandeur de moins que pour l'évacuation.

#### *Quel niveau d'intervention l'AIEA recommande-t-elle pour la mise à l'abri?*

Selon l'AIEA (1994), la mise à l'abri est généralement justifiée et maximisée si la dose évitée est d'environ 1,5 à 6 mSv/jour, ou de 3 à 12 mSv sur une période maximale de deux jours. L'AIEA a choisi la valeur de 10 mSv en deux jours afin de tenir compte des coûts, des risques et des inconvénients associés à la mise à l'abri, quelle qu'en

soit la durée. Toutefois, si la mise à l'abri devait durer quelques heures seulement, elle pourrait être mise en oeuvre pour éviter une dose plus faible, à condition de pouvoir se justifier.

### ***Quel niveau d'intervention Santé Canada recommande-t-il pour la mise à l'abri?***

La mise à l'abri est recommandée si elle permet d'éviter une dose d'au moins 5 mSv sur une période d'un jour. Cette valeur est conforme à la recommandation de l'AIEA, qui est de 10 mSv sur deux jours, mais elle tient compte du fait que l'efficacité de la mise à l'abri est grandement réduite après environ un jour. De plus, les scénarios où la mise à l'abri d'une durée de plus d'un jour serait efficace sont susceptibles de comporter une contamination du sol par des radionucléides à période courte, pour laquelle des mesures d'évacuation seraient plus appropriées. Une dose de 5 mSv comporte un risque à vie de cancer mortel de 1 sur 4 000 (selon l'hypothèse d'une relation linéaire sans seuil), ou de 1 sur 2 750 si l'on inclut les cancers non mortels et les effets héréditaires. Un ordre de mise à l'abri émis pour éviter une dose de beaucoup inférieure à 5 mSv n'est clairement pas justifié, puisque l'exposition annuelle aux rayonnements naturels se situe entre 2 et 3 mSv/année (NCRP 1987). Toutefois, il importe de considérer les situations où des segments de population ciblés pourraient nécessiter un niveau d'intervention plus élevé, par exemple le personnel essentiel dans l'industrie, dont l'absence pourrait entraîner des problèmes de sécurité.

### ***Quand l'ordre de mise à l'abri devrait-il être levé?***

Lorsqu'une mesure de protection a été ordonnée, les responsables de la gestion de l'urgence doivent surveiller la situation de manière constante, pour s'assurer qu'elle demeure appropriée. Aux phases initiale et intermédiaire de l'intervention, il faut obtenir que des experts évaluent l'accident, les conditions météorologiques et les résultats du contrôle environnemental, ainsi que les facteurs économiques et sociaux.

Un ordre de mise à l'abri ne devrait pas dépasser deux jours : c'est la période maximale que l'on peut imposer à la population. Au delà de cette période, elle peut avoir besoin de provisions ou vouloir s'échapper d'une situation de confinement et de stress. Après avoir reçu confirmation que le panache radioactif est passé et que les concentrations atmosphériques extérieures ont baissé, il importe de donner aux gens la directive d'ouvrir les abris et de rétablir la ventilation afin de réduire les quantités de particules aéroportées à l'intérieur. Si les niveaux de rayonnement extérieurs sont toujours élevés après deux jours, il se peut qu'on doive encore envisager des mesures d'évacuation. Un niveau de rayonnement persistant de plus de

5 mSv/jour pourrait facilement s'approcher du critère d'évacuation de 50 mSv sur sept jours ou peut-être du critère de réinstallation si des rejets continus sont prévus.

## **Évacuation**

### ***Qu'est-ce qu'une évacuation?***

L'évacuation est l'éloignement de la population ou d'une partie de la population d'une zone qui a été ou pourrait être contaminée par des substances radioactives. Cette contre-mesure consiste à ordonner aux personnes touchées de quitter une région ou zone particulière rapidement, mais de manière contrôlée, pour une période limitée (jusqu'à une semaine). L'évacuation ne devrait pas durer plus d'une semaine environ. On ne procède généralement pas à une évacuation pendant le passage du panache. En pareille situation, on a provisoirement recours à la mise à l'abri. Dans certains cas, cette contre-mesure peut être mise en oeuvre pendant le rejet si le nombre de personnes touchées est faible et que l'opération peut se dérouler en toute sécurité.

### ***Quel est le but de l'évacuation?***

L'évacuation a pour but d'éviter une courte exposition à des doses élevées provenant principalement du panache radioactif (exposition externe et inhalation) et des radionucléides déposés sur le sol (exposition externe).

### ***Quand l'évacuation serait-elle mise en oeuvre?***

L'évacuation offre la possibilité d'éviter la plupart ou toutes les doses lorsqu'elle est mise en oeuvre au cours de la phase préalable au rejet. Il s'agit d'une contre-mesure efficace permettant de réduire les expositions dans les cas où l'on ne peut déterminer l'ampleur ou la durée du rejet. En outre, une fois le rejet terminé, l'évacuation permet de réduire l'exposition aux radionucléides qui se sont déposés au sol.

Dans la zone proche, le manque de temps pour prendre des décisions et les mettre à exécution peut imposer la prise rapide de mesures de précaution, même lorsqu'on dispose de peu d'information sur l'accident. Par conséquent, on peut entreprendre l'évacuation parallèlement à une mise à l'abri préventive et à une prophylaxie par l'iode, même en présence d'une simple menace de rejet.

### ***Quelles sont les considérations liées aux risques/avantages?***

L'évacuation représente la mesure de protection la plus perturbatrice. Les risques et inconvénients inhérents à cette mesure comprennent les accidents de transport, l'angoisse, la séparation des membres de la famille et l'exposition éventuelle à des conditions atmosphériques particulièrement mauvaises ou à des désastres concurrents. Toutefois, l'expérience acquise dans le cadre

d'autres situations d'urgence a révélé que l'évacuation d'un nombre important de personnes peut être effectuée de manière sûre et ordonnée. Les États-Unis ont une expérience reconnue dans l'évacuation de personnes dans les régions menacées par les ouragans. De fait, un nombre important d'évacuations sont effectuées tous les ans dans ce pays, avec peu ou pas d'accidents (NRC 1998). L'expérience canadienne de l'évacuation effectuée à Mississauga, en Ontario, en 1979 est pertinente dans ce contexte (PCC 1990). Devant la menace d'une fuite de chlore gazeux par suite du déraillement d'un wagon citerne, 225 000 personnes ont été évacuées sans qu'aucun accident ne survienne. L'existence de réseaux complexes d'autoroutes autour de la plupart des grandes villes d'Amérique du Nord, jumelée au fait que la plupart des personnes disposent d'une auto, rend l'évacuation tout à fait réalisable sur ce continent. En conséquence, en présence de conditions favorables et avec une planification et une préparation adéquates, l'évacuation d'un nombre important de personnes peut être réalisée de manière sûre et ordonnée, avec peu de risques et de perturbations.

#### ***Quel niveau d'intervention l'AIEA recommande-t-elle pour l'évacuation?***

Selon l'AIEA(1994), l'évacuation est généralement justifiée et maximisée si la dose évitée dépasse 3-12 mSv/jour. La durée doit être assez longue pour que les coûts initiaux et les risques soient justifiés. Il importe d'effectuer une comparaison prolongée avec la durée de la mise en oeuvre, mais pas prolongée au point qu'il devienne plus approprié de procéder à une réinstallation temporaire. Une période prévue d'une semaine donne lieu à des niveaux d'intervention variant entre 20 et 80 mSv/semaine. L'AIEA a choisi un niveau générique de 50 mSv. Si l'évacuation devait durer environ une journée, une dose inférieure à celle-ci pourrait être justifiée.

#### ***Quel niveau d'intervention Santé Canada recommande-t-il pour l'évacuation?***

Compte tenu des points énoncés plus haut, l'évacuation est recommandée si elle peut permettre d'éviter une dose d'au moins 50 mSv sur une période ne dépassant pas sept jours. Dans le cas d'une exposition à une dose de 50 mSv, le risque à vie d'être atteint d'un cancer mortel pour un membre du public est d'environ 1 sur 400. Si l'on tient compte des cancers non mortels et des facteurs héréditaires, ce risque passe à 1 sur 275 (CIPR 1991). En situation d'urgence, les décideurs peuvent choisir d'évacuer à des niveaux inférieurs si une telle mesure peut être menée à bien rapidement et facilement, si une faible proportion de

la population est touchée ou si la période d'évacuation s'annonce plus courte. Par contre, des complications pourraient survenir si les conditions météorologiques étaient défavorables au moment d'envisager l'évacuation. En pareil cas, le critère de dose pour l'évacuation peut être augmenté considérablement sans pour autant atteindre un seuil déterministe, quoiqu'il faille équilibrer le risque accru d'effets stochastiques et le risque physique associé à l'évacuation même.

#### ***Quand l'ordre d'évacuation devrait-il être levé?***

Lorsqu'une mesure de protection a été ordonnée, les responsables de la gestion de l'urgence doivent surveiller la situation de manière constante, pour s'assurer qu'elle demeure appropriée. Aux phases initiale et intermédiaire de l'intervention, il faut obtenir que des experts évaluent l'accident, les conditions météorologiques et les résultats du contrôle environnemental, ainsi que les facteurs économiques et sociaux.

On estime que sept jours représentent la période la plus longue pendant laquelle les gens peuvent être hébergés dans des abris temporaires. Les gens auraient le droit de réintégrer leurs domiciles si la dose évitable par suite d'une évacuation continue était inférieure à 10 mSv par mois. L'inconvénient qu'il y a à poursuivre l'évacuation (ou la réinstallation) est moins grand que celui qu'il y a à donner l'ordre d'évacuation initial. Toutefois, si les conditions ne permettaient pas la réintégration des domiciles au terme d'une semaine ou si une réévaluation de la situation révélait la persistance de niveaux élevés de radioactivité, la contre-mesure d'évacuation serait levée et on adopterait plutôt une mesure de réinstallation à plus long terme (voir la section ci-dessous).

## **Réinstallation**

#### ***Qu'est-ce que la réinstallation?***

Il s'agit de l'éloignement de la population d'une zone contaminée pendant une période de plusieurs semaines, mois ou même plus d'une année. La réinstallation est une contre-mesure distincte de l'évacuation; elle est une mesure de protection à plus long terme. Elle consiste à déplacer des personnes et leurs effets, depuis le domicile ou un centre d'hébergement vers d'autres installations où elles devront vivre entre quelques semaines et un an, en sachant qu'elles pourront réintégrer leur domicile tôt ou tard. Si une période de plus d'un an est indiquée, il convient d'envisager une réinstallation permanente.



***Quel est le but de la réinstallation?***

La réinstallation a pour but d'éviter l'exposition à des doses sur plusieurs semaines ou mois. Ces doses peuvent provenir de radionucléides qui se sont déposés au sol ou qui ont été remis en suspension et, dans les régions où les centrales nucléaires ont une enceinte de confinement en dépression, de radionucléides maintenus en suspension par une ventilation prolongée.

***Quand la réinstallation serait-elle être mise en oeuvre?***

La réinstallation survient habituellement au cours des phases intermédiaire et de rétablissement, et non au cours de la phase initiale d'une intervention. Des analyses d'échantillons environnementaux et un suivi environnemental plus poussé sont requis pour fournir l'information nécessaire à la prise de décisions concernant les mesures de protection à plus long terme.

En règle générale, la réinstallation serait considérée comme une prolongation de l'évacuation. Toutefois, elle pourrait également être adoptée comme contre-mesure entièrement distincte ou pourrait faire suite à un ordre de mise à l'abri. Par exemple, un accident pourrait entraîner un dépôt modéré de radionucléides à longue période, de sorte que le critère d'évacuation de 50 mSv sur sept jours ne serait pas dépassé, mais une dose dépassant 50 mSv sur un an serait envisageable. En pareil cas, un ordre de réinstallation pourrait être donné et ce, même en l'absence d'une évacuation initiale. Dans d'autres situations, il se peut que l'on sache au départ que les critères de réinstallation seront remplis, mais que l'on procède à la mise à l'abri ou à l'évacuation en premier afin de pouvoir prendre les arrangements nécessaires pour la réinstallation.

***Quelles sont les considérations liées aux risques/avantages?***

Comme l'évacuation, la réinstallation constitue une contre-mesure à caractère hautement perturbateur, mais l'échéance prolongée qui y est rattachée permet habituellement qu'elle se déroule de manière plus ordonnée et contrôlée que l'évacuation. Le risque physique associé à la réinstallation est donc moins élevé, mais les facteurs de stress et d'angoisse peuvent être élevés. La réinstallation place les gens dans une situation provisoire pendant une période indéterminée. Les coûts économiques associés à la réinstallation sont également importants, puisqu'il s'agit de reloger la population déplacée, de veiller à sa réintégration dans de nouvelles collectivités et écoles, et de lui offrir d'autres services sociaux. Cette mesure peut également comporter la réinstallation ou l'indemnisation de commerces et d'usines. Dans les présentes lignes directrices, il est présumé que la fourchette de doses évitées pour laquelle les avantages de la réinstallation dépassent les risques qui y sont rattachés est essentiellement la même que pour l'évacuation.

***Quel niveau d'intervention l'AIEA recommande-t-elle pour la réinstallation?***

L'AIEA (1994) a recommandé deux niveaux d'intervention distincts dans les cas de réinstallation : un pour la mise en oeuvre de la contre-mesure à des doses évitables de 10 à plusieurs dizaines de mSv pendant le premier mois, et une pour le retrait de la contre-mesure lorsque la dose évitée tombe en deçà de quelque dizaines mSv par mois. Les valeurs génériques de 30 et de 10 mSv/mois ont été choisies pour entreprendre la réinstallation et y mettre fin, respectivement. On précise deux niveaux, car entreprendre la réinstallation comporte relativement plus d'inconvénients que la poursuivre. En effet, les valeurs pour le premier mois comprennent les frais de transport engagés à l'aller et au retour, tandis que les valeurs pour les mois suivants excluent ces frais. Si on ne prévoit pas que les doses tomberont à moins de 10 mSv/mois sur une période d'un an ou deux, il faut alors envisager la réinstallation permanente (AIEA 1996). Dans le cas des niveaux d'intervention génériques associés à la réinstallation, l'AIEA a exclu les facteurs de perturbation sociale et de réassurance, précisant toutefois que les deux peuvent s'avérer importants dans le processus de prise de décisions.

***Quel niveau d'intervention Santé Canada recommande-t-il?***

La réinstallation devrait être envisagée si elle permet d'éviter une dose d'au moins 50 mSv pour une période ne dépassant pas un an suivant la date de l'évaluation. La différence entre le critère initial de 50 mSv/année recommandé ici et le critère de 30 mSv/mois recommandé par l'AIEA est plus apparente que réelle. En raison de la désintégration rapide des radionucléides à période courte, une fraction importante d'une dose annuelle de 50 mSv serait délivrée pendant le premier mois.

***Quand l'ordre de réinstallation devrait-il être levé?***

Lorsqu'une mesure de protection a été ordonnée, les responsables de la gestion de l'urgence doivent surveiller la situation de manière constante, pour s'assurer qu'elle demeure appropriée. Il faut obtenir que des experts évaluent les niveaux de contamination ainsi que les facteurs économiques et sociaux. La durée de la réinstallation est variable. Après un certain temps, on dispose de prévisions plus précises concernant la dose. On peut mettre un terme à la réinstallation lorsque la dose évitable tombe au-dessous de 50 mSv/année et de 10 mSv/mois (soit au même niveau que pour mettre fin à une évacuation de courte durée). Il y a moins d'inconvénient à poursuivre une réinstallation qu'à l'ordonner initialement.

Toutefois, si les conditions de rayonnement exigent que la période de réinstallation temporaire soit prolongée au delà d'un an, la réinstallation devient alors permanente. La CIPR et l'AIEA (CIPR 1993, AIEA 1994) ont toutes

deux établi une limite de dose à vie de 1000 mSv pour la réinstallation permanente. Une telle considération dépasse le cadre du présent document, lequel traite uniquement des contre-mesures à court et à moyen terme. Au moment de l'urgence, il se peut qu'il soit impossible de prévoir la dose à vie dans la zone touchée. Il se peut aussi qu'une telle prévision ne puisse être effectuée qu'au terme de la première année.

## **Prophylaxie par iode stable**

### ***Qu'est-ce que la prophylaxie par iode stable?***

La prophylaxie par iode stable consiste à prendre de l'iode de potassium par voie orale conformément à des instructions précises, lorsque l'air extérieur est susceptible de contenir de grandes quantités d'iode radioactif. Cette mesure bloque l'absorption par la glande thyroïde de l'iode radioactif.

### ***Quel est le but de la prophylaxie par iode stable?***

La prophylaxie par iode stable a pour but de réduire le risque de cancer de la thyroïde. Elle protège la glande thyroïde en réduisant ou en prévenant l'absorption d'iode radioactif. L'iode radioactif relâché lors d'une urgence nucléaire peut pénétrer dans l'organisme par inhalation d'air contaminé ou par ingestion d'aliments contaminés, surtout par la voie herbe vache lait. Une fois dans le sang, environ 20 % de l'iode est absorbé par la thyroïde, où il sert à fabriquer des hormones essentielles au métabolisme. La thyroïde ne peut distinguer l'iode stable et l'iode radioactif, et elle est particulièrement sensible aux rayonnements bêta et gamma des radio-isotopes de l'iode, plus particulièrement l'iode 131. Ce radionucléide est rapidement éliminé du reste de l'organisme, mais son élimination de la glande thyroïde est efficacement contrôlée par sa période radioactive de huit jours. En irriguant la thyroïde avec de l'iode stable à environ 100 fois la dose quotidienne normale, on permet un blocage de l'absorption d'iode subséquente de plusieurs façons – en saturant le mécanisme de transport de l'iode, en augmentant la période de fixation de l'iode déjà présent dans la thyroïde, en empêchant la recirculation de l'iode et en interrompant temporairement la production d'hormones thyroïdiennes.

L'exposition à l'iode radioactif peut entraîner à la fois des effets déterministes (hypothyroïdie et thyroïdite aiguë) et des effets stochastiques (cancer de la glande thyroïde et nodules thyroïdiens bénins). Des renseignements plus détaillés sur les effets et les risques ont été publiés dans bon nombre d'ouvrages (GCM 1995, OMS 1989, OMS 1999). Le risque de cancer par suite de l'exposition de la thyroïde aux rayonnements est plus élevé chez les enfants et diminue avec l'âge.

### ***Quand serait-elle mise en oeuvre?***

Stable iodine administration is recommended for the reduction of doses from inhalation when a release of radioiodines is expected. Iodine administration should not be regarded as a stand-alone countermeasure, as it protects against only one exposure pathway and one radionuclide. It is most effective when used in conjunction with other countermeasures (sheltering, evacuation), however the manner of implementation of this countermeasure must not delay implementation or reduce the effectiveness of these other countermeasures.

L'administration d'iode stable est recommandée pour réduire les doses consécutives à l'inhalation lorsqu'un rejet d'iode radioactif est susceptible de se produire. L'administration d'iode ne doit pas être envisagée comme contre-mesure autonome, puisqu'elle offre une protection uniquement contre une voie d'exposition et un radionucléide. Cette contre-mesure est plus efficace lorsque'elle est mise en oeuvre conjointement avec d'autres contre-mesures (telles la mise à l'abri, l'évacuation); toutefois, le mode de mise en oeuvre de cette contre-mesure ne doit pas retarder les autres contre-mesures ni réduire leur efficacité.

L'efficacité de la prophylaxie par iode stable dépend en grande partie de la possibilité de l'administrer dans la période qui précède immédiatement l'exposition ou le plus tôt possible après les rejets radioactifs dans l'atmosphère. Il appartient aux autorités locales ou provinciales de décider de la distribution précoce de comprimés d'iode stable, et une telle décision doit être prise en tenant compte des conditions qui sont particulières au site et de la manière dont les plans d'urgence pour l'ensemble des contre-mesures initiales doivent être mis en oeuvre.

La distribution précoce de tels comprimés comporte à la fois des avantages et des risques. Parmi les avantages, la population a accès immédiatement aux comprimés, au cas où elle serait appelée à les prendre rapidement. Les gens ne seraient pas obligés de quitter leurs domiciles ou lieux de travail, un tel déplacement pouvant occasionner des risques d'exposition ou encore nuire à la mise en oeuvre des autres contre-mesures. Toutefois, il peut arriver que les gens perdent les comprimés, les égarent ou ne les aient pas avec eux au moment de l'urgence. Par ailleurs, certaines personnes peuvent opter pour l'automédication et ce, même si les conditions ne justifient pas l'administration d'iode stable. À cet égard, il importe d'émettre une mise en garde contre l'automédication à la teinture d'iode, étant donné que cette substance est toxique.

La distribution précoce peut être envisagée pour les populations dispersées de régions rurales, où des problèmes de logistique pourraient survenir après la déclaration de l'urgence. Si l'on compte procéder à une distribution après l'urgence, il importe alors d'avoir des quantités

adéquates d'iode stable dans des endroits pratiques, soit les hôpitaux, les cliniques, les centres d'accueil, les écoles, les postes de police et les postes d'incendie à proximité d'une installation nucléaire. Les travailleurs d'urgence devraient également avoir des comprimés d'iode stable ou du moins savoir où ils peuvent s'en procurer rapidement. De plus, les pharmacies locales devraient en avoir en stock et les pharmaciens peuvent les distribuer sur ordre de l'autorité responsable.

#### **Quelles sont les considérations liées aux risques/avantages?**

On s'attend à ce que les risques et avantages de la prophylaxie par iode stable soient semblables à ceux de la mise à l'abri et à ce qu'il y ait un minimum de perturbations et d'effets secondaires. Selon l'expérience qu'a connue la Pologne au moment de l'accident de Tchernobyl (Nauman et Wolff 1993), l'administration de plus de 17 millions de doses, y compris 10 millions à des enfants, n'a occasionné aucun décès; seuls deux cas de réactions allergiques graves ont été signalés, et tous deux ont pu être traités. Le régime alimentaire canadien typique a une teneur assez élevée en iode stable, ce qui réduit ces risques.

#### **Quel niveau d'intervention l'AIEA recommande-t-elle pour la prophylaxie par iode stable?**

En établissant ses recommandations à l'égard de la prophylaxie par iode stable, l'AIEA (1994) a noté qu'en raison des différents niveaux d'inconvénient associés aux rayonnements et des risques associés aux contre-mesures, le niveau d'intervention optimal chez les enfants en bas âge est habituellement une dose évitable de quelques mGy. Chez les personnes âgées, le niveau optimal est de quelques centaines de mGy. La valeur choisie pour un niveau d'intervention générique est de 100 mGy à la thyroïde.

Pour des raisons pratiques, une seule valeur est donnée et celle-ci figure au sommet de la fourchette des niveaux optimisés, conformément aux recommandations de la CIPR (1993). Toutefois, l'AIEA recommande aux autorités nationales de s'assurer que leurs propres recommandations sont conformes à leur niveau de préparation d'urgence.

#### **Quel niveau d'intervention Santé Canada recommande-t-il pour la prophylaxie par iode stable?**

Les questions opérationnelles ayant trait à l'administration d'iode stable relèvent des provinces et des municipalités. Le présent document fait état des critères de dose et des lignes directrices précises pour l'utilisation d'iode stable, au cas où l'autorité responsable déciderait de mettre en oeuvre cette contre-mesure. Les recommandations sont les suivantes :

Il est recommandé de procéder à l'administration d'iodure de potassium pour l'ensemble de la population se trouvant dans la région touchée, selon les niveaux de dose préconisés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS 1989), si cette mesure permet d'éviter une dose à la thyroïde d'au moins 100 mSv. Les niveaux de dose recommandés par la United States Food and Drug Administration (FDA 2001) sont un peu différents que ceux de l'OMS, mais ils sont aussi acceptables. Le tableau 1 présente les quantités recommandées selon l'âge. Les raisons qui justifient d'administrer de l'iode stable pour éviter une dose de 100 mSv à la thyroïde sont expliquées brièvement ci-après :

- Il est possible d'éviter 90 % ou plus de la dose à la thyroïde si un avertissement suffisant, soit plusieurs heures avant l'exposition, est donné de procéder à l'administration d'iode stable. Cette mesure peut réduire considérablement le risque de cancer thyroïdien.

**Tableau 1 :**  
**Quantités recommandées d'iode stable selon l'âge**

Groupe d'âge	Quantité recommandée d'iode élémentaire (mg) <sup>1</sup>	Dose correspondante d'iodure de potassium (KI) (mg)
Adultes et adolescents <sup>2</sup> (12 ans et plus)	100	130
Enfants (3 – 12 ans)	50	65
Bébés (1 mois – 3 ans)	25	32
Nouveau-nés (< 1 mois)	12,5	16

<sup>1</sup> Un comprimé de 65 mg d'iodure de potassium (KI) contient 50 mg d'iode.

<sup>2</sup> Pour simplifier la distribution et l'administration d'iodure de potassium la United States Food and Drug Administration a recommandé une dose de 65 mg aux enfants d'âge scolaire (jusqu'à 18 ans). Une dose de 130 mg est recommandée aux adolescents entre 12 et 18 ans qui ont à peu près la taille d'une adulte.

- Les effets secondaires liés à la prophylaxie par iode stable sont minimes.
- Lorsque les autorités mettent tout en oeuvre pour prendre des contre-mesures concrètes et précises, elles augmentent les possibilités de rétablir la confiance du public et de réduire l'angoisse. Comme l'administration d'iode stable en temps opportun permet d'éviter pratiquement toute la dose liée à l'inhalation d'iode radioactif, l'assurance que procure cette mesure devrait contrebalancer toute réaction d'angoisse pouvant y être rattachée.
- Les avantages et les risques de la prophylaxie par iode stable sont susceptibles d'être les mêmes que ceux associés à la mise à l'abri, avec des perturbations ou des effets secondaires minimes. Selon le facteur de pondération des tissus de 0,05 pour la glande thyroïde (CIPR 1990), le risque de cancer associé à une dose à la thyroïde de 100 mSv est équivalent au risque associé à une dose effective au corps entier de 5 mSv, lequel constitue le niveau d'intervention pour la mise à l'abri.
- Pour des raisons pratiques, un seul niveau d'intervention de 100 mSv est recommandé pour tous les groupes d'âge, ce qui est conforme aux recommandations formulées par l'AIEA.

#### ***Quand l'ordre de prophylaxie par iode stable est-il levé?***

Il est mis fin à l'administration d'iode stable lorsque l'air extérieur ne contient plus de quantité importante d'iode radioactif. Les doses sont limitées dans le cas des femmes enceintes et allaitantes ainsi que des nouveau-nés. Il existe également des contre-indications précises à l'utilisation de l'iode stable.

## **Contrôles alimentaires**

### ***Que sont les contrôles alimentaires?***

Les contrôles alimentaires sont des restrictions applicables à la vente d'aliments contaminés par des substances radioactives.

### ***Quel est le but des contrôles alimentaires?***

Les contrôles alimentaires ont pour but d'éviter les doses provenant de l'ingestion d'aliments qui ont été contaminés par des substances radioactives à la suite d'une urgence nucléaire. En vertu de la *Loi sur les aliments et drogues* (Santé Canada 1981/1998), le gouvernement fédéral a la responsabilité première de veiller à la sécurité de tous les aliments offerts en vente au Canada et le pouvoir d'interdire la vente d'aliments jugés impropres à la consommation. Les lignes directrices en matière d'intervention pour les aliments contaminés sont analysées dans le document

« Lignes directrices sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire » (Santé Canada 2000). Un résumé est donné ci-après.

### ***Quel est le fondement des niveaux d'intervention de Santé Canada?***

Les lignes directrices en matière de contrôles alimentaires sont fondées sur la notion de limite des risques et sur les objectifs de la *Loi sur les aliments et drogues* (Santé Canada 1981/1998). Les lignes directrices reconnaissent le besoin de maintenir la sécurité de l'approvisionnement en aliments commerciaux et de conserver la confiance du public. Elles ont été élaborées à la suite d'une révision des recommandations actuelles sur les interventions publiées par divers organismes internationaux. Dans la mesure où la santé, la sécurité et la confiance du public canadien sont protégées, les lignes directrices ont pris en considération les recommandations de la Commission FAO/OMS du Codex Alimentarius (FAO/OMS 1995) relatives au commerce international des denrées alimentaires.

### ***Quel niveau d'intervention Santé Canada recommande-t-il pour les contrôles alimentaires?***

Le niveau d'intervention pour les contrôles alimentaires a été fixé à 1 mSv pour chacun des trois groupes alimentaires (lait frais, autres aliments et boissons commerciaux et eau potable publique). Le niveau d'intervention est d'environ 3 mSv pour l'ensemble du régime, réparti proportionnellement entre les trois groupes alimentaires. Le niveau d'intervention a été utilisé pour obtenir les concentrations de radionucléides spécifiques dans les aliments qui entraîneraient une dose de 1 mSv par groupe alimentaire (seuil d'intervention). Ces seuils d'intervention représentent les critères fondamentaux servant à la sélection d'aliments à la suite d'une urgence nucléaire et sont conformes aux lignes directrices de la Commission du Codex Alimentarius (FAO/OMS 1995).

Le risque à vie hypothétique d'un cancer mortel et d'effets non mortels associés à une dose de 1 mSv est d'environ 7 sur 100 000, d'après le coefficient de risque selon la population de la CIPR (1991). Si les trois groupes alimentaires dans le régime de référence étaient continuellement contaminés aux niveaux des mesures de protection, la dose efficace reçue des aliments commerciaux et de l'eau publique serait de l'ordre de 3 mSv dans la première année suivant une urgence, ce qui donne un risque à vie d'environ 22 sur 100 000. La dose efficace annuelle attribuable à la contamination dans les années suivant l'urgence est susceptible d'être considérablement moins élevée que celle reçue dans la première année et atteindrait des niveaux naturels en quelques années après un accident important.

# Comparaisons avec les recommandations d'autres organismes

Les niveaux d'intervention canadiens recommandés pour les contre-mesures à la suite d'une urgence nucléaire sont résumés dans le tableau 2 ci-dessous. Les recommandations émises par d'autres organismes sont présentées en détail à l'annexe A et sont accompagnées de références. Les recommandations de l'AIEA sont publiées dans les Normes fondamentales de radioprotection (AIEA 1996), dont le but est d'établir des exigences de base en matière de radioprotection, mais qui sont généralement non contraignantes pour les organismes nationaux. Les lignes directrices énoncées dans le présent document sont conformes aux recommandations de l'AIEA avec quelques différences en ce qui a trait aux critères de mise à l'abri et de réinstallation, lesquelles sont jugées plus appropriées au contexte canadien.

Le critère de mise à l'abri de 5 mSv en un jour est conforme à la recommandation de l'AIEA, qui est de 10 mSv en deux jours et à la valeur québécoise de 5 mSv à l'étape initiale de l'accident. Il s'inscrit dans l'intervalle

1-10 mSv des lignes directrices ontariennes et correspond à la valeur inférieure des lignes directrices de l'EPA.

L'adoption d'une limite d'évacuation de 50 mSv en 7 jours est généralement conforme aux recommandations des provinces canadiennes et des États-Unis (voir l'annexe A pour une explication détaillée des lignes directrices des États-Unis). La Safety Series 109 de l'AIEA (1994) recommande une dose évitée de 50 mSv comme valeur optimisée générique servant à l'évacuation. L'adoption de cette ligne directrice ne créerait aucune incompatibilité grave avec les recommandations des provinces, des États-Unis ni la communauté internationale.

Le critère de 50 mSv/année pour la réinstallation est généralement conforme aux recommandations d'autres organismes. Certains ont simplement fixé des taux mensuels de dose, p. ex., 5-15 mSv/mois (CIPR 1993); 30 mSv dans le premier mois et 10 mSv dans les mois suivants (AIEA 1994). La dose de 50 mSv dans un an

**Tableau 2 :**  
**Niveaux d'intervention (mSv) recommandés par Santé Canada pour les contre-mesures à la suite d'une urgence nucléaire**  
**emergency et comparaisons avec les recommandations d'autres organismes.**

Organisme	Mise à l'abri (mSv)	Évacuation (mSv)	Réinstallation (mSv)	Dose stable (mSv-équivalent de dose engagé)	Contrôles alimentaires (mSv)
<b>Santé Canada*</b>	5 en 1 jour	50 en 7 jours	50/y	100	1(3)**
<b>Ontario</b>	1 – 10	10 – 100	20/année	100 – 1000	5
<b>Québec*</b>	5 pour la durée de la phase initiale	10 pour la durée de la phase initiale	20 pour la 1 <sup>er</sup> année	50	2 par catégorie d'aliments pour la 1 <sup>er</sup> année; 1 par catégorie d'aliments pour les années subséquentes
<b>Nouveau-Brunswick</b>		50		100	5
<b>É-U (EPA)</b>	5 – 50	10 – 50	50 à vie	250	5
<b>R-U (NRPB)*</b>	3 – 30	30 – 300		30 – 300	3
<b>AIEA (1994)*</b>	10 en 2 jours	50 en 7 jours	30/mois	100	5
<b>CIPR (1993)*</b>	5 – 50	50 – 500	5 – 15/mois	50 – 500	10

Nota : Toutes les doses sont exprimées en millisieverts (dose efficace), sauf indication contraire.

\* Les valeurs sont des doses évitées.

\*\* Réparti proportionnellement entre les trois groupes alimentaires, ou 1 mSv pour chaque groupe.

recommandée ici correspond à une moyenne de 4 mSv par mois, bien que la majorité de la dose serait probablement reçue dans les premiers mois suivant l'urgence. La United States Environmental Protection Agency a également adopté un critère de 50 mSv pour la réinstallation, bien que ce critère soit fixé à vie plutôt que pour un an.

Le critère relatif à une dose de 100 mSv à la thyroïde pour l'administration d'iode stable se rapproche des valeurs inférieures recommandées par d'autres organismes. Les seuils d'intervention de Santé Canada relatifs aux contrôles des aliments tel qu'obtenus pour des radionucléides individuels à partir du niveau d'intervention sont conformes aux seuils d'intervention d'autres organismes, y compris les lignes directrices de la Commission du Codex Alimentarius sur le commerce international des denrées alimentaires (Santé Canada 2000; FAO/OMS 1995).

## Annexe A: Recommandations d'autres organismes

La présente annexe est un condensé du document plus détaillé, « A Review of Protective Action Guides for Nuclear Emergencies Currently in Use by the United States and Canada » (Tracy et Baweja 1997). Le document fait d'abord état des recommandations émises par des organismes internationaux puisque que ceux-ci représentent un consensus de l'opinion mondiale et servent de fondement pour les lignes directrices adoptées par les diverses compétences territoriale. Ces recommandations sont suivies d'un résumé des lignes directrices adoptées au Royaume-uni, aux États-Unis et dans les trois provinces canadiennes qui ont des plans d'urgence nucléaire, soit l'Ontario, le Nouveau-Brunswick et le Québec.

### Agence internationale de l'énergie atomique

L'Agence, dans sa publication Safety Series 72, « Principles for Establishing Intervention Levels for the Protection of the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency » (AIEA 1985), a élargi la philosophie de base et a recommandé les niveaux d'intervention énoncés dans la Publication 40 de la CIPR (1984). Ce document de l'AIEA souligne l'importance d'harmoniser les niveaux d'intervention dans les pays limitrophes et de mettre en application la notion de niveau d'intervention dérivé, c'est-à-dire un taux de dose ou une concentration Becquerel d'activité qui correspondrait à un niveau de dose prescrit donnant lieu à une intervention. Aucune valeur numérique de niveau d'intervention dérivé n'a été recommandée dans le présent document.

Depuis, l'Agence a révisé les recommandations émises dans ce document et en a publié d'autres dans Safety Series 109 « Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency » (AIEA, 1994), en fonction de conseils publiés plus récemment par la CIPR (CIPR-60 1991) et (CIPR-63 1993). Ce document abandonne la notion d'une fourchette de doses dans les limites supérieures et inférieures et recommande plutôt des valeurs numériques uniques, appelées niveaux d'intervention *générique*, qui s'appliquent aux diverses contre-mesures. Chaque niveau d'intervention générique est fondé sur une procédure d'optimisation correspondant à un scénario d'accident générique. Lorsque les détails d'un accident précise

deviennent disponibles, il serait alors possible de procéder à une autre optimisation afin d'obtenir les niveaux d'intervention *spécifiques*. Le document explique que le niveau d'intervention générique offrirait un même terrain d'entente pour toutes les compétences et serait raisonnable dans la plupart des situations. Si, pour une raison, une compétence n'est pas en mesure de mener à bien sa propre optimisation, le niveau générique lui offrirait un degré adéquat de protection. Ces recommandations, qui sont réaffirmées dans les Normes fondamentales de radioprotection (AIEA 1996), figurent au tableau A.1.

Les niveaux génériques pour les contrôles des aliments sont des seuils d'intervention, qui sont fondés sur l'optimisation et comprennent des valeurs recommandées par l'OMS (1988) et la Commission du Codex Alimentarius (1991, 1995). Ces niveaux ont ensuite été fondés sur une dose de 5 mSv en un an.

Les recommandations de l'AIEA sont fondées sur la nécessité d'établir un ensemble simple de niveaux d'intervention conformes qui pourrait être adopté en général à l'échelle internationale. Ces recommandations ont comme principes de base que les mesures de protection doivent, dans la mesure du possible, prévenir des effets déterministes graves, être justifiées et être optimisées de sorte à produire l'avantage maximal. L'élaboration des recommandations s'appuyait sur les situations suivantes :

- dans la plupart des conditions, que l'on consacre autant d'efforts et de ressources à éviter des effets sur la santé provoqués par les rayonnements qu'à éviter d'autres risques à la santé d'importance et de nature semblables;
- que l'on tienne compte des risques physiques normaux associés à la mesure elle-même;
- que l'on tienne compte également de la perturbation causée aux personnes touchée par la mesure de protection;
- que d'autres facteurs à caractère socio-politique, psychologique ou culturel soient exclus;
- que les niveaux génériques soient cohérents et facile à comprendre et à appliquer.

L'élaboration de niveaux d'intervention génériques de l'AIEA est fondée sur une théorie d'avantage-coût. Selon cette approche, des stratégies de rechange sont sélectionnées après avoir comparé les avantages et les incon-

**Tableau A.1**  
**Niveaux d'intervention génériques recommandés par l'AIEA (1994, 1996)**

Mesure de protection	Niveau d'intervention générique (dose pouvant être évitée)
Mise à l'abri (< 2 jours)	10 mSv
Évacuation (< 1 semaine)	50 mSv
Prophylaxie iodée	100 mGy à la thyroïde
Réinstallation temporaire	30 mSv le premier mois 10 mSv dans un mois subséquente
Réinstallation permanente	1 Sv à vie
Contrôles des aliments : Cs-134, Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89, I-131	Seuils d'intervention : 1000 Bq/kg, sauf 100 Bq/kg pour l'iode 131 dans les aliments pour bébé
Sr-90	100 Bq/kg
Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	10 Bq/kg, sauf 1 Bq/kg dans les aliments pour bébé

véniants qui résulteraient de la contre-mesure envisagée. Voici des facteurs précis dont il est tenu compte dans la dérivation et l'optimisation des niveaux d'intervention :

- l'avantage net associé à la mesure;
- les effets préjudiciables attribuables au rayonnement par suite de la prise d'aucune mesure;
- les effets préjudiciables résiduels attribuables au rayonnement par suite de la prise d'une mesure;
- le risque physique associé à la contre-mesure elle-même;
- les ressources et les efforts nécessaires pour mettre en oeuvre la contre-mesure;
- l'angoisse et la perturbation que subissent les personnes par suite de la contre-mesure;
- la perturbation sociale causée par la contre-mesure;
- la confiance ou l'assurance que procure la contre-mesure.

Les valeurs assignées à ces paramètres ont été évaluées en fonction de l'estimation globale des coûts directs associés aux efforts et aux ressources, ainsi que sur les notions de « volonté de payer » ou de « volonté d'accepter » (AIEA 1994). Des fourchettes de valeurs ont été attribuées à quelques-unes de ces valeurs en fonction d'estimations établies pour les pays très développés.

## Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

Le premier document de la CIPR, « Protection of the Public in the Event of a Major Radiation Accident: Principles for Planning » (CIPR 1984), a été remplacé par le document « Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency » (CIPR 1993). Toutefois, le premier document fait état de quelques principes importants. D'abord, le système normal de

limite de dose ne devrait pas s'appliquer à une situation d'urgence imprévue. Les limites annuelles de doses correspondent à de très faibles niveaux de risques; des contre-mesures coûteuses ne sont pas nécessairement justifiées si les limites de doses sont légèrement dépassées. Les trois principes fondamentaux de la CIPR(1984) pour la planification des interventions sont les suivants :

- Il importe d'éviter des effets non stochastiques (déterministes) graves.
- La contre-mesure devrait procurer un avantage net aux personnes concernées.
- La dose collective devrait être minimisée, de façon raisonnable.

Ces principes correspondent plus ou moins aux trois principes de base de la philosophie en matière de radioprotection, soit limite de doses, justification et optimisation. Les niveaux de dose pour la mise en oeuvre des diverses contre-mesures sont résumés dans le tableau ci-dessous. La CIPR(1984) se sert de la notion de *niveau de dose supérieur*, au-dessus duquel la contre-mesure est presque toujours justifiée pour éviter les effets déterministes et de *niveau de dose inférieur*, en-deçà duquel la contre-mesure est clairement non justifiée. La zone entre les deux niveaux donne une certaine marge de manoeuvre aux autorités responsables pour l'optimisation de leur intervention.

Plus récemment, la Commission a présenté des recommandations révisées dans le document « Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency » (CIPR 1993). Cette révision a été effectuée à la lumière de limites de dose moins élevées (CIPR 1991) et en tenant compte de l'expérience acquise à la suite de l'accident de Tchernobyl survenu en 1986. La CIPR(1993) a distingué entre la dose projetée et la dose évitée et a recommandé l'adoption de la dose évitée comme fondement des mesures de protection afin de maximiser l'avantage des mesures. Plutôt que de préconiser



**Tableau A.2**

**Niveaux de dose supérieurs et inférieurs recommandés par la CIPR(1984) et exprimés comme dose projetée en mSv pendant la première année suivant l'accident.**

Contre-mesure	Niveau de dose supérieur (mSv)	Niveau de dose inférieur (mSv)
Évacuation	500 corps entier	50 corps entier
Réinstallation	500 corps entier	50 corps entier
Mise à l'abri et iode stable	50 corps entier ou 500 thyroïde	5 corps entier ou 50 thyroïde
Contrôles des produits alimentaires	50 corps entier ou 500 thyroïde	5 corps entier ou 50 thyroïde

**Tableau A.3**

**Niveaux d'intervention recommandés par la CIPR (1993), exprimés comme dose évitée (mSv), à moins d'indication contraire**

Type d'intervention	Presque toujours justifié	Fourchette des valeurs optimisées
Évacuation (< 1 semaine)	500 corps entier 5000 équivalent de dose à la peau	Un facteur maximal de 10 de moins que la valeur justifiée
Réinstallation	1000 à vie	5 – 15 mSv/mois pour les expositions prolongées
Mise à l'abri	50	Un facteur maximal de 10 de moins que la valeur justifiée
Administration d'iode stable	500 équivalent de dose à la thyroïde	Un facteur maximal de 10 de moins que la valeur justifiée
Restrictions alimentaires	10 (en 1 an) pour tout produit alimentaire individuel	1000 – 10 000 Bq/kg $\beta \gamma$ 10 – 100 Bq/kg $\alpha$

des niveaux de dose supérieurs et inférieurs rigoureux, la CIPR se sert d'un niveau auquel la mesure est « presque toujours justifiée » et également une « fourchette de valeurs optimisées ». Les niveaux « presque toujours justifiés » sont essentiellement les mêmes que les « niveaux de dose supérieurs » de la CIPR (1984).

obligatoires, quel que soit le résultat de la procédure d'optimisation. Elle a également proposé une limite inférieure minimale de 0,1 à 1 mSv dans la première année suivant l'accident. À ce niveau minimal, le risque serait considéré comme présentant « aucune inquiétude particulière » et aucune intervention ne serait justifiée.

## Agence pour l'énergie nucléaire

L'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (AEN 1990) a recommandé des procédures d'optimisation pour l'établissement de niveaux d'intervention adéquats pour chaque pays et pour chaque situation. L'Agence a proposé une limite supérieure globale de 0,5 Gy, au-dessus de laquelle les contre-mesures à court terme deviendraient

## Royaume-Uni

En 1997, le National Radiological Protection Board du Royaume-Uni a recommandé des niveaux d'intervention ou « Niveaux de référence d'urgence » concernant les contre-mesures d'urgence (NRPB 1990, 1997). Ces niveaux sont fondés sur des fourchettes de dose correspondant au corps entier et à des organes individuels.

**Tableau A.4**

**Niveaux équivalents de dose recommandés par le NRPB selon différentes contre-mesures et organes (mSv).**

Contre-mesure	Organe	Niveau inférieur	Niveau supérieur
Évacuation	corps entier	30	300
	thyroïde, poumon, peau	300	3000
Mise à l'abri	corps entier	3	30
	thyroïde, poumon, peau	30	300
Administration d'iode stable	thyroïde	30	300

## États-Unis

La United States Environmental Protection Agency a établi des niveaux d'intervention en cas d'urgences nucléaires dans le document : « Manuel on Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents » (EPC 1992). Ces guides sont fondés sur les quatre principes suivants :

- Les effets aigus de l'exposition au rayonnement sur la santé de la population devraient être évités.
- Les populations devraient être adéquatement protégées contre les cancers et les effets génétiques dans des conditions d'urgence.
- Les coûts associés aux mesures de protection par rapport à la dose évitée doivent être optimisés.
- Outre les principes précités, le risque découlant d'une mesure d'urgence ne doit pas en soi dépasser le risque de la dose qui pourrait être évitée.

Les valeurs numériques attribuées aux différentes mesures de protection renvoient aux doses *projetées* plutôt qu'aux doses *évitées*. Toutefois, les raisons expliquant le choix des valeurs sont fondées sur une considération de la dose *évitée* par la mesure. Par exemple, la fourchette de doses déclenchant l'évacuation est fondée sur l'hypothèse selon laquelle la moitié de la dose projetée peut être évitée par la mesure. Une procédure d'optimisation a également été élaborée, en fonction de la valeur en dollars 12 000 \$ par rapport à 200 000 par personne-Sievert. La United States Food and Drug Administration a élaboré un guide de mesures de protection portant sur la consommation de produits alimentaires contaminés à une dose équivalente de 5 mSv pour le corps entier et de 50 mSv à la thyroïde (FA 1998). Ces niveaux sont résumés ci-dessous.

En ce qui a trait à la prophylaxie iodée, les discussions entre les divers états, à savoir si les risques associés à l'administration d'iode stable à grande échelle ne pourraient pas en fait dépasser les bienfaits d'une telle intervention. À l'heure actuelle, il semble n'y avoir aucune politique cohérente à cet égard entre les différents états. La Environmental Protection Agency (EPA1992) a recommandé un usage répandu d'iode stable pour éviter une dose à la thyroïde de 250 mSv. Dans un document provisoire publié en 1998 par la Commission de réglementation de l'énergie nucléaire (NRC 1998), on souligne qu'il faudrait recourir davantage à l'évacuation comme première ligne de défense. De plus, toute tentative de distribuer des comprimés d'iode stable après l'accident pourrait nuire à une évacuation ordonnée. Par la suite, la NRC a retiré ce document de travail provisoire et adopté la position voulant que le recours à des comprimés d'iode stable soit envisagé à chacune des phases d'une urgence nucléaire et que des quantités suffisantes soient conservées dans un rayon à proximité des installations nucléaires de taille importante. La NRC a révisé une section de ses règlements de planification d'urgence et demande maintenant qu'un état dont des habitants se trouvent dans la zone de 16 kilomètres de planification de mesures d'urgence de centrales nucléaires commerciales envisage d'utiliser de l'iodure de potassium (IK) comme mesure de protection complémentaire à la mise à l'abri et à l'évacuation (NRC 1999, 2000, 2001). En novembre 2001, la Food and Drug Administration a publié son document de politique générale. (FDA 2001), dans lequel les seuils de dose proposés et les niveaux de posologie de KI sont plus faibles que ceux recommandés auparavant (EPC 1992).

**Tableau A.5**  
**Guides des mesures de protection américaines pour la phase initiale d'un accident nucléaire**

Mesure de protection	Dose projetée (mSv)	Commentaires
Évacuation	10 – 50	
Réinstallation	50 à vie	(12,5 – 20 la 1 <sup>er</sup> année; 4-5 la 2 <sup>e</sup> année; <1 après)
Mise à l'abri	5 – 50	Dans des conditions très dangereuses, des doses jusqu'à 100 mSv peuvent être justifiées
Administration d'iode stable	250 thyroïde	Certains états ne sont pas d'accord; l'approbation des représentants médicaux de l'état est exigée
Restrictions alimentaires	5	De toutes les sources

## Province d'Ontario

Les niveaux de mesure de protection pour la province d'Ontario (Ontario 1999) sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ces niveaux correspondent aux mesures de contrôle concernant l'exposition (mise à l'abri, évacuation et blocage thyroïdien) et les mesures de contrôle concernant l'ingestion, tels les concentrations de radionucléides dans les aliments et l'eau. Les niveaux de mesure de protection sont fondés sur la dose projetée plutôt que sur la dose évitée; sous tous les autres rapports, ces niveaux sont conformes aux lignes directrices publiées dans la Safety Series de l'AIEA (1985, 1994, 1996). Les mesures de contrôle concernant l'ingestion dans les niveaux de mesure de protection de l'Ontario sont tirées de la Safety Series de l'AIEA (1994). Outre les niveaux de mesure, le document donne des conseils sur la mise en oeuvre d'autres mesures de protection, comme les contrôles d'entrée, les mesures de décontamination et la fermeture des écoles, des lieux de travail et des zones récréatives.

La politique adoptée par l'Ontario à l'égard de la thyroïde adhère aux conseils de l'OMS et du RCM sur l'administration et les niveaux de la posologie. L'Ontario ne recommande par la distribution précoce au public, mais les

installations nucléaires désignées sont tenues de conserver des quantités adéquates d'iode stable pour les populations habitant dans les zones dites primaires. En outre, l'installation nucléaire est obligée de donner un approvisionnement de trois jours de comprimés d'iode stable aux écoles, garderies, centre de soins, hôpitaux, prisons et les établissements de services essentiels qui se trouvent dans la zone primaire. Les travailleurs d'urgence, les centres d'évacuation et les municipalités devraient également avoir accès des quantités adéquates d'iode stable.

## Province du Nouveau-Brunswick

La province du Nouveau-Brunswick (1990) a établi des doses de références d'urgence aux fins d'interprétation facile et rapide par les équipes d'intervention d'urgence. Les guides de mesures sont fondés sur des niveaux de dose mesurés. Le Nouveau-Brunswick a pris les dispositions nécessaires pour assurer la distribution précoce de comprimés d'iode stable étant donné le faible nombre de résidents (quelques centaines) à proximité de la central nucléaire de Point Lepreau.

**Tableau A.6**  
Mesures de contrôle de l'exposition en Ontario (mSv)

Mesure de protection	Dose effective		Dose à la thyroïde	
	Niveau inférieur (mSv)		Niveau supérieur (mSv)	
Évacuation	10	100	100	1000
Mise à l'abri	1	10	10	100
Blocage thyroïdien	-	100	-	1000

**Tableau A.7**  
Mesures de contrôle de l'ingestion en Ontario (Bq/kg)

Interdiction de consommation d'aliment et d'eau	Cs-134, Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89	I-131	Sr-90	Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242
Aliments de consommation générale	1000	1000	100	10
Lait, aliments pour bébé, eau potable	1000	100	100	1

**Tableau A.8**  
Doses de référence d'urgence du Nouveau-Brunswick

Contre-mesure	Dose de référence d'urgence
Évacuation	50 mSv corps entier dose évitée
Mise à l'abri, distribution de comprimés d'iode stable	500 mSv thyroïde chez les enfants dose évitée
Contrôle des aliments, de l'eau potable, des activités récréatives	5 mSv corps entier (limite de dose actuelle au public)

**Tableau A.9**  
**Guides des mesures du Nouveau-Brunswick.**

Mesure	Guide des mesures
Contrôle de la circulation	10 $\mu$ Gy/hr
Distribution d'iode stable et ordre de confinement	50 $\mu$ Gy/hr
Évacuation planifiée (pour éviter 50 mSv en 1 semaine)	1 mGy/h
Évacuation immédiate (avant que évacuation planifiée entre en vigueur)	5 mGy/h
Suspendre la consommation d'eau potable	rejet aéroporté de LER hebdomadaires de 100
Suspendre la vente et la consommation de fruits de mer	rejet liquide de LER mensuelles de 10 <sup>1</sup>
Suspendre l'utilisation de toutes les voies d'exposition des aliments	5 mSv/y

<sup>1</sup> LER = limite d'émission dérivée

## Province de Québec

Le Québec a adopté en 2001, pour les mesures de protection de la phase initiale, les niveaux d'intervention proposées dans le document *Bases de planification du PMUNE-G2 en matière de scénarios d'accident de niveaux d'intervention pour les mesures de protection et de zone de planification d'urgence pour l'exposition au panache (ZPU-P)* (Grenier, 2002) et présentés dans le tableau A.10. La disparité des niveaux d'intervention définis par la province de Québec et ceux proposés par Santé Canada ou par l'AIEA repose sur deux approches différentes: approche coûts-bénéfices (AIEA) et risques-bénéfices à la santé (Québec).

Pour ce qui concerne la prophylaxie à l'iode stable, un plan de mise à disposition des comprimés d'iode a été retenu et comprend une prédistribution dans les résidences, les écoles, les garderies et dans les lieux publics (commerces, centre sportif), de même que dans les industries du Parc industriel et portuaire de Bécancour.

Les niveaux d'intervention pour le relogement sont au stade de document de travail et devraient être adoptés d'ici la fin 2003. Pour le contrôle d'aliments, il s'agit des niveaux adoptés dans le document *Plan des mesures d'urgence nucléaire à la centrale nucléaire Gentilly-2 (PMUNE-G2)* (Québec, 1996).

**Tableau A.10**  
**Mesures de protection de la province de Québec**

Mesure de protection	Niveau d'intervention	Critères pour lever la mesure
Mise à l'abri	5 mSv (pour la durée de la phase initiale)	Durée maximale dépassée (environ 3-4 heures);  Doses à venir en phase intermédiaire < NI relogement temporaire
Évacuation	10 mSv (pour la durée de la phase initiale)	Phase initiale terminée, ou, durée maximale d'application atteinte (7 jours);  Doses à venir < NI relogement temporaire
Administration d'iode	50 mSv (dose engagée à la thyroïde)	Enfants 0-18 ans (dose multiples possibles): dose quotidienne pour l'enfant à venir < 50 mSv à la thyroïde;  Adultes, nouveau-nées: une seule dose
Relogement temporaire	20 mSv pour la 1 <sup>er</sup> année (NI temporaire à être adopté)	
Relogement permanent	50 mSv à vie (NI temporaire à être adopté)	
Contrôles des aliments	2 mSv par catégorie d'aliments pour la 1 <sup>er</sup> année;  1 mSv par catégorie d'aliments pour les années subséquentes	

## **Annexe B: Références**

- ACRP (1998)** Exposé de principe préliminaire. Bulletin de l'Association canadienne de radioprotection, vol 19, n° 3, juillet.
- AEN (1995)** The Implementation of Short-term Countermeasures After a Nuclear Accident. Proceedings of an NEA Workshop, Stockholm, 1-3 June 1994. Agence pour l'énergie nucléaire, OCDE (Paris).
- AEN (1990)** Protection of the Population in the Event of a Nuclear Accident: A Basis for Intervention. Report by an NEA Expert Group, Agence pour l'énergie nucléaire, OCDE (Paris).
- AIEA (1985)** Principles for Establishing Intervention Levels for the Protection of the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency. Safety Series n° 72. Agence internationale de l'énergie atomique (Vienne).
- AAIEA (1994)** Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency. Safety Series n° 109. Agence internationale de l'énergie atomique (Vienne).
- AIEA (1996)** International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources, Safety Series n° 115 (FAO/AIEA/BIT/OCDE(AEN)/OPS/OMS). Agence internationale de l'énergie atomique (Vienne).
- Canada-É.-U.(1996)** Plan d'intervention conjoint Canada-États-Unis en cas d'urgence radiologique.
- CIPR (1984)** Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning. Commission internationale de protection radiologique, publication n° 40 de la CIPR, Pergamon Press (Oxford).
- CIPR (1991)** 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Commission internationale de protection radiologique, publication n° 60 de la CIPR., Pergamon Press (Oxford).
- CIPR (1993)** Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency Commission internationale de protection radiologique, publication n° 63 de la CIPR, Pergamon Press (Oxford).
- CIPR (1996)** Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 5 Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients. Commission internationale de protection radiologique, publication n° 72 de la CIPR, Pergamon Press (Oxford).
- Codex Alimentarius (1991)** General requirements, Section 6.1, Guideline levels for radionuclides in foods following accidental nuclear contamination. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires (Rome).
- Codex Alimentarius (1995)** General requirements, Section 6.2, Guideline levels for radionuclides in foods following accidental nuclear contamination for use in international trade. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires (Rome).
- Crick, M.J. (1982)** The collective dose from 1957 Windscale fire. Bulletin of the National Radiological Protection Board, n° 46 (Chilton, U.K.).
- Eisenbud, M., et Gesell, T. (1997)** dans Environmental Radioactivity: From Natural, Industrial, and Military Sources, p. 402-409. Academic Press (New York).
- EPA (1992)** Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents. United States Environmental Protection Agency, EPA 400-R-92-001 (Washington).
- EPC-FEMA (1996)** Plan d'intervention conjoint Canada-États-Unis en cas d'urgence radiologique. Protection civile Canada et U.S. Federal Emergency Management Agency (réd).

- FAO/OMS (1995)** Codex Alimentarius, General Requirements, Section 6.2, Guideline levels for radionuclides in foods following accidental nuclear contamination for use in international trade. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires (Rome).
- FDA (1998)** Accidental Radioactive Contamination of Human Food and Animal Feeds: Recommendations for State and Local Agencies. United States Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Devices and Radiological Health (Rockville, MD).
- FDA (2001)** Guidance. Potassium Iodide as a Thyroid Blocking Agent in Radiation Emergencies. United States Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research (Rockville, MD).
- GCM (1995)** Recommandations sur l'utilisation d'iode stable comme mesure prophylactique dans le cadre d'urgences nucléaires. Groupe des conseillers médicaux, INFO-0587, Commission de contrôle de l'énergie atomique (Ottawa).
- Grenier, G. (2002)** Bases de planification du PMUNE-G2 en matière de scénarios d'accident de niveaux d'intervention pour les mesures de protection et de zone de planification d'urgence pour l'exposition au panache (ZPU-P). Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec.
- Nauman, J., et Wolff, J. (1993)** Iodine prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident; benefits and risks. *American Journal of Medicine* 94: 524-532.
- Nouveau-Brunswick (1990)** Point Lepreau Nuclear Off-site Plan. Province of New Brunswick Emergency Measures Organization.
- NCI (1997)** National Cancer Institute Estimated Exposures and Thyroid Doses Received by the American People from Iodine-131 in Fallout Following Nevada Atmospheric Nuclear Bomb Tests – A Report from the National Cancer Institute. U.S. Dept. of Health and Human Services (Washington).
- NCI (1998)** National Cancer Institute Calculation of the Estimated Lifetime Risk of Radiation-Related Thyroid Cancer in the United States from the Nevada Test Site Fallout. U.S. Dept. of Health and Human Services (Washington).
- <http://rex.nci.nih.gov/massmedia/falloutQ%26A.html>
- NCRP (1987)** Exposure of the Population in the United States and Canada from Natural Background Radiation. National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP Report 94, (Bethesda).
- NRC (1996a)** Response Technical Manual RTM-96. United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG/BR-0150, vol. 1, rév. 4 (Washington).
- NRC (1996b)** Response Coordination Manual RCM-96. United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG/BR-0230 (Washington).
- NRC (1998)** Assessment of the Use of Potassium Iodide (KI) As a Public Protective Action During Severe Reactor Accidents (ébauche). United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1633 (Washington).
- NRC (1999)** Consideration of Potassium Iodide in Emergency Plans, Proposed Rule. United States Nuclear Regulatory Commission, Federal Register 64, n° 113, 31737-31749 (Washington).
- NRC (2000)** NRC Revises its regulations on the use of potassium iodide in emergency response. United States Nuclear Regulatory Commission, NRC News n° 0-186 (Washington).
- NRC (2001)** Consideration of Potassium Iodide in Emergency Plans. United States Nuclear Regulatory Commission, Federal Register 66, n° 13, 5427 (Washington). (<http://www.nrc.gov/what-we-do/regulatory/emer-resp/emer-prep/ki-files/ml020150357.pdf>)
- NRPB (1990)** Emergency reference levels of dose for early countermeasures to protect the public, Documents of the NRPB vol. 1, n° 4, National Radiological Protection Board, U.K.
- NRPB (1997)** Intervention for Recovery after Accidents, Documents of the NRPB vol 8, n° 1, National Radiological Protection Board, U.K.
- OMS (1988)** Derived intervention levels for radionuclides in food. Organisation mondiale de la santé (Genève).
- OMS (1989)** Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents. Environmental Health Series n° 35, Organisation mondiale de la santé (Copenhague).

- OMS (1999)** Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents: Update 1999 (WHO/SDE/PHE/99.6). Organisation mondiale de la santé (Genève). ([http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO\\_SDE\\_PHE\\_99.6.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO_SDE_PHE_99.6.pdf))
- Ontario (1999)** Province of Ontario Nuclear Emergency Plan. Part I – Provincial Master Plan, Interim Plan – Second Edition, mars 1999.
- PCC (1990)** Significant Disasters in Canada., Protection civile Canada (Ottawa).
- Québec (1996)** Plan des mesures d'urgence nucléaire à la centrale nucléaire Gentilly 2 (PMUNE-G2). Group de travail sur les mesures d'urgence nucléaire. Comité de Sécurité Civile du Québec.
- Santé Canada (1981/1998)** Consolidation ministérielle de la Loi sur les aliments et drogues et des Règlements sur les aliments et drogues (avec modification au 18 décembre 1998). Ministre des Approvisionnement et Services Canada (Ottawa).
- Santé Canada (2000)** Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire : Lignes directrices et raisons. Bureau de la radioprotection, Santé Canada (ébauche), avril 2000.
- Santé Canada (2002)** Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire, Partie 1 : Plan directeur, Ébauche, Quatrième édition. Santé Canada (Ottawa).
- Santé Canada (1999b)** Recommandations sur les coefficients de dose à utiliser pour évaluer les doses provenant de rejets accidentels de radionucléides dans l'environnement. Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada (Ottawa).
- Tracy, B.L., et Baweja, A.S.(1997)** A Review of Protective Action Guides for Nuclear Emergencies Currently in Use by the United States and Canada (ébauche). Bureau de radioprotection, Santé Canada (Ottawa).