



Document
d'application de la
réglementation

RD-58

Dépistage de l'iode radioactif déposé dans la thyroïde

Juillet 2008

DOCUMENTS D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION DE LA CCSN

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) élabore des documents d'application de la réglementation en vertu des alinéas 9*b*) et 21(1)*e*) de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN).

Les documents d'application de la réglementation apportent les précisions nécessaires sur les exigences formulées dans la LSRN et ses règlements d'application et ils constituent une partie essentielle du cadre de réglementation des activités nucléaires au Canada.

Chaque document d'application de la réglementation vise à informer objectivement les parties intéressées, notamment les titulaires et les demandeurs de permis, les groupes de défense de l'intérêt public et le public, sur un sujet particulier qui concerne la réglementation du domaine de l'énergie nucléaire afin de favoriser une interprétation et une application uniformes des exigences réglementaires.

Les exigences formulées dans un document d'application de la réglementation ou dans une de ses parties deviennent obligatoires lorsqu'elles sont intégrées à un permis ou à tout autre instrument qui a force de loi.

Document
d'application de la réglementation

RD-58

**DÉPISTAGE DE L'IODE RADIOACTIF DÉPOSÉ DANS LA
THYROÏDE**

Publié par la
Commission canadienne de sûreté nucléaire
Juillet 2008

Dépistage de l'iode radioactif déposé dans la thyroïde
Document d'application de la réglementation RD-58

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2008

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

Numéro de catalogue CC173-3/4-58F-PDF
ISBN 978-0-662-04205-1

This document is also available in English under the title *Thyroid Screening for Radioiodine*.

Disponibilité du présent document

Le document peut être consulté sur le site web de la CCSN à www.suretenucleaire.gc.ca. Pour en obtenir un exemplaire, en français ou en anglais, veuillez communiquer avec :

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

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (Canada seulement)

Télécopieur : 613-992-2915

Courriel : info@cnscccsn.gc.ca

PRÉFACE

Les alinéas 4a) et 5(2)a) ainsi que le paragraphe 13(1) du *Règlement sur la radioprotection* (DORS 2000/203) de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) exigent que les titulaires de permis à mettent en œuvre un programme de radioprotection qui maintient le taux d'exposition au produit de filiation du radon ainsi que la dose efficace et la dose équivalente reçues par les personnes au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (le principe ALARA). Dans le cadre de ce programme, le titulaire de permis doit mesurer directement et surveiller l'exposition au produit de filiation du radon et respecter les limites de dose efficace prescrites pour les travailleurs du secteur nucléaire (TSN), les TSN enceintes et les non-TSN.

Le présent document d'application de la réglementation fournit des directives aux titulaires de permis à l'égard des éléments recommandés d'un programme de vérification de la thyroïde chez les travailleurs qui manipulent l'iode radioactif volatile, programme qui peut être exigé dans les conditions de permis. En complément des conditions de permis, ce document inclut des recommandations sur la participation au programme de vérification, la sélection des instruments, la méthode de vérification, les périodes de surveillance et les procédures de validation.

Le présent document remplace le document R-58, *Essais biologiques relatifs à l'iode 125 et à l'iode 131 dans les établissements de santé, d'enseignement et de recherche*, publié en septembre 1983. Le présent document porte sur l'iode 125 (I-125) et l'iode 131 (I-131), mais l'approche peut également être appliquée à d'autres isotopes d'iodes radioactifs volatiles.

Le présent document de réglementation fournit de l'orientation sur le *Règlement sur la radioprotection* de la CCSN et repose en partie sur un document de l'American National Standards Institute intitulé *Design of Internal Dosimetry Programs* (ANSI/HPS N13.39-2001).

Aucun élément contenu dans ce document ne doit être interprété par le titulaire de permis comme une autorisation de déroger aux exigences des règlements pertinents. Le titulaire de permis a la responsabilité d'identifier tous les règlements et toutes les conditions de permis applicables et d'y adhérer.

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET	1
2.0	PORTÉE.....	1
3.0	DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES PERTINENTES.....	1
4.0	NORMES NATIONALES ET INTERNATIONALES	2
5.0	GÉNÉRALITÉS	2
6.0	PARTICIPATION AU DÉPISTAGE.....	3
6.1	Travailleurs — Manutention normale.....	3
6.2	Autres personnes	4
6.3	Personnes exposées à des déversements ou de la contamination	4
7.0	CHOIX DES INSTRUMENTS	4
7.1	Épaisseur du cristal	5
7.2	Diamètre du cristal	5
7.3	Matériau constituant la fenêtre de la sonde.....	5
8.0	MÉTHODE DE DÉPISTAGE	6
8.1	Installation	6
8.2	Vérifications quotidiennes du contrôle de la qualité	6
8.3	Mesures du dépistage	6
9.0	PÉRIODE DE SURVEILLANCE.....	7
10.0	VALIDATION DES RÉSULTATS DU DÉPISTAGE	7
10.1	Niveau général — Résultats des mesures ≥ 1 kBq	7
10.2	Niveau d'enquête — Résultats de la mesure ≥ 1 kBq et < 10 kBq.....	8
10.3	Niveau de signalement — Résultats des mesures ≥ 10 kBq.....	8
11.0	REGISTRE DU DÉPISTAGE	9
	GLOSSAIRE.....	11
	RÉFÉRENCES.....	13
	RENSEIGNEMENTS ADDITIONNELS.....	15
	ANNEXE A Composés d'iode radioactif volatil	17
	ANNEXE B Étalonnage de l'instrument.....	19
B.1	Généralités	19
B.2	Efficacité.....	19
B.3	Activité minimale détectable.....	20
B.3.1	Exemple de calcul de l'AMD.....	20
B.4	Registres	21
	ANNEXE C Exemple de registre pour le dépistage de l'iode 131 (thyroïdien)	23

ANNEXE D Tableaux de contrôle de la qualité 27
D.1 Introduction..... 27
D.2 Tableaux de contrôle 27

DÉPISTAGE DE L'IODE RADIOACTIF DÉPOSÉ DANS LA THYROÏDE

1.0 OBJET

L'objet de ce document d'application de la réglementation est de fournir des directives aux détenteurs de permis qui doivent élaborer un programme de dépistage de l'iode radioactif volatil déposé dans la thyroïde.

2.0 PORTÉE

Le présent document d'application de la réglementation décrit les éléments recommandés pour un programme efficace de dépistage de l'iode radioactif volatil déposé dans la thyroïde. Des conditions de permis pourraient exiger le dépistage thyroïdien des travailleurs qui manipulent de l'iode radioactif volatil. Conséquemment, ce document comprend des recommandations pour la sélection des participants au programme de dépistage, le choix des instruments, la méthode de dépistage, les périodes de surveillance, l'interprétation des résultats, les procédures de validation et la tenue de dossiers.

Ce document remplace le document de l'application de la CCSN R-58, *Essais biologiques relatifs à l'iode 125 et à l'iode 131 dans les établissements de santé, d'enseignement et de recherche*, publié en septembre 1983. Le présent guide porte essentiellement sur l'iode 125 (I-125) et l'iode 131 (I-131), mais la méthode peut également être appliquée à d'autres radio-isotopes volatils de l'iode.

Ce document ne s'applique pas à la santé et à la sécurité des travailleurs. Le détenteur de permis devrait se référer aux statuts et règlements fédérales et provinciaux appropriés (voir par exemple le Code canadien du travail (L.R., 1985, ch. L-2) et la Loi sur la santé et la sécurité au travail de l'Ontario, L.R.O. 1990, CHAPITRE O.1).

3.0 DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES PERTINENTES

1. L'alinéa 4a) du *Règlement sur la radioprotection* stipule que « Le titulaire de permis met en œuvre un programme de radioprotection et, dans le cadre de ce programme, a) maintient le degré d'exposition aux produits de filiation du radon ainsi que la dose efficace et la dose équivalente qui sont reçues par la personne, et engagées à son égard, au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux, par ... (iii) le contrôle de l'exposition du personnel et du public au rayonnement, ... »
2. L'alinéa 5(2)(a) du *Règlement sur la radioprotection* stipule que « Le titulaire de permis contrôle l'ampleur de l'exposition aux produits de filiation du radon, la dose efficace et la dose équivalente a) par mesure directe résultant du contrôle; ... »

3. Le paragraphe 13(1) du *Règlement sur la radioprotection* précise les limites de dose efficace pour les travailleurs du secteur nucléaire (TSN), les TSN enceintes et les personnes autres que les TSN.

4.0 NORMES NATIONALES ET INTERNATIONALES

Ce document d'application de la réglementation est compatible avec la philosophie et le contenu technique des normes et réglementations internationales modernes.

Tout particulièrement, ce document s'appuie en partie sur le document de l'American National Standards Institute (ANSI) intitulé *Design of Internal Dosimetry Programs* [3].

5.0 GÉNÉRALITÉS

Les travailleurs peuvent être exposés à des radionucléides sous différentes formes chimiques pouvant être inhalées, ingérées ou absorbées par la peau ou par des plaies ouvertes. Les programmes de radioprotection comprennent la surveillance des lieux de travail, tel que la surveillance de la contamination de surface dans ces zones. Lorsque l'incorporation de radionucléides est possible, les programmes de radioprotection devraient également inclure des mesures permettant d'estimer la quantité de radioactivité qui s'est déposée dans le corps ou d'établir des fondements pour un jugement à l'effet qu'il n'y a pas eu des incorporations importantes (par rapport aux limites de dose applicables) de radionucléides.

Le guide d'application de la réglementation G-91, *Contrôle et enregistrement des doses de rayonnement aux personnes*[2] a pour but d'aider les titulaires de permis à élaborer des programmes de contrôle et d'enregistrement de l'exposition au rayonnement et des doses reçues par les travailleurs. Il donne des outils aux titulaires de permis qui leur permettront de contrôler les doses lorsqu'un ou plusieurs facteurs contributifs résulteront en une dose efficace à un travailleur qui sera vraisemblablement supérieure à 1 mSv par année.

Lorsqu'il est peu probable que les travailleurs reçoivent des doses annuelles dépassant 1 mSv, les ressources accrues requises pour contrôler les doses ne sont pas toujours justifiées. Il faut alors envisager d'autres moyens d'évaluer l'exposition, comme, par exemple, de procéder à un dépistage.

Le but du programme de dépistage (thyroïdien) consiste à surveiller l'incorporation de l'iode radioactif volatil par des travailleurs. Les renseignements opportuns obtenus par le programme sont utilisés pour évaluer toute incorporation de l'iode radioactif volatil par des travailleurs, afin de s'assurer que le programme de radioprotection fonctionne et de démontrer la conformité aux limites de dose réglementaires.

Dans le cadre du programme de dépistage (thyroïdien), les travailleurs se soumettent à un comptage *in vivo* de la thyroïde. Les résultats sont comparés à un niveau prédéterminé sans qu'il soit nécessaire d'évaluer la dose ou d'estimer les incorporations. Le dépassement du niveau prédéterminé exige une confirmation de l'incorporation et une

enquête. Lorsqu'un travailleur dépasse fréquemment le niveau prédéterminé, il convient de réévaluer la nécessité pour le travailleur à participer au programme d'essais biologiques de routine.

Bien que ce document d'application de la réglementation porte essentiellement sur l'iode 125 et l'iode 131, les méthodes présentées dans ce guide peuvent être appliquées au moment d'élaborer un programme de dépistage spécifique aux autres isotopes d'iode radioactif volatil (par exemple, l'iode 123 ou l'iode 124).

Des données relatives à l'iode 125 et à l'iode 131 sont indiquées au tableau 1.

Tableau 1 : Données relatives à l'iode radioactif

Caractéristiques	Iode 125	Iode 131
Demi-vie radioactive (en jours)	60,1	8,04
Demi-vie effective dans la thyroïde (en jours)	40,0	7,3
Temps pour atteindre la charge thyroïdienne maximale après une exposition aiguë (en jours)	1,8	1,2
Énergie photonique principale (kiloélectronvolt (keV))	27,0	364,5

6.0 PARTICIPATION AU DÉPISTAGE

6.1 Travailleurs — Manutention normale

Les travailleurs (TSN et les non-TSN) qui manipulent une quantité totale d'iode radioactif volatil non scellée sur une période de 24 heures dépassant les quantités indiquées au tableau 2, devraient subir un dépistage de l'iode 125 ou de l'iode 131, ou les deux, au besoin.

Tableau 2 : Critères pour le dépistage (activité manipulée par jour)

Type de manutention	Quantité d'iode 125 ou d'iode 131 (en mégabecquerels (MBq))
	Gaz, liquides volatils et poudres
Aucune	2
Hotte	200
Boîte à gants	20 000

Les travailleurs devraient également faire l'objet d'un dépistage lorsqu'ils manipulent d'autres quantités ou d'autres types de sources non scellées contenant des isotopes d'iode radioactifs volatils d'une manière qui diffère de celle mentionnée au tableau 2.

L'Annexe A du présent document donne des exemples de composés d'iode radioactif volatils et précise certaines activités qui sont susceptibles de générer de tels composés.

6.2 Autres personnes

Il est recommandé que les autres personnes qui travaillent régulièrement près d'un travailleur qui manipule plus de 2 MBq d'iode 125 ou d'iode 131 volatil sur un banc d'essai ou dans une aire ouverte devraient faire l'objet d'un dépistage de l'iode radioactif en cause.

6.3 Personnes exposées à des déversements ou de la contamination

Toute personne qui s'est retrouvée dans l'une des situations suivante devrait faire l'objet d'un dépistage de l'iode radioactif en cause:

1. A été exposée à un déversement d'iode 125 ou d'iode 131 volatils dont l'activité dépasse 2 MBq;
2. A subi une contamination externe à l'iode 125 ou à l'iode 131; ou
3. A travaillé à moins de deux mètres d'une personne dont les résultats de dépistage sont égaux ou supérieurs à 1 kBq, s'ils y travaillaient à l'intérieur un délai d'une heure suivant le moment d'exposition présumé.

7.0 CHOIX DES INSTRUMENTS

Le détecteur à scintillation est le type de détecteur le plus courant utilisé pour mesurer l'iode radioactif dans la thyroïde. Il comprend habituellement une sonde qui contient généralement un cristal d'iodure de sodium (NaI) qui est conjuguée à un compteur, un analyseur scalaire, et un débitmètre, un analyseur multi-canaux ou un analyseur de spectre. Les systèmes peuvent être aussi simples qu'un détecteur portatif qui affiche ses résultats en coups par unité de temps, ou aussi sophistiqués qu'un système de spectroscopie gamma qui génère le spectre d'énergie de l'isotope puis quantifie l'activité totale.

Au moment de choisir un instrument, il est souhaitable de lire attentivement les spécifications de l'équipement ou de consulter le fabricant pour s'assurer que la sonde et le détecteur sont capables de détecter l'iode radioactif en question. Pour de plus amples renseignements sur le choix du détecteur d'iode 125 ou d'iode 131, consulter le document de l'association canadienne des technologues en radiation médicale intitulé : *Thyroid Monitoring Part VI: Choosing a Detector for Either I-125 and/or I-131*.

Le détecteur à cristal de NaI se présente sous diverses formes et configurations selon l'usage auquel il est destiné et selon sa sensibilité. Au moment de choisir un détecteur au NaI, le titulaire de permis devrait tenir compte des éléments suivants :

1. L'énergie gamma de l'isotope d'iode radioactif de l'iode qu'il souhaite mesurer;
2. L'épaisseur du cristal de NaI;
3. Le diamètre du cristal de NaI; et
4. Le matériau constituant la fenêtre et la configuration de la sonde.

7.1 Épaisseur du cristal

L'épaisseur requise du cristal de NaI varie selon le type d'isotope d'iode radioactif que l'on veut mesurer.

Pour ce qui est de la détection et de la mesure de l'iode 125, un cristal mince permet généralement de détecter efficacement les photons de faible énergie émis par l'iode 125. Habituellement, des cristaux de NaI d'une épaisseur approximative de 1 mm sont utilisés pour mesurer les émetteurs de photons de faible énergie comme celle de l'iode 125.

Réciproquement, un cristal plus épais est requis pour la détection efficace des photons de plus grande énergie émis par l'iode 131. Un cristal d'une épaisseur d'environ 25 mm est recommandé pour détecter l'iode 131.

7.2 Diamètre du cristal

Un autre facteur à considérer est le diamètre du cristal. Lorsque le diamètre est grand, l'efficacité du comptage est plus grande. Cela permet également de réduire les erreurs qui pourraient résulter de certaines variables comme les distances entre le cou et le détecteur, le mauvais alignement du détecteur avec la thyroïde et la taille de la thyroïde. Cependant, un détecteur de grand diamètre augmentera les lectures du rayonnement de fond.

7.3 Matériau constituant la fenêtre de la sonde

Le troisième facteur dont il faut tenir compte est le matériau constituant la fenêtre de la sonde. Pour les photons de faible énergie émis par l'iode 125, le matériau de la fenêtre, tel que le Mylar ou le béryllium, doit être suffisamment mince pour laisser les photons émis par l'iode 125 traverser le cristal.

Dans le cas où une sonde est requise pour détecter à la fois l'iode 125 et l'iode 131, l'épaisseur du cristal doit être suffisamment grande pour détecter l'iode 131, et l'on doit utiliser un matériau de fenêtre assez mince pour laisser pénétrer l'iode 125.

Le tableau 3 résume les spécifications recommandées pour le détecteur d'iode 125 et d'iode 131.

Tableau 3 : Sommaire des spécifications des détecteurs

Spécification	Iode 125	Iode 131
Épaisseur minimale du cristal [millimètres (mm)]	1	25
Diamètre minimal du cristal [millimètres (mm)]	25	25
Matériau constituant la fenêtre de la sonde	Mylar ou béryllium	aluminium ou acier inoxydable
Plage type d'énergie du détecteur	20 à 200 keV	≥ 40 keV

8.0 MÉTHODE DE DÉPISTAGE

8.1 Installation

Pour installer un système de comptage :

1. Déployer le système de comptage dans une zone de faible rayonnement de fond, ou à tout le moins de rayonnement de fond non variable;
2. S'assurer que l'équipement est installé conformément aux spécifications du fabricant;
3. Déterminer le taux de comptage du rayonnement de fond en utilisant un fantôme cervical (idéalement comprenant du potassium);
4. Étalonner le système en suivant la procédure indiquée à l'annexe B;
5. Calculer et enregistrer le taux de comptage équivalent à 1 kBq et à 10 kBq dans le registre de dépistage (voir l'annexe C pour un exemple de registre de dépistage); et
6. Vérifier l'installation à chaque fois que le système ou que l'emplacement est changé afin de confirmer qu'elle est adéquate ou pour apporter les modifications appropriées.

8.2 Vérifications quotidiennes du contrôle de la qualité

Pour vérifier le rayonnement de fond ambiant et la reproductibilité du taux de comptage du système, les mesures suivantes devraient être prises chaque jour que le système de comptage est utilisé :

1. Mesurer et enregistrer le taux de comptage du rayonnement de fond, en accumulant au moins 400 coups;
2. Mesurer et enregistrer le taux de comptage net d'une source étalon; et
3. S'assurer que les taux de comptage du rayonnement de fond et de la source étalon sont enregistrés de manière à ce que les écarts par rapport à la norme soient observés sur-le-champ. (Voir annexe D pour une méthode d'enregistrement des taux de comptage sous la forme de tableaux de contrôle.)

À titre de pratiques exemplaires, le titulaire de permis devrait également vérifier annuellement les contrôles en participant à un programme de comparaisons interlaboratoires sur la thyroïde, comme celui de Santé Canada, décrit dans le rapport technique du Laboratoire de surveillance humaine intitulé : *Programme de comparaisons interlaboratoires sur la thyroïde*[1].

8.3 Mesures du dépistage

Pour effectuer une mesure de dépistage :

1. Mesurer le taux de comptage du rayonnement de fond de la personne en effectuant la mesure sur le bas de sa cuisse. Bien qu'une mesure sur la cuisse simule l'iode qui pourrait se trouver dans le système cardio-vasculaire, il convient de noter que certains instruments de détection ne permettent pas d'effectuer une mesure sur la cuisse. En outre, les mesures effectuées sur la cuisse peuvent être faussées dans les cas où les vêtements ou la peau sont contaminés. Une autre méthode pour mesurer le rayonnement de fond est l'utilisation d'un fantôme cervical (contenant idéalement du potassium). Si la mesure du rayonnement de fond est plus élevée que la normale, vérifier s'il y a contamination et répéter la mesure, au besoin;
2. Enregistrer la lecture dans le registre de dépistage;
3. Mesurer le taux de comptage de la personne résultant de l'activité de la thyroïde;
4. Enregistrer la lecture dans le registre de dépistage;
5. Comparer le résultat aux niveaux d'enquête et de signalement enregistrés sur le registre de dépistage; et
6. Selon les résultats de la mesure, prendre les mesures appropriées en se basant sur les options indiquées à la section 10 et compléter le registre de dépistage.

9.0 PÉRIODE DE SURVEILLANCE

Le dépistage de l'iode 125 et de l'iode 131 dans la thyroïde des travailleurs et des personnes qui rencontrent les critères de participation au dépistage (voir section 6.0) devrait être réalisé entre un et cinq jours après l'exposition.

10.0 VALIDATION DES RÉSULTATS DU DÉPISTAGE

10.1 Niveau général — Résultats des mesures ≥ 1 kBq

Pour tous les résultats des mesures de dépistage égaux ou supérieurs à 1 kBq, le titulaire de permis devrait :

1. Vérifier si la méthode de dépistage décrite au paragraphe 8.3 a été suivie;
2. Au besoin, faire les corrections nécessaires et répéter les mesures;
3. Dans le cas où le résultat de la mesure serait toujours égal ou supérieur à 1 kBq, vérifier si les vêtements ou la peau ont été contaminés;
4. Si les vêtements ou la peau sont contaminés, enlever les vêtements contaminés ou décontaminer la peau et répéter la mesure;
5. Si le résultat de la mesure est toujours égal ou supérieur à 1 kBq, suivre les étapes mentionnées aux paragraphes 10.2 ou 10.3, s'il y a lieu; et
6. Soumettre à un dépistage toutes les personnes qui travaillaient à proximité d'une personne dont le résultat est égal ou supérieur à 1 kBq.

10.2 Niveau d'enquête — Résultats de la mesure ≥ 1 kBq et < 10 kBq

Pour tous les résultats des mesures de dépistage égaux ou supérieurs à 1 kBq et inférieurs à 10 kBq, le titulaire de permis devrait :

1. Valider les résultats conformément au paragraphe 10.1;
2. Réaliser une enquête interne visant à déterminer et à corriger la cause des résultats du dépistage;
3. Enregistrer les résultats;
4. Corriger toute lacune relevée pendant l'enquête; et
5. Enregistrer l'événement dans le rapport annuel sur la conformité.

10.3 Niveau de signalement — Résultats des mesures ≥ 10 kBq

Dans le cas de l'iode 125 et de l'iode 131, un résultat de 10 kBq est à peu près égal à une dose de 1 mSv. L'article 16 du *Règlement sur la radioprotection* stipule que le titulaire de permis qui apprend qu'une dose de rayonnement reçue par une personne, un organe ou un tissu, et engagée à leur égard, peut avoir dépassé une limite de dose applicable (p. ex. 1 mSv par année pour un travailleur autre qu'un TSN) doit aviser immédiatement la CCSN. Dans le cas des TSN, il est recommandé de suivre les étapes ci-dessous, car elles sont conformes aux directives présentées dans le Guide d'application de la réglementation G-91, *Contrôle et enregistrement des doses de rayonnement aux personnes*[2]. En particulier, le guide G-91 recommande d'évaluer la dose imputable à chaque composante susceptible d'être à l'origine d'une dose supérieure à 1 mSv par année.

Pour tous les résultats des mesures de dépistage égaux ou supérieurs à 10 kBq, le titulaire de permis devrait :

1. Valider les résultats conformément au paragraphe 10.1;
2. Aviser immédiatement la CCSN, dans le cas d'un résultat pour une personne autre qu'un TSN;
3. Demander à une personne autorisée par la CCSN de réaliser un essai biologique visant à détecter l'iode radioactif—s'il n'y a pas de personne autorisée disponible, le titulaire de permis devrait demander une approbation à la CCSN afin de permettre à quelqu'un d'autre de réaliser des essais biologiques;
4. Utiliser les résultats des essais biologiques afin d'estimer la dose efficace engagée;
5. Réaliser une enquête interne visant à déterminer et à corriger la cause des résultats du dépistage, y compris la surveillance de la zone et la surveillance de la contamination sur le site de l'incorporation de l'iode radioactif, s'il y a lieu ; et
6. Enregistrer l'événement dans le rapport annuel sur la conformité.

11.0 REGISTRE DU DÉPISTAGE

Le titulaire de permis devrait tenir un registre des résultats du dépistage (thyroïdien).
L'annexe C présente un exemple de registre de dépistage (thyroïdien).

GLOSSAIRE

Activité thyroïdienne

Quantité de radionucléide qui s'est déposée dans la thyroïde.

Autres personnes

Les autres personnes sont celles qui sont présentes à l'installation où l'activité autorisée est réalisée mais qui n'effectuent pas les activités mentionnées dans le permis.

Becquerel

L'unité SI pour mesurer la radioactivité d'une substance nucléaire.

Charge thyroïdienne

Quantité de radionucléide qui s'est déposée dans la thyroïde.

Demi-vie effective

Période requise pour que la quantité d'une substance radioactive présente dans le corps décroisse de la moitié de la quantité initiale, par l'action combinée de la désintégration radioactive et de l'élimination biologique.

Dépistage

Surveillance des travailleurs en vue de détecter la présence d'iode radioactif introduite dans la thyroïde donnant une indication de l'incorporation globale dans le corps sans avoir pour objectif une l'évaluation quantitative de la dose absorbée.

Dose équivalente (H_T)

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

Dose efficace (E)

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

Essai biologique visant à détecter l'iode radioactif

Mesure de la quantité d'iode radioactif dans le corps à des fins de contrôle de la dose efficace engagée.

Incorporation

Quantité de matières radioactives introduite dans le corps par le nez, la bouche, la peau ou une plaie.

Iode radioactif

Substance renfermant de l'iode radioactif sous forme chimique ayant une voie métabolique semblable à celle de l'iodure, comme des composés inorganiques et des formes métaboliques de l'iode organique qui sont décomposées *in vivo*; cela comprend les radionucléides suivants : iode 125 et iode 131.

Sievert

Unité de la dose équivalente, de la dose efficace et de la dose efficace engagée (DEE). Un sievert est défini comme étant un joule d'énergie absorbée par kilogramme de tissu, multiplié par un facteur de pondération approprié, sans dimension. Voir également « dose équivalente » et « dose efficace ».

Source étalon

Source radioactive caractérisée par l'activité des radionucléides par le Conseil national de recherches du Canada, ou un autre laboratoire national de normalisation pour les mesures de la radioactivité et publiée avec un certificat qui donne les résultats de la caractérisation.

Travailleur

Un travailleur est une personne qui effectue un travail mentionné dans un permis.

TSN

Travailleur du secteur nucléaire, tel que défini à l'article 2 de la LSRN, soit « Personne qui, du fait de sa profession ou de son occupation et des conditions dans lesquelles elle exerce ses activités, si celles-ci sont liées à une substance ou une installation nucléaire, risque vraisemblablement de recevoir une dose de rayonnement supérieure à la limite réglementaire fixée pour la population en général ».

Volatil(e)

Se dit d'une substance qui peut s'évaporer à des températures et pressions normales.

RÉFÉRENCES

1. Burns, L. C., et al., *The Thyroid Intercomparison Program*, Human Monitoring Laboratory Technical Report, HMLTD-88-3, Health Canada, 1996, Ottawa.
2. Commission canadienne de sûreté nucléaire, *Contrôle et enregistrement des doses de rayonnement aux personnes*, Guide d'application de la réglementation G-91-2003, Ottawa.
3. Health Physics Society, *American National Standard -Design of Internal Dosimetry Programs*, ANSI/HPS N13.39-2001, McLean, Virginia.
4. Kramer, G. H., and Meyerhof, D. P., *The Canadian National Calibration Reference Centre for In-Vivo Monitoring: Thyroid Monitoring Part III: A Basic Calibration Procedure for Thyroid Monitoring*, *Canadian Journal of Medical Radiation Technology* 25, 2 (1994): 61-63, Ottawa.

RENSEIGNEMENTS ADDITIONNELS

Les documents suivants contiennent des renseignements additionnels qui pourraient présenter de l'intérêt pour les personnes participant à la conception et à la mise en œuvre d'un programme de dépistage de l'iode radioactif déposé dans la thyroïde:

1. Becker, D. V., et al., Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Thyroid Uptake Measurement, Society of Nuclear Medicine, 1999, Reston, Virginia.
2. Health Physics Society, *Performance Criteria for Radiobioassay*, N13.30-1996, McLean, Virginia.
3. International Commission on Radiological Protection (ICRP), *Radionuclide Transformations, Energy and Intensity of Emissions*, ICRP Publication 38, Annals of the ICRP (1983): 11-13, Oxford, UK.
4. Kramer, G. H., and Yiu, S., *Thyroid Monitoring Part VI: Choosing a Detector for Either I-125 and/or I-131*. Canadian Journal of Medical Radiation Technology 27, 2, (1996): 74-79, Ottawa.
5. Kramer, G. H., and Yiu, S., *Examination of the Effect of Counting Geometry on I-125 Monitoring using MCNP*, Health Physics Journal 72, 3 (1997): 465-470, Hagerstown, Maryland.
6. National Radiological Protection Board, *LUDEP 2.0 -Personal Computer Program for Calculating Internal Doses Using the ICRP Publication 66 Respiratory Tract Model*, NRPB-SR287-2000, Chilton, UK.

ANNEXE A

COMPOSÉS D'IODE RADIOACTIF VOLATIL

Les composés d'iode radioactif volatil comprennent les composés tels que l'iodure de sodium (NaI) et l'iode radioactif sous forme dissociée. La volatilité des composés d'iode radioactif peut augmenter lors de l'acidification ou de la congélation. .

Les activités au cours desquelles il peut y avoir rejet d'iode radioactif comprennent l'ouverture des contenants de solutions-mères de réactifs ou de colis contenant des capsules employées à des fins thérapeutiques ou de diagnostic, ou encore le travail à proximité de ces emballages une fois qu'ils ont été ouverts. Ainsi, les capsules données aux patients dans le cadre de tests de diagnostic ou à des fins thérapeutiques sont considérées comme contenant de l'iode radioactif sous forme volatile.

L'ajout d'antioxydants, comme le thiosulfate de sodium, à des solutions marquées ou à des solutions de NaI, permet de limiter la décomposition et de diminuer la volatilité. En outre, l'utilisation de solutions d'iode radioactif diluées réduit la décomposition radiolytique. Les trousse d'essai radio-immunologique contiennent de faibles quantités I-125 sous forme non-volatile.

ANNEXE B

ÉTALONNAGE DE L'INSTRUMENT

B.1 Généralités

Tout équipement et tous les instruments utilisés pour le dépistage de l'iode dans la thyroïde devraient être maintenus en bon état de fonctionnement et devraient être calibrés avant chaque utilisation. L'étalonnage devrait être réalisé pour l'isotope étudié dans des conditions imitant la thyroïde du cou. Un exemple de procédure d'étalonnage figure dans le document intitulé : *Thyroid Monitoring Calibration Part III: A Basic Procedure for Thyroid Monitoring* [4]. Une fois installé (conformément à la section 8.1), l'équipement de mesure devrait être étalonné dans les cas où la mesure du contrôle de qualité se situe à l'extérieur des limites de contrôle, tel qu'indiqué à l'annexe C. En outre, l'équipement de mesure devrait être étalonné de nouveau avant d'être remis en service s'il a subi des changements importants qui pourraient avoir des effets néfastes sur la précision, l'exactitude et la fiabilité des mesures, par exemple si l'équipement a été réparé ou remplacé.

B.2 Efficacité

Pour déterminer l'efficacité du détecteur, mesurer l'activité d'une source étalon traçable pour le radio-isotope en cause. La formule suivante est utilisée pour calculer l'efficacité:

$$E = (C - F)/A$$

où

E est l'efficacité en coups par seconde (cps) par becquerel (Bq);

C est le nombre de coups mesurés par unité de temps en provenance de la source étalon, en cps;

F est le taux de comptage du rayonnement de fond, en cps;

A est l'activité connue de la source étalon, traçable dans le laboratoire national d'étalonnage avec une précision de 5 % (1σ , ou écart type), en Bq.

Le titulaire de permis devrait s'assurer que lorsqu'une source étalon d'iode ¹³¹I ou d'iode ¹²⁵I est utilisée, l'activité de la source est corrigée pour tenir compte de la désintégration au jour de l'étalonnage.

Les paramètres d'instrument et de mesure utilisés pour déterminer l'efficacité du comptage doivent être les mêmes que ceux utilisés pour le dépistage de routine. Pour obtenir la meilleure efficacité possible, on doit placer le détecteur le plus près possible de la thyroïde. Cependant, en raison des variations dans la profondeur, la taille, la forme et

la position de la thyroïde, des incertitudes importantes peuvent être introduites dans l'estimation de l'activité. Une telle erreur peut être réduite en augmentant la distance entre le cou et le détecteur. Chaque système possède sa propre distance optimale qui constitue un compromis entre une bonne efficacité et la réduction de l'erreur, mais en règle générale, une bonne distance entre le cou et le détecteur est de 12 centimètres.

Le titulaire de permis devrait s'assurer que le temps de comptage est suffisamment long à la fois pour la source étalon et pour le taux de comptage du rayonnement de fond, de manière à ce que l'erreur globale (1σ) dans le compte, soit inférieure à 5 %. Cela correspond à environ 400 coups bruts pour la mesure du rayonnement de fond.

B.3 Activité minimale détectable

L'activité minimale détectable (AMD) est la plus petite quantité de radioactivité pouvant être détectée avec une limite de confiance de 95 %. Le titulaire de permis devrait effectuer des mesures de manière à atteindre une valeur AMD de 1 kBq ou moins. La formule suivante est utilisée pour calculer une valeur AMD:

$$AMD = \frac{4,65\sqrt{F} + 3}{ET}$$

où

F est le nombre de coups total imputable au rayonnement de fond enregistrés durant le temps « T »;

E est l'efficacité en cps/Bq;

T est le temps en secondes.

B.3.1 Exemple de calcul de l'AMD

Si l'AMD d'un système n'est pas suffisamment basse —soit en raison d'une faible efficacité ou d'un rayonnement de fond élevé —on peut l'améliorer. Il suffit d'augmenter le temps de comptage ayant servi à la prise des mesures ou de diminuer le rayonnement de fond, ou les deux.

À titre d'exemple, prenons le cas de l'iode 125. Supposons que l'efficacité est de 0,0060 cps/Bq et que le compte du rayonnement de fond brut est de 400 coups; pour un temps de comptage de 300 secondes, on obtiendrait l'AMD suivante, à l'aide de l'équation de la section A.3 :

$$AMD = \frac{4,65\sqrt{F} + 3}{ET}$$

$$AMD = \frac{4,65\sqrt{400} + 3}{(0,0060)(300)}$$

$$AMD = 53 \text{ Bq}$$

La valeur résultante, 53 Bq, est acceptable pour l'iode 125.

Le temps de comptage utilisé pour surveiller le personnel n'a pas à être aussi long que le temps requis pour l'étalonnage. Dans l'exemple précédent, le rayonnement de fond est de 400 coups/300 secondes, ou de 1,3 cps. En supposant que le taux de comptage du rayonnement de fond est stable; un temps de comptage de 60 secondes donnerait alors lieu à environ 80 coups. Si l'on remplace ces nouveaux chiffres dans l'équation, nous obtenons une nouvelle valeur AMD.

$$AMD = \frac{4,65\sqrt{80} + 3}{(0,0060)(60)}$$

$$AMD = 124 \text{ Bq}$$

Cette valeur de 124 Bq est toujours acceptable pour l'iode 125.

B.4 Registres

Des registres précis d'étalonnage et d'entretien devraient accompagner le système de mesure. Les registres devraient également contenir les informations suivantes :

1. la date d'étalonnage;
2. la méthode de référence;
3. l'activité réelle de la source d'étalonnage et la date d'étalonnage;
4. les valeurs du rayonnement de fond (celles-ci devraient être comparées aux valeurs précédentes afin de détecter les changements);
5. l'AMD;
6. l'efficacité calculée; et
7. la signature d'autorisation.

ANNEXE C

EXEMPLE DE REGISTRE POUR LE DÉPISTAGE DE L'IODE 131 (THYROÏDIEN)

Un exemple de registre pour le dépistage de l'iode 131 (thyroïdien) est fourni en Table C.1, sur la page suivante.

Table C.1: Exemple de registre pour le dépistage de l'iode 131 (thyroïdien)

Niveau d'enquête : _____ cps nets = 1 kBq de I-131

Niveau de signalement : > _____ cps nets = 10 kBq de I-131

Nom de l'employé : _____

Instrument utilisé : _____

Date de la mesure	Dernière utilisation de l'iode radioactif (date)	Taux de comptage du rayonnement de fond (cps)	Compte brut	Temps de comptage (en secondes)	Taux de comptage net (cps)	Technicien(ne) (initiales)	Action conséquente

ANNEXE D

TABLEAUX DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

D.1 Introduction

La présente annexe propose une méthode acceptable pour l'enregistrement du rayonnement de fond et du taux de comptage des sources étalons pour les vérifications aux fins du contrôle de la qualité.

D.2 Tableaux de contrôle

Préparer deux tableaux de contrôle, un pour chacune des vérifications, soit la vérification du rayonnement de fond et la vérification de la source étalon décrite au paragraphe 8.2. Chaque tableau de contrôle devrait indiquer les dates auxquelles les mesures ont été prises et les taux de comptage correspondants. Après environ vingt jours de comptage, on dispose de suffisamment d'observations pour estimer les écarts types pour les distributions. L'écart type peut être estimé à l'aide de l'équation suivante :

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (N_i - \bar{N})^2 \right]^{1/2}$$

où

S est l'écart type;

n est le nombre de mesures du rayonnement de fond ou de la source étalon;

N_i est le taux de comptage de chaque mesure individuelle;

\bar{N} est la moyenne des n mesures de N_i.

Le titulaire de permis devrait établir des limites de contrôle à $\pm 2S$ dans chaque tableau. Presque toutes les mesures de contrôle de la qualité (95 %) devraient se situer à l'intérieur des limites de contrôle.

Si une mesure de contrôle de la qualité du rayonnement de fond ou de la source étalon se situe à l'extérieur des limites de contrôle, répéter la mesure immédiatement. Si la mesure répétée se trouve également à l'extérieur des limites, vérifier les réglages de l'instrument. Enfin, si l'on ne trouve la cause de cette mesure, le titulaire de permis devra prendre des mesures correctrices, y compris étalonner à nouveau les instruments ou les réparer pour s'assurer que les mesures de contrôle de la qualité se situent à l'intérieur des limites de contrôle.

