Université de Sherbrooke

DIRECTIVE 2600-070

TITRE :	**GUIDE DE RADIOPROTECTION**	
ADOPTION :	Comité de direction de l'Université	Résolution : CD-2017-12-11-15
ENTRÉE EN VIGUEUR :	11 décembre 2017	
MODIFICATION :	Comité de direction de l'Université	Résolution : CD-2023-08-21-25

TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE **1**

PARTIE A. RESPONSABILITÉS LÉGALES ET ADMINISTRATIVES **2**

1. PARTAGE DES RESPONSABILITÉS **2**

1.1 Commission canadienne de sûreté nucléaire **2**
1.2 Université de Sherbrooke **2**
1.3 Comité universitaire de radioprotection **3**
1.3.1 Mandat du comité 3
1.3.2 Fonctions du comité 3
1.3.3 Composition du comité et durée du mandat des membres 4
1.4 Personne responsable de la radioprotection **4**
1.5 Directrice ou directeur de département ou de service **6**
1.6 Personne titulaire d'un permis interne **6**
1.7 Utilisatrice et utilisateur **8**
1.8 Sanctions **9**
1.8.1 Si la sécurité immédiate des personnes est en cause 9
1.8.2 Non-conformité dans l'application du programme de radioprotection 9
1.8.3 Résiliation d'un permis 10

PARTIE B. PROCÉDURES ET RÈGLES INTERNES **11**

2. PERMIS INTERNE **11**

2.1 Personne titulaire d'un permis interne **11**
2.1.1 Conditions pour être une personne titulaire d'un permis ou être une personne associée à une ou un titulaire 11
2.1.2 Obligation de détenir un permis 11
2.1.3 Personne associée à une ou un titulaire d'un permis interne 11
2.1.4 Responsabilités de la personne titulaire d'un permis interne 11
2.1.5 Absence prolongée de la personne titulaire d'un permis 12
2.2 Demande de permis **12**
2.3 Contenu du permis **12**
2.4 Renouvellement des permis **13**
2.5 Modification d'un permis **13**
2.6 Approbation, émission des permis et période de validité **13**
2.7 Déclassement d'un laboratoire **13**
2.8 Résiliation d'un permis **14**

2.9 Dossiers des personnes titulaires d'un permis 14

3. SURVEILLANCE ET FORMATION DU PERSONNEL 14

3.1 Personnes autorisées 14
3.1.1 Personnel régulier, étudiantes et étudiants des cycles supérieurs 14
3.1.2 Étudiantes et étudiants en stage 15
3.1.3 Registre central des personnes autorisées 15
3.2 Travailleuses et travailleurs du secteur nucléaire 15
3.3 Surveillance de l'exposition externe du personnel 15
3.3.1 Surveillance du rayonnement ambiant 15
3.3.2 Surveillance de l'exposition des personnes 16
3.4 Surveillance de l'exposition interne : essais biologiques 17
3.4.1 Rappel sur les quantités limites d'iode autorisées 17
3.4.2 Obligations de la personne titulaire et des utilisatrices ou des utilisateurs 17
3.4.3 Participation au programme - Fréquence des essais 18
3.4.4 Limites d'incorporation 18
3.5 Formation du personnel 18
3.5.1 Formation de base 18
3.5.2 Formation de rappel 19
3.5.3 Appareils contenant des sources scellées de catégorie I 19

4. ACHAT, RÉCEPTION ET TRANSPORT 19

4.1 Achats et contrôle des possessions 19
4.1.1 Responsabilité de la personne titulaire de permis 19
4.1.2 Procédure d'achat 19
4.1.3 Importation et exportation 20
4.1.4 Acquisition de sources non commerciales 20
4.1.5 Échanges de produits 20
4.1.6 Registre central des acquisitions 20
4.2 Réception des produits 20
4.2.1 Exigences de formation 20
4.2.2 Réception des marchandises (personnel de la réception) 21
4.2.3 Récupération et transport des colis radioactifs 21
4.2.4 Ouverture des colis radioactifs 21
4.3 Expédition et transport des produits radioactifs 22

5. ENTREPOSAGE 22

5.1 Sites d'entreposage 22
5.2 Contrôle de l'accès et sécurité 23
5.2.1 Entreposage dans les laboratoires désignés 23
5.2.2 Entreposage des résidus radioactifs 23
5.3 Rayonnement de fuite 23
5.4 Signalisation 23
5.5 Registre d'entreposage et d'utilisation 25
5.5.1 Composition du registre 25
5.5.2 Informations minimales requises pour chaque source 25
5.6 Autres conditions applicables à la tenue des sites d'entreposage 25

6. LOCAUX – LABORATOIRES : CLASSIFICATION ET AMÉNAGEMENT 25

6.1 Déclaration obligatoire 25
6.2 Classification et limites d'activité 26
6.2.1 Classification réglementaire 26
6.2.2 Classification interne 26
6.2.3 Limites d'activité autorisées 26
6.3 Conditions d'aménagement des laboratoires 27
6.3.1 Nouvelle construction 27
6.3.2 Nouvelle utilisation d'un local existant 27
6.3.3 Conditions minimales 27
6.4 Organisation du travail – tenue des laboratoires 28

6.5 Arrêt des activités et déclassement 28

7. MANIPULATIONS : RÈGLES DE SÉCURITÉ 28

7.1 Affiches de la CCSN 28
7.2 Rappel des règles obligatoires 28
7.2.1 Port du dosimètre personnel 28
7.2.2 Port du sarrau 28
7.2.3 Port de gants 28
7.2.4 Port des souliers fermés et des pantalons longs 29
7.2.5 Utilisation de revêtements absorbants 29
7.2.6 Identification des substances radioactives 29
7.2.7 Identification des appareils et du matériel dédié à la manipulation des radio-isotopes 29
7.2.8 Utilisation d'un contaminamètre 29
7.2.9 Interdictions 30
7.3 Organisation du travail 30
7.4 Utilisation des hottes chimiques et des enceintes de sécurité biologique 30
7.5 Autres précautions de base 30

8. CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION 31

8.1 Exigences de la CCSN 31
8.2 Procédures internes 32
8.2.1 Limites des niveaux de contamination 32
8.2.2 Méthode de contrôle 32
8.2.3 Fréquence des contrôles 32
8.2.4 Étendue des contrôles 32
8.2.5 En cas de contamination 33
8.3 Registre de vérification de la contamination 33

9. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES 34

9.1 Règles de base 34
9.2 Rejets dans l'environnement 35
9.3 Tri des matières résiduelles radioactives 35
9.3.1 Solides 35
9.3.2 Liquides 36
9.3.3 Fioles à scintillation 36
9.3.4 Sources 36
9.4 Empaquetage des colis de résidus radioactifs 36
9.4.1 Identification 36
9.4.2 Solides 37
9.4.3 Liquides 37
9.4.4 Fioles à scintillation 38
9.4.5 Sources 38
9.5 Procédures d'élimination 38
9.6 Registre d'élimination 38

10. PROCÉDURES : ANIMAUX RADIOACTIFS 38

10.1 Autorisation d'utiliser des animaux radioactifs 39
10.2 Utilisation des locaux des animaleries 39
10.2.1 Note de radioprotection 39
10.2.2 Obligations générales 39
10.3 Utilisation d'animaux radioactifs en dehors des animaleries 39
10.4 Précautions de base durant les manipulations 39
10.5 Procédure générale pour la gestion des matières résiduelles radioactives 40
10.6 Registre d'élimination 40

11. SOURCES SCELLÉES ET SOURCES INTÉGRÉES DANS UN APPAREIL 40

11.1 Définition 40
11.2 Déclaration obligatoire 41

11.3 Registre d'entreposage et d'utilisation des sources scellées 41
11.4 Achat et élimination 41
11.5 Vérification de l'étanchéité 41
11.5.1 Obligation de la personne titulaire de permis 41
11.5.2 Méthodes 42
11.6 Autres précautions 42
11.7 Sources non commerciales 42
11.8 Sources scellées de catégorie I 42
11.8.1 Plan de sécurité 42
11.8.2 Obligation de la personne titulaire de permis 43
11.8.3 Obligation des utilisatrices et utilisateurs 43

12. PROCÉDURES EN CAS D'URGENCE OU D'EXPOSITION OU DE CONTAMINATION ACCIDENTELLE 43

12.1 Principes de base 43
12.2 Urgence 44
12.3 En cas de déversement mineur (< 100 quantités d'exemption) 44
12.4 En cas de déversement majeur (> 100 quantités d'exemption) 45
12.4.1 Incidents sans contamination personnelle et sans composante radioactive volatile 45
12.4.2 Incidents avec rejet potentiel d'une substance radioactive volatile 45
12.5 Incidents mineurs ou majeurs avec contamination de personnes 45
12.6 Surexposition 46
12.7 Sécurité et sûreté des sources scellées de catégorie I 46

13. RÈGLES DE SIGNALISATION ET D'AFFICHAGE 46

13.1 Principe de base 47
13.2 Affichage de contrôle 47
13.2.1 Permis 47
13.2.2 Fiche des personnes autorisées 47
13.2.3 Affiches de la CCSN 47
13.2.4 Rappel - Autres documents non affichés 47
13.3 Signalisation de mise en garde 47
13.3.1 Affichage sur les zones de manipulation 47
13.3.2 Affichage sur les sites d'entreposage des sources 48
13.3.3 Appareils à rayonnement 48
13.3.4 Poubelles et contenants pour matières résiduelles radioactives 48
13.3.5 Échantillons radioactifs 49
13.3.6 Appareils, outils et matériel de laboratoire 49
13.4 Signalisation informative 49

PARTIE C. ÉLÉMENTS DE RADIOPROTECTION 50

14. DÉFINITIONS ET ÉLÉMENTS DE BASE 50

14.1 Principe ALARA 50
14.2 Substances radioactives 50
14.2.1 Types de rayonnement 50
14.2.2 Activité d'une source radioactive 51
14.2.3 Demi-vie 52
14.3 Doses de rayonnement : « l'exposition des personnes aux radiations » 52
14.3.1 Dose équivalente (mSv) 52
14.3.2 Dose efficace : « l'exposition au corps entier » 52
14.3.3 Doses maximums admissibles 53
14.3.4 Travailleuses et travailleurs du secteur nucléaire 53
14.4 Lois fondamentales de radioprotection 54
14.4.1 Activité manipulée 54
14.4.2 Durée d'exposition 54
14.4.3 Éloignement de la source 54
14.4.4 Écrans de protection 54

15. DONNÉES SUR LES RADIO-ISOTOPES 54

15.1 Données spécifiques sur les radio-isotopes 54
15.2 Choix des écrans de protection 64
15.2.1 Protection contre le rayonnement ambiant bêta 64
15.2.2 Protection contre le rayonnement ambiant X et gamma 64
15.3 Calcul de l'exposition au rayonnement ambiant 67
15.3.1 Charge de travail 68
15.3.2 Facteur distance 69
15.3.3 Exposition en millisievert (mSv) 69
15.3.4 Écrans de protection 69
15.3.5 Limites d'exposition visées 69
15.4 Fiches signalétiques des principaux radionucléides utilisés en sources ouvertes 70

16. RESPONSABILITÉ DE L'APPLICATION ET DE LA DIFFUSION DE LA DIRECTIVE 84

17. ENTRÉE EN VIGUEUR 84

ANNEXE 1. PERMIS INTERNE DE RADIO-ISOTOPE 85
ANNEXE 2. GUIDE DE LA PERSONNE TITULAIRE DU PERMIS 88
ANNEXE 3. REGISTRE D'ENTREPOSAGE ET D'UTILISATION DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES 90
ANNEXE 4. FICHE DES PERSONNES AUTORISÉES 91
ANNEXE 5. DÉCLARATION DU TITULAIRE DE PERMIS INTERNE DE POSSESSION ET D'UTILISATION DE RADIO-ISOTOPES 92
ANNEXE 6. AFFICHES DE SIGNALISATION 96
ANNEXE 7. FORMATION DE BASE EN RADIOPROTECTION 105
ANNEXE 8. LIGNES DIRECTRICES POUR LA MANUTENTION DES COLIS RADIOACTIFS 106
ANNEXE 9. LISTE DES QUANTITÉS RÉGLEMENTAIRES 107
ANNEXE 10. AFFICHE DE NIVEAU ÉLÉMENTAIRE 109
ANNEXE 11. AFFICHE DE NIVEAU INTERMÉDIAIRE 110
ANNEXE 12. AFFICHE DE NIVEAU SUPÉRIEUR 111
ANNEXE 13. VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION – INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES 112
ANNEXE 14. REGISTRE DE VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION 115
ANNEXE 15. ÉTIQUETTES – MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES 116
ANNEXE 16. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES (SOLIDES) 117
ANNEXE 17. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES (LIQUIDES) 118
ANNEXE 18. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES (AUTRES) 119
ANNEXE 19. ACCIDENT MATIÈRES DANGEREUSES (CAMPUS PRINCIPAL) 120
ANNEXE 20. ACCIDENT MATIÈRES DANGEREUSES (CAMPUS DE LA SANTÉ – CIUSSS DE L'ESTRIE-CHUS) 121
ANNEXE 21. ACCIDENT MATIÈRES DANGEREUSES (CAMPUS DE LA SANTÉ – Z5, Z7 ET Z8) 122
ANNEXE 22. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS PRINCIPAL (INCENDIE) 123
ANNEXE 23. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS DE LA SANTÉ (INCENDIE) 124
ANNEXE 24. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS PRINCIPAL (ALARME) 125
ANNEXE 25. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS DE LA SANTÉ (ALARME) 126
ANNEXE 26. DÉVERSEMENT DE RADIO-ISOTOPES 127

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Normes de rayonnement ambiant à respecter 16
Tableau 2. Niveaux d'activité de I-125, sous forme volatile ou non, au-delà desquels la participation aux essais biologiques est obligatoire 18
Tableau 3. Identification des sites d'entreposage 24
Tableau 4. Information sur le rayonnement ambiant 24
Tableau 5. Limites d'activité pour la classification des laboratoires 26
Tableau 6. Critères minimaux d'aménagement 27
Tableau 7. Nombre de désintégrations produites par une source par unité de temps 51
Tableau 8. Limites de doses de rayonnement équivalentes et efficaces dans la réglementation actuelle de la CCSN 53
Tableau 9. Données spécifiques sur les radio-isotopes 56
Tableau 10. Protection contre le rayonnement ambiant bêta 64
Tableau 11. Choix des écrans de protection 67

PRÉAMBULE

La première version du guide de radioprotection de la Faculté de médecine et des sciences de la santé a été approuvée par son comité de radioprotection à sa réunion du 19 novembre 1996.

La deuxième version du guide de radioprotection était une adaptation pour l'Université de Sherbrooke afin de tenir compte des règles concernant la sûreté et la réglementation nucléaires.

Cette version éclaircit certaines procédures et tient compte des modifications apportées aux règlements pris en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (la loi et ses règlements)[1].

Ce guide de radioprotection est un outil essentiel, requis par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN[2]), pour établir le programme de radioprotection de toute institution qui détient un permis de substances radioactives et définit les responsabilités et obligations de l'Université en tant que titulaire du permis institutionnel. Il établit le cadre de référence dont le comité universitaire de radioprotection entend se servir pour appliquer un programme de radioprotection uniforme pour toutes les activités effectuées en vertu du permis de radio-isotopes détenu par l'Université de Sherbrooke.

Ce guide s'adresse principalement à toutes les personnes titulaires d'un permis interne et à toutes les utilisatrices et tous les utilisateurs de produits radioactifs de l'Université de Sherbrooke.

La personne titulaire de permis interne est un individu, un département (département) ou un service (service) de l'Université de Sherbrooke qui est responsable des activités menées avec des radio-isotopes en vertu du permis interne. À moins qu'il ne soit mentionné qu'il s'agit du titulaire de permis institutionnel, toute référence à la « personne titulaire d'un permis », fait référence à la personne titulaire d'un permis interne.

La PARTIE A (chapitre 1), qui concerne le partage des responsabilités, décrit le fonctionnement organisationnel à l'Université de Sherbrooke en ce qui a trait à la radioprotection. Il est essentiel que les titulaires d'un permis interne (section 1.6) et les personnes utilisatrices (section 1.6, point 29) lisent attentivement les parties qui les concernent.

La PARTIE B (chapitres 2 à 13) présente les procédures et règles, chaque chapitre couvrant un aspect pratique du travail et des mesures de contrôle. Cette partie du guide doit devenir un outil de référence afin que chacune et chacun développe le réflexe, à chaque fois qu'un problème se pose, de consulter le guide au chapitre concerné.

La PARTIE C (chapitres 14 et 15) donne de l'information générale en matière de radioprotection et sur chaque radio-isotope. Il s'agit d'un complément devant permettre une meilleure compréhension et menant à une application plus judicieuse des règles de radioprotection.

La collaboration de toutes les intervenantes et de tous les intervenants est la première condition pour implanter et pour assurer le suivi du programme de radioprotection. En conséquence, chaque personne responsable d'un groupe (ou mieux, l'ensemble du groupe) doit prendre le temps d'étudier attentivement chaque chapitre du guide et apporter les améliorations nécessaires à ses méthodes de travail et de contrôle. Ce guide sert à pratiquer une gestion proactive de la radioprotection.

Disponibilité du guide

Le *Guide de radioprotection* (Directive 2600-070) est disponible sur le site de l'Université de Sherbrooke[3]. En cas de disparités entre la version française et la version anglaise du guide, la version française a préséance.

[1] http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/N-28.3
[2] http://nuclearsafety.gc.ca/fra/
[3] https://www.usherbrooke.ca/decouvrir/a-propos/documents-officiels/directives-normes-procedures

PARTIE A. RESPONSABILITÉS LÉGALES ET ADMINISTRATIVES

1. PARTAGE DES RESPONSABILITÉS

1.1 Commission canadienne de sûreté nucléaire

La CCSN est l'organisme fédéral chargé de l'application de la loi et ses règlements. Pour réaliser son mandat, elle prépare et révise régulièrement des documents d'information, de consultation et de réglementation.

Après évaluation du dossier présenté dans le cadre d'une demande de permis, la CCSN autorise l'émission d'un permis de radio-isotopes à des conditions spécifiques et assujetti à l'ensemble de la réglementation.

La CCSN évalue régulièrement si le titulaire d'un permis institutionnel se conforme à la réglementation et aux conditions inscrites sur son permis. Si le degré de conformité n'est pas suffisant, elle :

- soumet des recommandations ou exige des modifications immédiates en émettant des avis écrits ou des ordres;
- impose des sanctions administratives pécuniaires au titulaire de permis institutionnel ou à toute autre personne visée par la loi et ses règlements;
- résilie le permis en cours (menant automatiquement à une interdiction de possession et d'utilisation de toutes substances radioactives) et oblige ainsi le titulaire de permis institutionnel à soumettre une nouvelle demande;
- intente contre le titulaire de permis institutionnel une poursuite judiciaire en vertu de la loi et ses règlements.

Les sujets couverts par la réglementation

Le mandat de la CCSN couvre la radioprotection découlant exclusivement de l'usage des radio-isotopes de source artificielle sous toutes les formes. La réglementation fédérale ne touche pas les radio-isotopes de source naturelle, de même que les sources de rayonnement non radioisotopiques (ex. appareils à rayons X).

En s'appuyant sur les règlements, la CCSN peut intervenir sur tous les aspects de la radioprotection qui peuvent contribuer à l'exposition aux radiations des employées et des employés du détenteur du permis institutionnel (section 1.2), des autres personnes présentes sur les lieux de travail et de la population.

La réglementation veut assurer que des procédures de contrôle suffisantes s'appliquent, entre autres à :

a) la possession des produits radioactifs (contrôle des achats, entreposage des produits);
b) l'utilisation (règles de manipulation, procédures en cas d'urgence);
c) l'élimination des produits incluant les rejets dans l'environnement;
d) l'aménagement des lieux de travail (conception, matériel de protection, affichage des mises en garde);
e) la surveillance de l'exposition des personnes (taux de rayonnement ambiant, contrôle de la contamination, dosimétrie du corps entier, essais biologiques);
f) la formation des utilisatrices et des utilisateurs;
g) l'emballage et l'étiquetage durant le transport.

1.2 Université de Sherbrooke

L'Université de Sherbrooke agit comme demandeur auprès de la CCSN étant responsable de la demande de permis. Comme organisation, elle est ainsi l'autorité reconnue par la CCSN pour administrer le permis institutionnel dont elle est détentrice (titulaire de permis institutionnel). Ce type de permis permet une utilisation globale des substances radioactives et permet de couvrir l'ensemble des besoins de la recherche.

La vice-rectrice ou le vice-recteur responsable de la recherche agit comme mandataire du demandeur auprès de la CCSN. Au sein de l'Université, elle ou il a le pouvoir d'affecter des

ressources humaines et financières pour le maintien de la conformité des exigences réglementaires du permis institutionnel.

Ce permis couvre toutes les activités effectuées à l'Université de Sherbrooke, à l'intérieur ou non de ses constituantes légales ou affiliées, découlant d'un permis interne. Ce permis n'autorise l'utilisation de radio-isotopes que pour les études de laboratoire; **en aucun cas l'utilisation de radio-isotopes chez l'humain n'est autorisée**. Il réglemente la possession et l'utilisation des radio-isotopes sous forme de :

a) sources ouvertes (non scellées) sous tout état;
b) sources scellées libres (incluses dans des montages ou utilisées pour fin d'étalonnage);
c) sources scellées intégrées à des appareils.

La Division de la santé et de la sécurité en milieu de travail et d'études (Division SSMTE) du Service de la mobilité, de la sécurité et de la prévention est l'autorité désignée par l'Université de Sherbrooke pour appliquer un programme de radioprotection conforme aux exigences de la CCSN. La coordination des dossiers de radioprotection de l'Université est assurée par la Division SSMTE, qui relève de la vice-rectrice ou du vice-recteur responsable de la recherche.

En regard du permis institutionnel, toute communication avec la CCSN et tout compte rendu ou rapport du comité universitaire de radioprotection doivent être acheminés à la direction de la Division SSMTE. Le personnel chargé de la radioprotection regroupe la personne responsable de la radioprotection de l'Université, les conseillères et conseillers en radioprotection et les techniciennes et techniciens en gestion des matières dangereuses.

1.3 Comité universitaire de radioprotection

Une obligation rattachée au permis institutionnel est la mise sur pied d'un comité universitaire de radioprotection formé de représentantes et représentants de chacune des facultés.

1.3.1 Mandat du comité

Le mandat du comité est de :

- voir à ce que les utilisatrices et les utilisateurs de radio-isotopes possèdent la formation et l'expérience suffisantes pour manipuler les radio-isotopes en conformité avec les normes et les exigences du programme de radioprotection de la CCSN;
- faire en sorte que le matériel et les installations appropriés soient en place et conformes aux normes réglementaires de la CCSN;
- veiller au respect par les utilisatrices et les utilisateurs de l'ensemble des exigences réglementaires, environnementales et institutionnelles en ce qui a trait à l'utilisation des matières radioactives et, si les circonstances le justifient, recommander d'interdire l'usage de ces dernières;
- s'assurer que les doses de rayonnement ionisant de toute utilisatrice ou tout utilisateur soient maintenues au niveau le plus faible possible et se situent à l'intérieur des normes prévues par la CCSN;
- faire les recommandations pertinentes afin que les ressources suffisantes soient affectées au programme de radioprotection.

1.3.2 Fonctions du comité

Dans le cadre de ce mandat et de façon plus spécifique, le comité a pour fonctions **:**

- d'établir les normes relatives à la formation et à l'expérience des utilisatrices et des utilisateurs de substances radioactives;
- de mettre en place un programme de formation approprié pour les utilisatrices et les utilisateurs de matières radioactives ou les personnes susceptibles d'y être exposées;
- de désigner les personnes devant être identifiées comme travailleuses ou travailleurs du secteur nucléaire au sens de la réglementation de la CCSN;
- d'agir comme comité consultatif relativement aux problèmes liés aux matières radioactives et aux risques en découlant;
- de traiter toutes les demandes de permis internes pour l'utilisation de matières radioactives à l'Université et les autoriser, lorsque l'évaluation de la demande est positive;

- de réviser annuellement l'ensemble du programme de radioprotection de façon à assurer l'utilisation sécuritaire des radio-isotopes conformément à la réglementation de la CCSN et, en conséquence, le comité est chargé de mettre à jour la PARTIE B, la PARTIE C et toutes les annexes du présent guide.
- de recevoir les rapports de la personne responsable de la radioprotection et recommander les mesures appropriées;
- de conserver le compte rendu des réunions, les recommandations ou les décisions, les mesures, les rapports d'incidents ou d'événements inhabituels afin de pouvoir fournir à la CCSN les informations requises à ces sujets;
- de recommander à l'établissement les ressources nécessaires à l'instauration et au maintien d'un programme de radioprotection conforme aux normes de la CCSN;
- d'approuver la conception des nouveaux laboratoires s'ils sont conformes aux normes proposées par la CCSN;
- de tenir au moins deux (2) réunions par année.

1.3.3 Composition du comité et durée du mandat des membres

Le comité est formé des personnes suivantes :

- au moins une représentante ou un représentant par département parmi les professeures utilisatrices et les professeurs utilisateurs de substances radioactives;
- une personne représentant les animaleries;
- une représentante ou un représentant étudiant;
- une représentante ou un représentant des coordonnatrices et coordonnateurs des laboratoires d'enseignement qui utilisent des produits radioactifs;
- la ou les personnes responsables de la radioprotection à l'Université de Sherbrooke;
- la vice-doyenne ou le vice-doyen responsable de la recherche à la Faculté de médecine et des sciences de la santé, qui préside d'office;
- la directrice ou le directeur de la Division SSMTE.

Les quatre premières personnes sont nommées par le comité de direction de l'Université, sur recommandation de la vice-rectrice ou du vice-recteur responsable de la recherche, pour un mandat de deux ans.

1.4 Personne responsable de la radioprotection

Nonobstant l'appellation réglementaire du responsable de la radioprotection, dans le présent guide, la mention de la personne responsable de la radioprotection fait référence à toute personne partageant les responsabilités du titre en question. Il s'agit habituellement des personnes qui occupent le poste de conseillère ou de conseiller en radioprotection au sein de la Division SSMTE.

Désignée signataire autorisée par l'Université, la personne responsable de la radioprotection est le principale interlocutrice lors des communications avec la CCSN. Elle est chargée d'administrer le permis institutionnel sous l'autorité de la vice-rectrice ou du vice-recteur responsable de la recherche et de concert avec le comité universitaire de radioprotection. Elle voit à l'élaboration des politiques de contrôle liées à tous les aspects de la radioprotection et surveille l'application des règlements, procédures et recommandations adoptés par le comité universitaire de radioprotection.

Ses responsabilités sont les suivantes :

1. faire les demandes de modification et de renouvellement du permis institutionnel auprès de la CCSN;
2. assurer la rédaction et la révision périodique du *Guide de radioprotection* qui indique aux utilisatrices et aux utilisateurs toutes les procédures, recommandations et règlements à respecter;
3. assurer la rédaction d'un rapport annuel à l'intention de la CCSN, conformément au texte de réglementation en vigueur;
4. assurer la formation de toutes les utilisatrices et de tous les utilisateurs autorisés et du personnel qui les entoure selon les critères adoptés par le comité universitaire de radioprotection;
5. assurer l'évaluation et l'émission des permis internes;

6. sur demande des titulaires de permis ou à la suite de contrôles, apporter toutes les modifications des permis internes que rendent nécessaires des changements des conditions de travail qui ne correspondent plus aux données du permis original et soumettre, s'il y a lieu, ces modifications au processus d'évaluation du comité universitaire de radioprotection;
7. assurer la rédaction des notes de radioprotection pour chaque protocole prévoyant l'utilisation d'animaux;
8. assurer des visites de contrôle de conformité des permis dans tous les locaux où sont entreposées, utilisées ou évacuées des matières radioactives : avant chaque émission ou renouvellement de permis, pour les locaux de la personne titulaire de permis :
    - lors des modifications de permis, le cas échéant,
    - au minimum, une (1) fois par année;
9. assurer la production d'un rapport après chaque visite de contrôle, avec recommandations, à la personne titulaire du permis, à la présidente ou au président du comité universitaire de radioprotection et, s'il y a lieu, présenter le rapport lors d'une réunion du comité;
10. assurer l'application du programme de contrôle radiologique et de biodosage du personnel;
11. examiner les résultats de chaque rapport de l'exposition du personnel et des biodosages, et recommander, s'il y a lieu, des façons de réduire l'irradiation des personnes conformément au principe ALARA (section 14.1);
12. assurer la tenue d'une enquête à la suite de toute surexposition du personnel ou à la suite de tout incident pouvant mener à une surexposition des personnes et en faire, s'il y a lieu, rapport à la CCSN;
13. archiver toute la documentation relative à chaque titulaire de permis (copies des permis et permis révisés, rapports des visites de contrôle, etc.);
14. assurer la conservation des registres centralisés conformément à la réglementation en vigueur :
    - le registre central des acquisitions de matières radioactives,
    - le registre des rapports d'exposition du personnel,
    - le registre des résultats des biodosages,
    - le registre des laboratoires de radio-isotopes avec leur niveau,
    - le registre des personnes autorisées à manipuler des matières radioactives,
    - le registre des matières résiduelles radioactives;
15. assurer l'aliénation des documents conformément à la réglementation en vigueur et aviser la CCSN 90 jours avant leur destruction :
    - les rapports et registres, centralisés et maintenus par les titulaires de permis internes, sont conservés au moins un an après la date d'échéance du permis institutionnel,
    - les documents de formation des personnes autorisées sont conservés trois ans après leur départ de l'Université;
16. faire enquête lors de perte ou vol de matières radioactives, de toute défaillance de sûreté ou de sécurité, et conformément à la réglementation en vigueur, en aviser immédiatement la CCSN dans un rapport préliminaire et faire suivre le rapport complet dans les 21 jours suivant l'incident. Au besoin, aviser toute autre autorité pertinente;
17. superviser les procédures d'élimination des matières radioactives;
18. superviser, s'il y a lieu, les procédures de décontamination en cas de déversements;
19. s'assurer que les appareils de radioprotection opérationnels sont disponibles en nombre suffisant et sont étalonnés;
20. participer à la conception des installations et du matériel de protection;
21. participer à l'élaboration des procédures d'urgence institutionnelles pour les situations impliquant des matières radioactives;
22. être à la disposition des utilisatrices et des utilisateurs, leur proposer des pratiques et procédures de travail visant l'application du principe ALARA (section 14.1);
23. proposer au comité universitaire de radioprotection l'application de mesures disciplinaires en cas de non-conformité.

1.5 Directrice ou directeur de département ou de service

La directrice ou le directeur de département ou de service doit clairement aviser tous les membres du département ou du service que le respect des procédures et règlements contenus dans le présent guide et des politiques communiquées par le comité universitaire de radioprotection est exigé.

Elle ou il doit aviser les membres du personnel placés sous sa responsabilité et doit s'assurer qu'aucune activité impliquant la possession et l'utilisation de matières radioactives ne peut débuter ou être en cours si elle n'est pas autorisée par un permis interne de l'Université.

Elle ou il doit favoriser l'organisation du travail et l'utilisation des locaux de façon à faciliter l'application de la réglementation en portant une attention particulière à l'entreposage sécuritaire des matières radioactives, à l'aménagement et l'entretien des laboratoires et locaux où sont entreposées ou utilisées des matières radioactives.

Pour faciliter les contrôles de radioprotection :

- une seule personne responsable devrait être nommée (parmi les titulaires de permis) pour chaque local où sont entreposées ou utilisées des matières radioactives;
- si un local n'a pas de responsable désigné parmi les titulaires de permis, la directrice ou le directeur de département ou de service est automatiquement responsable de l'application de toutes les règles de radioprotection applicables à ce local.

En cas de sanctions émises par le comité universitaire de radioprotection ou dictées par la présidente ou le président du comité envers un membre d'un département ou d'un service, la directrice ou le directeur du département ou du service doit collaborer à l'application de ces sanctions.

1.6 Personne titulaire d'un permis interne

La personne titulaire d'un permis interne (ANNEXE 1) joue un rôle clé dans l'application du programme de radioprotection.

La personne titulaire d'un permis est reconnue par l'Université comme la personne responsable de l'application de toutes les conditions inscrites sur son permis interne, de toutes les procédures du présent guide et de toutes les politiques communiquées par le comité universitaire de radioprotection, et ce, pour tout le personnel, les étudiantes et les étudiants et les locaux placés sous sa responsabilité.

Pour être reconnue, « Titulaire de permis » ou « Personne associée à un titulaire » à la SECTION I du permis interne, la personne doit :

1. si elle est un individu :
    - être professeure ou professeur à l'Université, ou être une personne compétente de l'Université reconnue par le comité;

    si elle est un département ou un service:
    - être représentée par une personne compétente du département ou du service reconnue par le comité;
2. avoir une connaissance complète des procédures décrites dans ce guide et de toutes les conditions inscrites sur son permis;
3. avoir des connaissances suffisantes en matière de radioprotection relativement aux radio-isotopes utilisés. Ces personnes sont fortement encouragées à suivre le programme de formation en radioprotection de l'Université.

Pour faciliter sa tâche, la personne titulaire de permis devrait garder un dossier complet de toute la documentation relative à son permis. Comme aide-mémoire pratique, l'ANNEXE 2 présente le tableau des contrôles que la personne titulaire de permis doit exercer.

Les **responsabilités de la personne titulaire de permis** sont les suivantes :

1. s'assurer que les procédures du présent guide et toutes les conditions inscrites sur son permis sont respectées, entre autres :
    - s'assurer que seuls les radio-isotopes inscrits À LA SECTION IV a, b et c du permis sont entreposés et/ou utilisés dans les limites de possession et les limites d'activité par source individuelle autorisée,

- que tous les laboratoires ou locaux où sont entreposées ou utilisées des matières radioactives sont déclarés à la SECTION V du permis;

2. demander une modification du permis dans le cas où elle ne peut respecter les conditions inscrites aux SECTIONS IV et V du permis ou sur les fiches de laboratoire;
3. s'assurer que l'affichage réglementaire de base dans chaque laboratoire est conforme aux règles indiquées au chapitre 13 du présent guide;
4. s'assurer qu'une copie du présent guide est facilement accessible, en tout temps, à toutes les utilisatrices ou à tous les utilisateurs autorisés en vertu du permis;
5. s'assurer que seules les personnes inscrites sur la fiche des personnes autorisées utilisent des matières radioactives;
6. signaler le départ des personnes inscrites auprès de la personne responsable de la radioprotection;
7. veiller à ce que chaque nouvelle utilisatrice ou nouvel utilisateur, dès son arrivée, prenne connaissance du *Guide de radioprotection* et du contenu du permis;
8. veiller à ce que chaque utilisatrice et utilisateur participe au programme de formation en radioprotection de l'Université;
9. veiller à faire inscrire toute nouvelle utilisatrice ou tout nouvel utilisateur sur la fiche des personnes autorisées;
10. assurer la supervision des premières manipulations par du personnel compétent;
11. s'assurer que toute utilisatrice et tout utilisateur est inscrit au programme de surveillance de l'exposition, qu'elle ou il porte son dosimètre personnel et qu'elle ou il participe, s'il y a lieu, au programme de biodosage;
12. s'assurer que l'exposition d'une utilisatrice enceinte n'excède pas les limites indiquées dans le Tableau 8 (chapitre 14) et favoriser une répartition des tâches qui réduit les risques d'exposition pour cette personne;
13. désigner des aires précises pour la manipulation et l'entreposage des matières radioactives et s'assurer que ces aires soient tenues propres et munies des affiches de signalisation requises;
14. s'assurer que le débit de rayonnement ambiant soit réduit au minimum, qu'il ne dépasse pas les normes du présent guide (Tableau 1 – chapitre 3) et fournir le matériel de blindage au besoin;
15. s'assurer que le personnel applique les règles de manipulation (affichées dans les laboratoires) pour toute manipulation de matières radioactives;
16. veiller à ce que l'élimination des matières résiduelles radioactives respecte les procédures indiquées dans le chapitre 9;
17. tenir à jour un registre d'entreposage et d'utilisation pour chaque source non scellée en sa possession (ANNEXE 3);
18. tenir à jour un registre de chaque source scellée en sa possession, incluant les sources intégrées à un appareil;
19. veiller à ce que le matériel radioactif ne soit accessible qu'au personnel autorisé placé sous sa responsabilité;
20. s'assurer qu'un programme de vérification de la contamination est appliqué selon les critères spécifiés à la page 3 du permis;
21. tenir à jour un registre des résultats des vérifications de contamination;
22. tenir à jour un registre des essais de fuite sur les sources scellées, si requis;
23. veiller à ce que l'étalonnage de chaque procédure de mesure soit documenté au registre;
24. ses registres doivent être disponibles sur demande, tenus sous une forme qui en facilite la consultation et l'interprétation. Leur élimination et leur destruction ne sont autorisées que par la personne responsable de la radioprotection qui devra en aviser la CCSN;
25. obtenir une « Note de radioprotection » de la personne responsable de la radioprotection pour chaque projet impliquant l'administration de radio-isotopes à des animaux (chapitre 10);
26. fournir aux utilisatrices et aux utilisateurs le matériel de détection opérationnel jugé nécessaire;
27. aviser la personne responsable de la radioprotection de tout incident pouvant entraîner une exposition inhabituelle des personnes ou impliquant un déversement de matières radioactives;

28. aviser la personne responsable de la radioprotection de toute absence prolongée de sa part alors que les activités de son laboratoire sont maintenues;
29. s'assurer que toute utilisatrice et tout utilisateur de sources scellées de catégorie I se conforme aux exigences requises par le plan de sécurité (article 3.5.3 et section 11.8).

1.7 Utilisatrice et utilisateur

Dans ce guide, est désignée « utilisatrice ou utilisateur », toute personne qui manipule des matières radioactives. Ainsi, à l'Université :

a) aucune personne ne doit utiliser de matières radioactives à moins d'être inscrite comme utilisatrice ou utilisateur;
b) avant de commencer la manipulation de matières radioactives, toute nouvelle utilisatrice ou tout nouvel utilisateur doit obtenir l'autorisation de la personne responsable de la radioprotection et/ou être inscrit sur la fiche des personnes autorisées (ANNEXE 4);
c) en cas de doute ou de manque d'information relativement à l'utilisation sécuritaire d'un radio-isotope, l'utilisatrice ou l'utilisateur doit consulter la personne responsable de la radioprotection.

Les utilisatrices et les utilisateurs ont la responsabilité de :

1. suivre le programme de formation selon les critères du comité universitaire de radioprotection;
2. bien connaître le contenu du *Guide de radioprotection* et du permis auquel ils sont soumis;
3. porter leur dosimètre personnel pour la durée de l'utilisation et participer au programme de biodosage, si requis;
4. à chaque fois qu'une source est entreposée ou utilisée, consigner les données requises dans le registre d'entreposage et d'utilisation;
5. après chaque utilisation, remiser les sources dans les sites d'entreposage désignés par la personne titulaire du permis;
6. dans chaque laboratoire, ne manipuler que les radio-isotopes autorisés en respectant, en tout temps, les limites d'activité du laboratoire inscrites au permis;
7. appliquer des procédures qui font en sorte que leur travail ne comporte aucun risque inacceptable, pour elles-mêmes ou eux-mêmes ou pour les autres personnes, entre autres :
    - respecter les règles de radioprotection inscrites sur les affiches de la CCSN pour les laboratoires élémentaires, intermédiaires et supérieurs,
    - porter un sarrau attaché pour la durée des manipulations et, en tout temps, à l'intérieur d'un laboratoire intermédiaire et supérieur,
    - n'utiliser que les aires de manipulation désignées par la personne titulaire du permis et recouvrir les surfaces d'un revêtement absorbant jetable,
    - identifier d'une étiquette de mise en garde tout le matériel et les appareils servant à la manipulation des matières radioactives et étiqueter clairement tout stock de sources radioactives,
    - porter des gants pour toucher tout matériel, tout appareil ou toute source ainsi identifiés et ne toucher à rien d'autre sans avoir préalablement enlevé les gants,
    - vérifier régulièrement la contamination de leurs vêtements et de leurs mains et se laver les mains après chaque manipulation;
8. collaborer à la réalisation du programme de vérification de la contamination des locaux selon les indications de la personne titulaire de permis;
9. procéder à la décontamination immédiate dès qu'une contamination est observée;
10. aviser immédiatement la personne titulaire de permis et/ou la personne responsable de la radioprotection dès qu'il y a déversement et procéder à la décontamination dans les plus brefs délais à condition de pouvoir appliquer des méthodes sécuritaires (chapitre 12); s'il y a lieu, aviser aussitôt toute personne de l'entourage immédiat et composer le 511 (Campus de la santé) et le 811 (Campus principal) pour demander de l'assistance du personnel de la Division SSMTE;
11. éliminer toute matière radioactive en respectant les procédures du chapitre 9 de ce guide, les recommandations de la Division SSMTE et en utilisant exclusivement les poubelles et contenants désignés et bien identifiés à cet effet;
12. en dehors des heures de travail ou lorsqu'inoccupé, verrouiller :

- toute enceinte d'entreposage située hors d'un local,
- tout laboratoire ou local contenant des matières radioactives;

13. une utilisatrice enceinte doit aviser la personne titulaire de permis de son état ainsi que la personne responsable de la radioprotection;
14. aviser la personne titulaire de permis et/ou la personne responsable de la radioprotection lorsque :
    - elle ou il juge qu'une situation peut mener à une exposition indue des personnes,
    - elle ou il observe un point de non-conformité aux conditions du permis ou aux procédures de ce guide découlant des méthodes de travail pratiquées par le groupe d'utilisatrices ou d'utilisateurs ou par une ou un de ses membres;
15. se conformer aux exigences du plan de sécurité concernant les sources scellées de catégorie I, pour être autorisés et maintenir leur autorisation à utiliser les appareils contenant ce type de source (article 3.5.3 et section 11.8).

1.8 Sanctions

Tout manquement qui amène une sanction sera déposé pour enquête en vertu de la *Politique sur la conduite responsable en recherche*[4] (Politique 2500-021). En plus des mesures décrites à la Politique 2500-021, les mesures spécifiques suivantes s'appliquent.

1.8.1 Si la sécurité immédiate des personnes est en cause

Si la personne responsable de la radioprotection juge qu'une pratique ou le fonctionnement d'un laboratoire nuit à la sécurité des personnes (risque d'exposition inacceptable par le rayonnement ambiant, la présence ou un risque de contamination élevé), elle ou il peut exiger l'arrêt immédiat de cette pratique ou de toutes les activités du laboratoire, en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail*[5].

Cette mesure d'urgence est signifiée, par écrit, à la personne titulaire du permis en cause, à sa directrice ou à son directeur de département ou de service et à la doyenne ou au doyen de sa faculté, en indiquant les conditions imposées pour la reprise des activités. Le comité universitaire de radioprotection en est également informé.

La personne titulaire du permis ne pourra reprendre les activités suspendues qu'après avoir reçu l'autorisation écrite de la présidente ou du président du comité. Dans tous les cas, la personne titulaire devra préalablement soumettre un rapport complet, basé sur les recommandations de la personne responsable de la radioprotection, et indiquant, selon le cas, les modifications apportées au protocole d'utilisation, les mesures correctives apportées à l'état ou à l'utilisation du laboratoire.

Le non-respect des procédures précédentes entraîne la résiliation automatique du permis interne (article 1.8.3).

1.8.2 Non-conformité dans l'application du programme de radioprotection

Advenant le non-respect des exigences indiquées dans le *Guide de radioprotection*, les non-conformités sont documentées au permis de la personne titulaire.

S'il est jugé :

a. qu'aucun effort suffisant n'a été fait pour corriger les non-conformités; ou
b. qu'à tout moment, une procédure fondamentale du *Guide de radioprotection* n'a pas été respectée.

la personne responsable de la radioprotection adressera à la personne titulaire de permis un avis écrit l'enjoignant à appliquer des recommandations spécifiques dans un délai précis, sous peine de sanctions.

[4] La Politique 2500-021 est disponible à l'adresse https://www.usherbrooke.ca/decouvrir/a-propos/documents-officiels/politiques.
[5] http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/S-2.1

Si la situation ne se corrige pas ou se répète, la personne responsable de la radioprotection soumettra le cas au comité universitaire de radioprotection ou à un comité restreint composé de sa présidente ou de son président, de la vice-rectrice ou du vice-recteur responsable de la recherche, et du membre du comité qui est aussi membre du département ou du service en cause. La sanction recommandée par le comité doit être adressée à la personne titulaire du permis en cause et à sa directrice ou à son directeur de département ou de service. Le comité universitaire de radioprotection se réserve le droit d'appliquer le niveau de sanction voulu selon la gravité du délit, du fait qu'il s'agit d'un cas de récidive et de circonstances particulières.

Les niveaux de sanctions sont les suivants :

1er Niveau : interdiction d'acquérir des radio-isotopes et arrêt des activités dans les laboratoires de la personne titulaire pour une période d'un (1) mois et par la suite, obligation de suivre le cours sur la radioprotection pour le ou les individus en cause.

2e Niveau : interdiction d'acquérir des radio-isotopes et arrêt des activités dans les laboratoires de la personne titulaire pour une période de trois (3) mois.

3e Niveau : résiliation du permis interne.

Le non-respect des sanctions appliquées entraîne la résiliation automatique du permis (article 1.8.3).

Durant la période d'interdiction, la poursuite des activités de recherche ne sera possible que dans un autre laboratoire désigné remplissant les conditions pour une telle activité et sous la supervision d'une autre personne titulaire de permis qui aura accepté la prise en charge de certaines activités autorisées en vertu de son permis.

La personne titulaire de permis qui a fait l'objet d'une sanction, devra soumettre, par écrit au comité, un rapport indiquant clairement et en détails les mesures correctives qui ont été ou seront appliquées. Elle s'engage à assurer le suivi de ces mesures avant la reprise des activités ou l'émission d'un nouveau permis dans le cas d'une de résiliation.

1.8.3 Résiliation d'un permis

Dans le cas où une résiliation de permis est imposée, les conditions sont :

- la période minimale de la résiliation est de six (6) mois;
- durant cette période, l'entreposage et l'utilisation de produits radioactifs sont interdits dans les laboratoires de la personne titulaire;
- la personne titulaire doit éliminer de ses laboratoires tous les produits radioactifs ainsi que les documents et affiches relatifs à son permis;
- la personne titulaire doit appliquer dans chacun de ses laboratoires les procédures de déclassement décrites dans le guide (section 2.7).

Pour obtenir un nouveau permis, la personne titulaire devra présenter une nouvelle demande auprès de la personne responsable de la radioprotection.

PARTIE B. PROCÉDURES ET RÈGLES INTERNES

2. PERMIS INTERNE

Le comité universitaire de radioprotection a l'obligation de contrôler, par un programme de permis interne, l'utilisation des produits radioactifs manipulés par les membres de son personnel et les étudiantes et les étudiants.

2.1 Personne titulaire d'un permis interne

2.1.1 Conditions pour être une personne titulaire d'un permis ou être une personne associée à une ou un titulaire

Pour être reconnue titulaire d'un permis ou être une personne associée à une ou un titulaire, tel que défini à la SECTION I du permis interne (ANNEXE 1), la personne doit :

a. Si elle est un individu :
   - être professeure ou professeur à l'Université, ou être une personne compétente de l'Université reconnue par le comité;

b. Si elle est un département ou un service :
   - être représentée par une personne compétente du département ou du service reconnue par le comité,
   - avoir des connaissances suffisantes en matière de radioprotection relativement aux radio-isotopes mentionnés sur son permis.

2.1.2 Obligation de détenir un permis

Tout individu, département ou service doit être titulaire d'un permis interne, à moins d'être identifié comme personne associée à une ou un titulaire (article 2.1.3), si elle ou il, ses étudiantes et ses étudiants ou son personnel :

- acquiert et/ou entrepose des radio-isotopes;
- manipule des radio-isotopes;
- est responsable de laboratoires où sont manipulés des radio-isotopes.

2.1.3 Personne associée à une ou un titulaire d'un permis interne

Si une personne membre du corps professoral possède et/ou manipule des radio-isotopes exclusivement à l'extérieur des locaux dont elle est responsable, il n'est pas obligatoire qu'elle soit titulaire d'un permis à condition que son nom apparaisse sous la rubrique « personne associée à un titulaire » sur le permis de la personne responsable des locaux qu'elle utilise.

Si deux ou plusieurs personnes membres du corps professoral entreposent ou manipulent les radio-isotopes dans un ou des locaux communs à ce groupe et si la gestion de la radioprotection (inventaire, frottis, etc.) est commune à ce groupe, il faut désigner une seule personne titulaire de permis interne et identifier les autres personnes sous la rubrique « personne associée à un titulaire ».

En contrepartie, si la gestion de la radioprotection n'est pas commune, la salle est déclarée sur le permis de chaque titulaire avec la mention qu'il s'agit d'une salle commune.

2.1.4 Responsabilités de la personne titulaire d'un permis interne

La personne titulaire de permis est reconnue par l'Université comme la personne responsable de l'application de toutes les conditions inscrites sur son permis, de toutes les procédures du présent guide et de toutes les politiques communiquées par le comité universitaire de radioprotection, et ce, pour toutes les personnes et les locaux placés sous sa responsabilité.

La personne titulaire de permis interne s'engage par écrit à respecter toutes ses responsabilités en signant le document intitulé « Déclaration du titulaire de permis interne de possession et d'utilisation de radio-isotopes » (ANNEXE 5). Une copie du document est

remise à la personne titulaire et l'original est conservé par la personne responsable de la radioprotection.

La personne titulaire de permis responsable des personnes autorisées à utiliser des appareils contenant des sources scellées de catégorie I s'engage par écrit à respecter toutes ses responsabilités en signant le document intitulé « Déclaration du titulaire de permis des sources scellées de catégorie I » (section 11.8).

La personne titulaire de permis doit avoir une connaissance complète des procédures décrites dans ce guide et de toutes les conditions inscrites sur son permis. Les responsabilités de la personne titulaire d'un permis sont décrites à la section 1.6.

2.1.5 Absence prolongée de la personne titulaire d'un permis

Si la personne titulaire doit s'absenter du laboratoire pour une période prolongée comme lors d'un congé parental, un congé de perfectionnement ou un congé de maladie, elle doit en informer la personne responsable de la radioprotection et nommer une remplaçante ou un remplaçant. Cette personne remplaçante devra connaître le programme de radioprotection de l'Université, connaître les activités du laboratoire et être en position d'autorité sur l'ensemble des personnes autorisées à manipuler sous le permis interne de la personne titulaire. Le choix de cette personne remplaçante doit être approuvé par la personne responsable de la radioprotection.

2.2 Demande de permis

Pour obtenir un permis interne, la personne demandeuse doit fournir à la personne responsable de la radioprotection les informations suivantes :

- identification de la personne titulaire;
- identification de la personne contact en matière de radioprotection;
- identification des autres personnes associées à la personne titulaire, s'il y a lieu;
- autorisation d'administrer des radio-isotopes à des animaux, s'il y a lieu;
- identification des sources ouvertes (non scellées) : radio-isotope(s), limites de possession et d'activité par source individuelle;
- identification (radio-isotope et activité) de chaque source scellée libre ou intégrée à un appareil;
- identification des laboratoires de radio-isotopes de la personne titulaire avec les limites d'activités manipulées à découvert et sous hotte pour chaque radio-isotope;
- identification et information sur les laboratoires d'une autre personne titulaire qui sont utilisés, s'il y a lieu;
- identification et information sur tout autre local où les radio-isotopes sont utilisés (comptage, incubation, centrifugation, etc.);
- liste des personnes appelées à manipuler des radio-isotopes;
- identification des sites d'entreposage;
- identification des détecteurs de surveillance.

2.3 Contenu du permis

Un exemple de permis interne est présenté à l'ANNEXE 1.

Chaque permis doit clairement spécifier :

SECTION I :	L'identification de la personne titulaire du permis et des autres personnes associées à la personne titulaire
SECTION II :	La période de validité du permis
SECTION III :	Les activités autorisées
SECTION IV :	Les radio-isotopes et les limites d'activités autorisées
SECTION V :	Les laboratoires du titulaire et leur niveau, les laboratoires des autres titulaires et les autres locaux utilisés

2.4 Renouvellement des permis

La personne responsable de la radioprotection voit au renouvellement des permis à leur date d'échéance, suivant les conditions décrites à la section 2.6.

2.5 Modification d'un permis

Pour modifier le contenu d'un permis, la personne titulaire doit contacter la personne responsable de la radioprotection.

Selon la nature de la modification, la personne responsable de la radioprotection jugera si la modification :

- est accordée automatiquement (aucun changement dans l'assignation, la classification des laboratoires et les restrictions d'utilisation); ou
- nécessite une visite des installations (changement dans l'assignation, la classification des laboratoires ou les restrictions d'utilisation); et
- doit passer par le processus d'approbation (changement dans l'assignation ou la classification des laboratoires).

À chaque modification, la personne titulaire recevra une nouvelle copie du permis.

2.6 Approbation, émission des permis et période de validité

Avant l'émission d'un nouveau permis ou d'un permis renouvelé :

- la personne responsable de la radioprotection doit effectuer ou superviser une visite d'inspection et un rapport de cette visite avec recommandations doit être consigné au dossier de la personne titulaire;
- suite à l'approbation, la personne responsable de la radioprotection émet le permis;
- s'il y a lieu, une réponse par écrit indiquant les mesures mises en place pour l'application des recommandations du rapport d'inspection est exigée de la personne titulaire.

La période de validité du permis est déterminée par la personne responsable de la radioprotection en fonction de l'état du dossier de la personne titulaire, mais elle ne peut excéder :

- Douze (12) mois pour un nouveau permis;
- Douze (12) mois pour un permis en vigueur, pour un laboratoire intermédiaire ou supérieur;
- Vingt-quatre (24) mois pour un permis en vigueur, pour un laboratoire élémentaire.

Dans tous les cas, le comité universitaire de radioprotection doit s'assurer qu'une visite de contrôle et un rapport de visite sont effectués aux douze (12) mois pour chaque local couvert par un permis.

2.7 Déclassement d'un laboratoire

Avant de procéder à la mise hors de service d'un laboratoire inscrit à la SECTION V d'un permis, la personne titulaire doit :

- aviser la personne responsable de la radioprotection;
- éliminer toutes les substances radioactives du laboratoire (sources, échantillons, matières résiduelles radioactives, etc., **sauf si une demande d'autorisation d'entreposage est soumise);**
- transmettre à la personne responsable de la radioprotection, un relevé **très exhaustif** de la contamination (minimum de 30 points par frottis) qui prouve que :
- les niveaux de contamination libre des activités bêta et gamma ne dépassent pas 0,5 Bq/cm^2, sur une surface ne dépassant pas 100 cm^2;[6]

[6] L'activité radioactive est définie par le nombre de désintégrations par unité de temps produit par le radio-isotope. Elle s'exprime en becquerel (Bq) dans le système d'unités international. Un (1) becquerel correspond à une (1) désintégration par seconde (dps).

- le débit de dose dû à la contamination fixe résiduelle ne dépasse pas 0,5 µSv/h à 0,5 mètre de toute surface;[7]
- retirer tout document, affiche, étiquette et insigne exigés par le programme de radioprotection, apposés sur les murs et les objets.

Si un local classé n'est pas utilisé pour l'entreposage et/ou les manipulations sur une période d'un (1) an ou plus, la personne responsable de la radioprotection, après en avoir informé la personne titulaire, effectue le déclassement du laboratoire. Au besoin, le local sera à nouveau désigné à la reprise des activités. Si les derniers radio-isotopes utilisés dans ce local avaient une courte demi-vie, le dernier relevé de vérification de la contamination effectué après la dernière manipulation servira à documenter le déclassement.

2.8 Résiliation d'un permis

La personne titulaire qui cesse ses activités avec les substances radioactives a l'obligation d'en aviser la personne responsable de la radioprotection pour que son permis soit résilié. Elle doit alors appliquer les procédures de déclassement (section 2.7).

Si un permis demeure inactif sur une période d'un an (1) ou plus, la personne responsable de la radioprotection, après en avoir informé la personne titulaire, effectue la résiliation de permis. Au besoin, un nouveau permis sera délivré à la reprise des activités (section 2.2).

2.9 Dossiers des personnes titulaires d'un permis

La personne titulaire doit conserver sa copie signée de la « Déclaration du titulaire de permis interne de possession et d'utilisation de radio-isotopes » (ANNEXE 5), et il est suggéré qu'elle conserve tous les documents relatifs à son permis interne, en particulier les rapports d'inspection.

3. SURVEILLANCE ET FORMATION DU PERSONNEL

Le comité universitaire de radioprotection doit s'assurer que les produits radioactifs ne sont utilisés que par des personnes ayant une formation suffisante ou que leur utilisation est supervisée par des personnes compétentes, exercer une surveillance adéquate de l'exposition des personnes au rayonnement et déclarer toute personne classée « travailleuse ou travailleur secteur nucléaire ».

Les personnes autorisées à utiliser des produits radioactifs doivent être informées des risques inhérents à leur travail.

3.1 Personnes autorisées

3.1.1 Personnel régulier, étudiantes et étudiants des cycles supérieurs

Seules les personnes déclarées par la ou le titulaire de permis et inscrites sur la fiche prévue à cette fin (ANNEXE 4) sur le permis en vigueur sont autorisées à utiliser les radio-isotopes indiqués sur le permis.

Une nouvelle personne n'est autorisée à manipuler des produits radioactifs que si la ou le titulaire en a avisé la personne responsable de la radioprotection en indiquant le nom de la personne et les radio-isotopes autorisés pour cette personne (une fiche révisée des personnes autorisées sera alors émise).

La personne titulaire de permis devrait s'assurer que les premiers travaux d'une nouvelle utilisatrice ou d'un nouvel utilisateur sont effectués sous la supervision directe d'une personne compétente et que cette nouvelle utilisatrice ou nouvel utilisateur est informé des règles de

[7] Les doses de rayonnement s'expriment en sievert (Sv) dans le système d'unité international. Il s'agit de la mesure de la quantité de radiations auquel un organe ou le corps entier peut être exposé. Le débit de dose correspond à la dose de rayonnement auquel un organe ou le corps entier peut être exposé par unité de temps lorsqu'il est exposé à une substance radioactive. Il s'exprime généralement en millisievert ou microsievert par heure (mSv/h, µSv/h).

sécurité de base et des procédures de radioprotection appliquées par la personne titulaire du permis.

3.1.2 Étudiantes et étudiants en stage

Au début de chaque trimestre, la personne titulaire d'un permis doit communiquer à la personne responsable de la radioprotection le nom des étudiantes et des étudiants qui effectuent un stage dans son laboratoire ainsi que les dates de début et de fin du stage.

Seuls les étudiantes et les étudiants en stage déclarés à la personne responsable de la radioprotection peuvent être ainsi autorisés à utiliser des radio-isotopes.

Elles ou ils devront recevoir une formation en radioprotection avant d'entreprendre toute manipulation de radio-isotopes et effectuer leur travail sous la supervision d'une personne autorisée.

La personne titulaire de permis doit s'assurer que la procédure de supervision (article 3.1.1) est appliquée à chaque étudiante et étudiant en stage

3.1.3 Registre central des personnes autorisées

La personne responsable de la radioprotection doit tenir un registre central de toutes les personnes autorisées à utiliser des produits radioactifs en vertu du programme de permis internes.

3.2 Travailleuses et travailleurs du secteur nucléaire

La politique de base du comité universitaire de radioprotection est de limiter les activités qui entraînent un risque d'exposition supérieur à une dose de rayonnement d'un millisievert par année (mSv/an). Ainsi, les personnes autorisées n'ont pas à être déclarées et classées comme « travailleuse ou travailleur du secteur nucléaire » en vertu de la loi et ses règlements.

Tout projet de recherche qui nécessiterait l'utilisation de grandes quantités de radio-isotopes amenant des personnes autorisées à être vraisemblablement susceptibles d'être exposées à plus d'un mSv/an devra recevoir l'approbation du comité universitaire de radioprotection avant de débuter. Ainsi, les personnes autorisées risquant une exposition supérieure à la limite annuelle seront informées par écrit des risques encourus et seront déclarées travailleuse ou travailleur du secteur nucléaire. C'est la personne responsable de la radioprotection qui avisera par écrit les personnes autorisées et qui s'occupera de la déclaration de travailleuse ou travailleur du secteur nucléaire (article 14.3.4).

3.3 Surveillance de l'exposition externe du personnel

3.3.1 Surveillance du rayonnement ambiant

Pour réduire les risques d'exposition des personnes, la personne titulaire de permis doit s'assurer qu'elle prend les moyens nécessaires pour **minimiser le débit de rayonnement ambiant** engendré par ses activités. Elle doit prendre en considération toutes les zones et les locaux adjacents. Les limites à respecter doivent répondre aux critères définis par le comité universitaire de radioprotection. Les normes de rayonnement ambiant à respecter sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Normes de rayonnement ambiant à respecter

Rayonnement externe permanent à la surface (poubelles, enceintes d'entreposage, écrans de protection)	**< 0.5 µSv/h**
Rayonnement au cours d'un travail régulier (au niveau de la personne)	**< 2.5 µSv/h**, utiliser les écrans de protection nécessaires
Dans les cas d'expositions brèves et occasionnelles	**< 25 µSv/h**, sinon toute la zone doit avoir une affiche signalant cette situation (ANNEXE 6A)

Toute zone où une activité engendre un débit de rayonnement supérieur à 25 µSv/h doit être pourvue d'affiches signalant clairement cette situation telle qu'exigée par la loi et ses règlements (chapitre 13).

Radiamètre étalonné

Conformément à la condition du permis institutionnel, un radiamètre dûment étalonné est disponible au campus principal, de même qu'au campus de la santé. Les deux appareils ont la sensibilité minimale requise pour évaluer les débits de dose à respecter, et ce, pour le rayonnement électromagnétique de tous les radio-isotopes au permis. De plus, conformément à l'article 20 du *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement*, la personne responsable de la radioprotection s'assure que les deux radiamètres aient été étalonnés lorsqu'utilisés pour la mesure de débits de dose. L'étalonnage doit dater d'au maximum douze (12) mois avant la date de leur utilisation.

3.3.2 Surveillance de l'exposition des personnes

Toute personne autorisée doit être inscrite au programme de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants offert par les Services nationaux de dosimétrie du Bureau de la radioprotection de Santé Canada et ainsi obtenir un dosimètre personnel[8] lorsqu'elle :

- manipule des radio-isotopes[9] **autres que** le H-3, le C-14, le S-35 , ou le P-33 dans un laboratoire élémentaire;
- manipule dans un laboratoire intermédiaire ou supérieur, quel que soit le radio-isotope;
- utilise les irradiateurs au Co-60, au Cs-137, ou tout autre appareil à rayonnement contenant une source de grande activité;
- utilise des sources scellées libres de grande activité.

Pour s'inscrire au programme de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants :

- les personnes qui manipulent des sources ouvertes ou utilisent les irradiateurs autoblindés doivent contacter la personne responsable de la radioprotection;
- les personnes qui manipulent des sources scellées libres doivent contacter les personnes responsables de la dosimétrie de leurs départements respectifs.

Toute personne inscrite doit :

a. porter son dosimètre personnel en tout temps dans les zones de manipulations et lors de l'élimination des résidus, à l'avant du corps au-dessus de la taille et sous l'équipement de protection personnel. Si la personne fait l'objet d'un examen ou d'un traitement médical impliquant des radiations (radiologie, médecine nucléaire, radiooncologie), le dosimètre ne doit pas être porté et la personne responsable de la radioprotection doit être avisée;

[8] Pour toute évaluation de la nécessité de porter un dosimètre lors d'activités particulières, il faut contacter la personne responsable de la radioprotection.
[9] Les radio-isotopes sont identifiés dans le texte exclusivement avec leurs symboles respectifs.

b. porter une bague dosimètre en plus de son dosimètre personnel, si elle manipule un contenant renfermant plus de 50 MBq (1,35 mCi)[10] de P-32;
c. en dehors de ces périodes, remiser son dosimètre dans un lieu à l'abri du rayonnement ambiant et de toute source de chaleur ou de lumière intense, tels le soleil direct ou un appareil émettant des rayons ultra-violets (transilluminateurs, enceinte de sécurité biologique);
d. en tout temps, en particulier lors d'une absence prolongée, le dosimètre doit être disponible aux personnes responsables de la gestion de ce programme;
e. chaque dosimètre est attribué exclusivement à une personne et ne peut, en aucun cas, être utilisé par une autre.

Rapport de dosimétrie

La personne responsable de la radioprotection reçoit les rapports de dosimétrie des Services nationaux de dosimétrie et transmet une copie des rapports aux personnes responsables de la gestion des dosimètres dans les départements ou facultés concernés.

Toute personne dont l'exposition trimestrielle dépasse 0,3 mSv au corps ou 1 mSv à la peau doit en être avisée par écrit par la personne responsable de la radioprotection. Toute personne inscrite qui désire avoir ses résultats de dosimétrie doit en faire la demande à la personne responsable de la radioprotection.

La personne responsable de la radioprotection doit communiquer immédiatement à la CCSN tout résultat de dosimétrie excédant les limites admissibles réglementaires (Tableau 8 – article 14.3.3). Elle devra faire enquête sur la cause et les conditions ayant contribué à la surexposition et soumettre les résultats de l'enquête à la CCSN dans les vingt-et-un (21) jours.

3.4 Surveillance de l'exposition interne : essais biologiques

Le seul programme régulier d'essais biologiques s'adresse aux personnes qui manipulent de l'iode radioactif et sert à surveiller l'incorporation de l'iode dans la thyroïde. Les mesures sont prises par une personne de la Division SSMTE, suivant un protocole certifié et à l'aide d'un appareil étalonné. La certification répond aux exigences réglementaires et est assurée annuellement par la participation de la Divison SSMTE aux épreuves de rendement sur la glande thyroïde du Laboratoire de surveillance humaine du Bureau de la radioprotection de Santé Canada.

Des essais biologiques ponctuels doivent être effectués en cas d'incidents majeurs.

3.4.1 Rappel sur les quantités limites d'iode autorisées

On ne doit jamais manipuler à découvert plus de 5 MBq d'iode dans un local de niveau élémentaire, plus de 50 MBq d'iode dans un local de niveau intermédiaire et plus de 500 MBq d'iode dans un local de niveau supérieur.

Les travaux impliquant une composante volatile d'iode doivent être effectués sous une hotte chimique.

3.4.2 Obligations de la personne titulaire et des utilisatrices ou des utilisateurs

La personne titulaire d'un permis est responsable de déclarer, avant le début des travaux, toute personne qui manipule plus que les quantités limites indiquées au Tableau 2. Dès qu'elle est informée qu'une personne inscrite au programme est enceinte, elle doit en aviser la personne responsable de la radioprotection.

Toute personne doit se soumettre à un dépistage thyroïdien lorsqu'elle :

a. manipule sur une période de ving-quatre (24) heures des quantités d'iode radioactif, sous forme non scellée, excédant les limites du Tableau 2;
b. est impliquée dans un déversement mettant en cause plus de 2 MBq d'iode, volatil ou non;

[10] Un (1) milliCurie (mCi) correspond à $37x10^6$ Bq ou 37 MBq ; un (1) Curie (Ci) correspond à $37x10^9$ Bq ou 37 GBq.

c. a été exposée à une contamination externe d'iode, volatile ou non, qui soit détectable.

Tableau 2. Niveaux d'activité de I-125, sous forme volatile ou non, au-delà desquels la participation aux essais biologiques est obligatoire

Travaux effectués à découvert (sur comptoir)	**> 2 MBq** (*54 µCi*)
Travaux effectués sous une hotte chimique	**> 200 MBq** (*5,41 mCi*)
Travaux effectués dans une boîte à gants	**> 20 000 MBq** (*541 mCi*)

3.4.3 Participation au programme - Fréquence des essais

Le dépistage doit être effectué **plus de vingt-quatre (24) heures après et moins de cinq (5) jours** suivant une exposition due à une manipulation normale, un incident ou une contamination.

Toute personne qui manipule de l'iode et qui est soumise au dépistage doit communiquer par téléphone ou courriel avec la personne responsable de la radioprotection pour prendre rendez-vous afin de procéder à l'essai dans le temps requis.

Dans le cas d'un incident, toute personne impliquée dans l'événement doit contacter immédiatement la personne responsable de la radioprotection afin de procéder au dépistage s'il y a lieu.

3.4.4 Limites d'incorporation

Tout résultat d'incorporation excédant 1 kBq entraîne :

a. l'interdiction à l'utilisatrice ou à l'utilisateur de toute manipulation d'iode radioactif volatil ou non jusqu'à ce qu'elle ou qu'il soit autorisé, par écrit, par la personne responsable de la radioprotection;
b. l'obligation pour l'utilisatrice ou pour l'utilisateur de poursuivre le dépistage thyroïdien c'est-à-dire un dépistage à tous les dix (10) jours;
c. l'examen des causes de l'incorporation et l'application de mesures appropriées.

Tout résultat d'incorporation excédant 10 kBq entraîne, en plus des procédures décrites précédemment, l'obligation pour la personne responsable de la radioprotection de déclarer immédiatement l'événement à la CCSN et de faire suivre un rapport formel dans les 21 jours.

3.5 Formation du personnel

3.5.1 Formation de base

Une formation en radioprotection d'une journée complète se tient au début de chaque trimestre. Les utilisatrices et les utilisateurs seront avisés des dates de ces formations. La description du contenu de la formation en radioprotection est présentée à l'ANNEXE 7.

Tout nouveau membre du personnel autorisé à manipuler des produits radioactifs **doit** suivre la formation pour être inscrit au registre du personnel autorisé. Un examen est donné à la fin de la formation et sa réussite est conditionnelle à l'obtention de l'autorisation. Des formations plus courtes adaptées à des usages particuliers, tels des sources scellées ou des appareils, sont également dispensées (article 3.5.3).

Si l'utilisatrice ou l'utilisateur doit entreprendre les manipulations de substances radioactives avant la tenue de la prochaine séance de formation, une courte formation de base est donnée par la personne responsable de la radioprotection. L'utilisatrice ou l'utilisateur devra être encadré de façon stricte par la personne titulaire de permis et les autres personnes autorisées du permis. Son nom sera inscrit au registre du personnel autorisé et y sera maintenu dans la mesure où cette personne suit la formation de base complète dès la prochaine séance.

3.5.2 Formation de rappel

Toute utilisatrice ou tout utilisateur doit, **après un délai de trois (3) ans,** suivre une formation de rappel afin que son nom soit maintenu sur la liste des personnes autorisées. Cette formation doit être renouvelée tous les trois (3) ans.

3.5.3 Appareils contenant des sources scellées de catégorie I

À l'Université, les sources scellées de catégorie I sont des sources de fortes activités contenues dans des appareils à rayonnement de type Gammacells, c'est-à-dire des irradiateurs autoblindés utilisés pour la recherche (section 11.8). Une formation technique est requise pour utiliser ces appareils. Elle est offerte par le Département de médecine nucléaire et de radiobiologie, qui est propriétaire des appareils.

Par la suite, les usagères et usagers doivent suivre, auprès du personnel responsable de la radioprotection, la formation en radioprotection adaptée à ce type de source. Ces personnes recevront également une formation pour les sensibiliser aux exigences en matière de sûreté et pour leur indiquer leurs responsabilités à ce niveau, conformément au plan de sécurité requis pour ce type de source. Ces formations doivent être renouvelées tous les trois (3) ans. De plus, ces personnes devront aussi se soumettre à une vérification d'antécédents judiciaires afin d'évaluer leur niveau de fiabilité en matière de sûreté et respecter les procédures de contrôle d'accès (article 11.8.3). Cette vérification doit être renouvelée aux cinq (5) ans.

4. ACHAT, RÉCEPTION ET TRANSPORT

En vertu de son permis consolidé, l'Université doit exercer un contrôle sur les radio-isotopes et les limites d'activité autorisées à chaque titulaire de permis. Pour ce faire, elle doit savoir quels sont les radio-isotopes acquis par les titulaires de permis, ainsi que leurs activités.

Pour une meilleure sécurité, le personnel doit être informé des précautions de base à respecter lors de la réception des colis radioactifs.

L'Université de Sherbrooke a une responsabilité légale en ce a trait aux produits radioactifs lui appartenant et qui sont transportés hors de ses terrains. Elle doit donc s'assurer que les règlements sur l'emballage et le transport des matières dangereuses sont respectés.

4.1 Achats et contrôle des possessions

4.1.1 Responsabilité de la personne titulaire de permis

Avant de procéder à un achat, la personne titulaire doit s'assurer que cette acquisition respecte la SECTION IV de son permis quant aux radio-isotopes, aux limites de possession et aux limites d'activité par source individuelle. Elle doit respecter les procédures décrites dans le présent article.

Tout achat de matières radioactives doit être fait en vertu du permis consolidé détenu par l'Université de Sherbrooke et être fait à partir de fonds gérés par l'Université. La personne titulaire qui désire utiliser des fonds cliniques ou tout autre fonds doit effectuer un transfert de ces fonds vers ceux gérés par l'Université avant d'effectuer l'achat. Il est interdit pour une personne titulaire de permis interne de l'Université de Sherbrooke d'effectuer un achat sous un permis institutionnel détenu par le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de l'Estrie-CHUS) avec des fonds gérés par l'Université. Toute professeure ou tout professeur de l'Université qui ne détient pas de permis interne et qui désire acheter des produits radioactifs sous un permis du CIUSSS de l'Estrie-CHUS avec des fonds cliniques doit s'assurer que l'achat est autorisé par la personne responsable de la radioprotection du CIUSSS de l'Estrie-CHUS.

4.1.2 Procédure d'achat

La personne responsable de la radioprotection doit autoriser l'achat de chaque source radioactive en vertu du programme des permis internes. Toute l'information relative aux achats

de produits radioactifs doit être inscrite et mise à jour dans la base de données SOFE[11] – Produits dangereux. Tous les achats de produits radioactifs doivent être documentés pour chaque titulaire, en précisant pour chacun des achats : le radio-isotope, le nom du fournisseur, le n° de catalogue, l'activité nominale, le local d'entreposage et la date de réception.

4.1.3 Importation et exportation

Dans le cadre de leurs activités de recherche, les personnes titulaires de permis interne de l'Université de Sherbrooke peuvent être appelées à acquérir des substances radioactives provenant de fournisseurs commerciaux à l'extérieur du pays. Également, ces mêmes activités de recherches peuvent impliquer des échanges de produits radio-marqués (expédition ou acquisition) avec des collaborateurs étrangers.

4.1.4 Acquisition de sources non commerciales

Avant d'acquérir une source radioactive de toute nature provenant de laboratoires de recherche à l'extérieur de l'Université, la personne responsable de la radioprotection doit être contactée. Cette acquisition doit être en accord avec le permis interne et le permis institutionnel. Cette nouvelle source doit être inscrite manuellement dans la base de données SOFE. De plus, la personne responsable de la radioprotection informe la ou le titulaire des procédures à respecter et s'assure que l'expédition, le transport et la réception se fassent dans les meilleurs délais.

L'acquisition d'une source radioactive provenant de l'iodation d'un peptide effectué au laboratoire supérieur, sous le permis institutionnel, doit être en accord avec le permis interne. Cette nouvelle source doit être inscrite manuellement dans la base de données SOFE.

4.1.5 Échanges de produits

Les échanges de matières radioactives entre les personnes titulaires de permis internes sont autorisés à la condition que :

- la ou le titulaire fournisseur s'assure que la ou le récipiendaire détient un permis qui l'autorise à posséder ce radio-isotope dans les limites d'activités fournies;
- la ou le titulaire récipiendaire respecte, en tout temps, les limites autorisées à la SECTION IV de son permis;
- les informations sur l'échange soient inscrites au registre des titulaires concernés.

4.1.6 Registre central des acquisitions

La personne responsable de la radioprotection doit assurer le maintien d'un registre central des acquisitions de matières radioactives pour chaque titulaire d'un permis interne. La somme des activités aux permis internes pour chaque radio-isotope est effectuée dans la base de données SOFE. Celle-ci envoie un courriel aux personnes responsables de la radioprotection chaque semaine si la limite réelle totale, incluant les achats et les autres acquisitions pour un radio-isotope donné, atteint 80 % de la limite institutionnelle. Les vérifications sont alors faites et les actions sont prises pour éviter le dépassement des limites inscrites au permis de l'Université.

4.2 Réception des produits

4.2.1 Exigences de formation

Les personnes qui ne manipulent pas de substances radioactives directement, mais qui ont à recevoir et à distribuer des colis contenant des produits radioactifs ou qui ont à conduire un véhicule transportant des colis radioactifs entre les campus doivent avoir suivi la formation

[11] https://www.usherbrooke.ca/sofe/

dispensée par l'Université sur le transport des marchandises dangereuses, incluant les matières radioactives[12].

Les personnes dans les laboratoires qui récupèrent les colis de substances radioactives, les amènent dans leur laboratoire et les ouvrent doivent être des personnes dûment autorisées et répondre aux exigences de formation des utilisatrices et utilisateurs décrites au chapitre 3. De plus, si les colis de substances radioactives sont de type A, en vertu de la loi et ses règlements, ces personnes doivent avoir été formées pour l'ouverture de ces colis selon le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*[13] et détenir un certificat valide qui le prouve. Cette formation est offerte par l'Université.

4.2.2 Réception des marchandises (personnel de la réception)

À la réception d'un colis étiqueté « Matières radioactives » ou identifié comme tel au formulaire de livraison, le personnel de la réception :

- ne doit ouvrir le colis sous aucune considération;
- doit placer le colis en attente à au moins deux (2) mètres des postes de travail occupés en permanence;
- doit s'assurer que ce lieu d'entreposage temporaire soit une enceinte sous clé ou un lieu lui permettant une surveillance stricte et continue;
- doit s'assurer que le colis est livré au bon destinataire dans les plus brefs délais.

S'il décèle une anomalie (trace de dommage ou de fuite du colis), il doit enfiler des gants de laboratoire et placer le colis dans un sac de plastique transparent et le remiser dans un endroit à accès limité. Après s'être lavé les mains, il doit aviser immédiatement une personne chargée de la radioprotection.

S'il doit exceptionnellement amener la source dans le laboratoire du destinataire, il doit suivre les exigences de l'article 4.2.3.

4.2.3 Récupération et transport des colis radioactifs

La personne autorisée d'un laboratoire qui prend possession du colis radioactif et l'amène dans son laboratoire doit :

- porter un sarrau, des pantalons longs, des souliers fermés et avoir des gants en sa possession;
- porter un dosimètre personnel si nécessaire;
- utiliser un chariot pour le transport afin de maintenir une bonne distance entre elle et le colis;
- utiliser uniquement l'ascenseur réservé au transport des matières dangereuses.

4.2.4 Ouverture des colis radioactifs

La personne qui reçoit et ouvre un colis doit être une utilisatrice ou un utilisateur autorisé et connaître les procédures décrites dans la fiche d'information de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (ANNEXE 8). Elle doit :

- porter des gants et un sarrau fermé, des pantalons longs et des souliers fermés;
- porter un dosimètre personnel si nécessaire;
- vérifier la contamination à l'aide d'un contaminamètre (article 7.2.8) ou par une série de frottis, au besoin, retirer la source du colis et vérifier l'emballage séparément;
- aviser la personne responsable de la radioprotection de toute contamination ou fuite et veiller à confiner le colis dans les zones ou contenants identifiés et autorisés à recevoir des substances radioactives;
- aviser la personne responsable des achats de toute erreur d'expédition ou détérioration (défectuosité) de produit;

[12] https://www.usherbrooke.ca/smsp/securite/transport-de-matieres-dangereuses
[13] https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/lois-reglements/liste-reglements/reglement-transport-marchandises-dangereuses

- détenir une formation valide sur l'ouverture des colis de type A selon le *Règlement sur le transport des matières dangereuses*, s'il s'agit d'un colis de ce type;
- entreposer le produit radioactif dans l'enceinte sous clé prévue à cette fin.

4.3 Expédition et transport des produits radioactifs

L'emballage, l'expédition et le transport de colis radioactifs à partir de l'Université doivent être faits, suivant la réglementation, par une personne spécifiquement formée. Si la personne titulaire doit expédier des échantillons radioactifs, elle doit en aviser la personne chargée de la radioprotection. Le respect des procédures exigées assure que les échantillons arriveront à destination dans les meilleurs délais.

Il est à noter que si un colis de matières radioactives est livré par le fournisseur à une adresse donnée sur un campus de l'Université, son transfert par la route sur un autre campus de l'Université ou sur un autre site constitue une nouvelle expédition. De nouveaux documents d'expédition de matières dangereuses doivent être préparés par une personne ayant la formation adéquate. La personne responsable de la radioprotection doit être contactée. Cette procédure est valide également pour le transfert entre campus d'échantillons radioactifs issus des activités de recherche.

Lors des expéditions de colis contenant des substances radioactives, la personne responsable de la radioprotection voit à ce que les exigences réglementaires relatives à l'emballage et au transport des substances nucléaires et des appareils à rayonnement, énoncées dans le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* de la CCSN et dans le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* de Transports Canada, soient appliquées. Pour ce faire, elle s'assure d'avoir des formations à jour sur le transport des matières dangereuses de classe 7 valides pour le transport terrestre et aérien. Ces formations sont suivies auprès de firmes accréditées à tous les deux (2) ans et pour lesquelles des attestations conformes sont émises. À des fins d'organisation du travail, la personne responsable de la radioprotection s'est assurée de former le personnel de sa division responsable des expéditions des matières dangereuses, autre que celles de la classe 7, pour qu'il soit qualifié pour l'envoi de colis exceptés uniquement. Tous ces envois sont documentés dans la base de données SOFE et ils sont rattachés au permis interne de la personne titulaire qui est à l'origine de l'expédition.

5. ENTREPOSAGE

Les règles d'entreposage sont établies pour minimiser les risques de perte ou de vol de produits radioactifs et pour assurer la sécurité des personnes en évitant une exposition inutile au rayonnement dans le cadre du travail régulier ou dans les cas d'urgence.

Ce chapitre concerne l'entreposage des sources principales et des échantillons. Les informations relatives à l'aménagement et à la signalisation des sites d'entreposage des matières résiduelles sont présentées dans les chapitres 9 et 13.

La tenue d'un registre d'entreposage et d'utilisation est une exigence de base de la CCSN et doit permettre à la personne titulaire de déceler toute perte (ou vol) d'un produit et de prouver qu'elle respecte les limites de possession autorisées par son permis. Cette exigence constitue aussi une discipline qui rappelle aux utilisatrices et aux utilisateurs la vigilance constante qu'elles doivent exercer en matière de radioprotection.

5.1 Sites d'entreposage

La personne titulaire de permis doit désigner tous les sites d'entreposage des sources ouvertes, des échantillons radioactifs et des sources scellées incluses ou non dans des appareils. Elle devrait réduire au minimum nécessaire le nombre de sites d'entreposage.

Tous ces sites d'entreposage ne doivent être accessibles qu'aux personnes autorisées sous le permis de la personne titulaire. Ils doivent être :

- situés dans un local verrouillé lorsqu'il n'y a pas de surveillance; ou
- dans une enceinte, munie d'une serrure, et verrouillée en tout temps.

5.2 Contrôle de l'accès et sécurité

Tout d'abord, lors de la réception centralisée des produits radioactifs, ceux-ci sont entreposés dans un local sous clé au niveau des magasins ou demeurent sous la surveillance constante du personnel du magasin. Les utilisateurs désignés comme personnes autorisées sont contactés par téléphone afin de prendre possession de leurs produits. Dans certains départements, les produits peuvent directement être livrés dans le laboratoire désigné par le personnel formé. Si les produits radioactifs ne peuvent être remis à une personne autorisée ou si la personne autorisée n'en a pas pris possession dans l'heure qui suit, ils sont alors transférés dans un des centres de gestion des matières dangereuses adjacents aux magasins. Le colis est déposé dans la salle verrouillée dédiée à l'entreposage des produits radioactifs. Seul le personnel de la Division SSMTE, dont fait partie la personne responsable de la radioprotection, possède la clé de ce local. L'ensemble du centre est sous accès restreint, contrôlé par carte magnétique, et exclusivement réservé au personnel de la Division SSMTE. Les produits peuvent donc être entreposés à cet endroit sans que personne sans autorisation ne puisse y avoir accès, en attendant que les personnes autorisées viennent les récupérer.

5.2.1 Entreposage dans les laboratoires désignés

Les lieux d'entreposage des sources radioactives non scellées et scellées (sources de catégorie 5) qui sont aménagés dans les locaux désignés sont verrouillés et accessibles uniquement au personnel autorisé. De plus, la plupart des locaux de recherche de l'Université sont à accès restreint en dehors des heures d'ouverture. La plupart des bâtiments de l'Université nécessitent une carte magnétique pour pouvoir y accéder et seul le personnel autorisé à l'intérieur des bâtiments peut avoir cet accès.

Le laboratoire de niveau supérieur possède également un accès par carte magnétique. Seul le personnel de la Division SSMTE et les quelques utilisateurs autorisés peuvent avoir cet accès. En cas de porte forcée ou laissée ouverte plus de quarante-cinq (45) secondes, une alarme est déclenchée au poste des agentes et agents de sécurité, qui se déplaceront immédiatement sur les lieux. Les appareils à rayonnement comme les compteurs à scintillation se retrouvent dans des salles communes d'appareillage dont l'accès est limité aux personnes usagères des locaux de recherche. Les sources dans ces appareils, dont l'activité est égale ou dépasse la quantité d'exemption, sont de catégorie 5. Dans le cas des irradiateurs autoblindés de type Gammacell (sources de catégorie I), les mesures mises en place répondent aux exigences du plan de mesures d'urgence.

5.2.2 Entreposage des résidus radioactifs

Les résidus radioactifs provenant des laboratoires désignés sont entreposés dans les centres de gestion des matières dangereuses. Seul le personnel de la Division SSMTE est en mesure d'accéder à ces salles verrouillées.

5.3 Rayonnement de fuite

En aucun endroit, les sites d'entreposage ne doivent laisser fuir un débit de rayonnement supérieur à 0,5 µSv/h, sinon :

- signaliser la zone par une affiche réglementaire (section 5.4);
- aviser la personne responsable de la radioprotection;
- selon le cas, un blindage supplémentaire pourra être exigé.

5.4 Signalisation

La signalisation suivante est proposée afin d'uniformiser l'affichage de cette nature à l'Université et de respecter la réglementation de la CCSN.

Chaque site d'entreposage de produits radioactifs doit être identifié par une affiche, en respectant la classification décrite ci-après (Tableau 3 et Tableau 4). Pour que la signalisation garde sa signification, l'utilisatrice ou l'utilisateur doit retirer ou remplacer les affiches en fonction des conditions d'entreposage.

Les affiches standards sont présentées à l'ANNEXE 6.

Tableau 3. Identification des sites d'entreposage

CONDITIONS D'ENTREPOSAGE	AFFICHE
En fonction de la quantité totale en entreposage dans le site	
SOURCES OUVERTES	
Activité totale < 100 quantités d'exemption (QE)[14] Note : **Les contenants à l'intérieur du site d'entreposage doivent porter le signe de radioactivité et la mention « RAYONNEMENT - DANGER – RADIATION » s'ils contiennent une QE ou plus**	Affiche sans le sigle de radioactivité **Identification : Entreposage de substances radioactives – sous les 100 QE ou sous la QE (si < 1 quantité d'exemption)**
Activité totale ≥ 100 QE	Affiche avec le sigle de radioactivité **Mention: RAYONNEMENT - DANGER – RADIATION** **Identification : Entreposage de plus de 100 QE, radio-isotopes et activités limitées** **Avertissement : (s'il y a lieu)**
SOURCES SCELLÉES LIBRES OU INCLUSES DANS DES APPAREILS	
Activité totale <1 QE	**Aucune affiche**
Activité totale ≥ 1 QE	Affiche avec le sigle de radioactivité **Mention : RAYONNEMENT – DANGER – RADIATION** **Identification : appareil ou montage, radio-isotopes, activités maximales et date de référence des sources.** **Avertissements : (s'il y a lieu)**

Tableau 4. Information sur le rayonnement ambiant

Si le rayonnement du site est **supérieur à 0,5 µSv/h**, une évaluation de la personne responsable de la radioprotection est requise.	Le site doit être réaménagé
Si le rayonnement lorsque l'enceinte est ouverte est **égal ou supérieur à 2,5 µSv/h**	Inscrire sur l'affiche sous « Avertissement » le taux de rayonnement mesuré en µSv/h
Si le rayonnement lorsque l'enceinte est ouverte est **supérieur à 2,5 µSv/h**	S'assurer que l'affiche possède : « Le sigle de radioactivité » et la mention : RAYONNEMENT – DANGER – RADIATION. Inscrire sous « Avertissement » le taux de rayonnement mesuré en µSv/h

[14] QE = Quantités d'exemption (ANNEXE 9)

5.5 Registre d'entreposage et d'utilisation

La personne titulaire de permis doit tenir à jour un registre de tous les radio-isotopes en sa possession selon la procédure décrite ci-après et conserver ces informations sur chaque source jusqu'à ce que la personne responsable de la radioprotection l'autorise à éliminer ces documents.

Ce registre doit être disponible, facile à consulter et être conçu pour permettre de connaître, en tout temps, l'activité totale en possession de la personne titulaire et de déceler toute perte de produits.

5.5.1 Composition du registre

Utiliser les feuilles d'inventaire générées par le système SOFE (ANNEXE 3).

Pour des besoins spécifiques, des feuilles d'inventaires adaptées peuvent être utilisées avec l'approbation de la personne responsable de la radioprotection.

Les feuilles doivent être placées dans un cartable clairement identifié et :

- être séparées en deux parties : une pour les sources en entreposage et une pour les sources éliminées;
- chaque partie doit être séparée par sections, une pour chaque radio-isotope;
- être classées par ordre chronologique de leur réception.

L'affichage sur les sites d'entreposage des feuilles pour les sources en utilisation est permis à condition que toutes les informations requises soient accessibles, en tout temps, et clairement indiquées.

5.5.2 Informations minimales requises pour chaque source

- l'identification et la localisation du site d'entreposage;
- le numéro d'inventaire unique de la source généré par le système SOFE;
- le radio-isotope et son activité nominale (poids ou volume initial s'il y a lieu);
- la date de réception (et, s'il y a lieu, la date de l'étalonnage);
- à chaque utilisation, la date, le nom complet de l'utilisatrice ou de l'utilisateur, la quantité prélevée et la quantité résiduelle (en unité d'activité, de poids ou de volume);
- la date d'élimination de la source et le nom de la personne qui a procédé à l'élimination.

5.6 Autres conditions applicables à la tenue des sites d'entreposage

Chaque contenant en entreposage doit être identifié de l'extérieur de façon à ne pas avoir à l'ouvrir pour savoir quel en est le contenu. Les stocks d'échantillons entreposés devraient tous porter un ruban d'identification avec la mention du radio-isotope et le symbole radioactif si nécessaire suivant les règles d'affichage (chapitre 13).

La quantité de sources en entreposage doit être maintenue au minimum nécessaire. Il faut éliminer au plus tôt toutes les sources inutiles ou périmées.

6. LOCAUX – LABORATOIRES : CLASSIFICATION ET AMÉNAGEMENT

Tous les locaux de l'Université ou ceux loués par celle-ci où sont utilisés des produits radioactifs doivent être connus afin d'exercer un contrôle efficace de l'utilisation de produits radioactifs. Ces locaux doivent être classés en suivant la norme réglementaire et leur aménagement doit satisfaire les exigences minimales de la CCSN.

6.1 Déclaration obligatoire

Lors de sa demande de permis, la personne titulaire a l'obligation de déclarer :

- tous les laboratoires standards de manipulation placés sous sa responsabilité;
- tout laboratoire standard utilisé par elle, mais placé sous la responsabilité d'une ou d'un autre titulaire;
- tout autre local où elle utilise des produits radioactifs à des fins spécifiques comme le comptage du niveau d'activité, la centrifugation d'échantillons, l'incubation à des températures spécifiques (section 10.4), etc.

Tous les locaux déclarés doivent apparaître à la SECTION V de son permis.

6.2 Classification et limites d'activité

6.2.1 Classification réglementaire

Chaque local où une quantité de substance radioactive (non scellée) égale ou supérieure à la quantité d'exemption est manipulée doit être classé en vertu de la *Loi sur la sûreté nucléaire*, selon les critères présentés dans le Tableau 5 :

Tableau 5. Limites d'activité pour la classification des laboratoires

Niveau	Quantité manipulée à un moment donné
Élémentaire	5 x LAI[15]
Intermédiaire	50 x LAI
Supérieur	500 x LAI

Il est interdit :

a. de déclarer un local nouvellement construit de niveau intermédiaire ou supérieur;
b. d'utiliser plus de 10 000 quantités d'exemption d'une substance nucléaire;

à moins que la personne responsable de la radioprotection n'en fasse la demande par écrit à la CCSN et que celle-ci l'autorise.

6.2.2 Classification interne

La classification interne se veut complémentaire à la classification réglementaire des locaux. Elle permet d'identifier tous les locaux où sont manipulées des substances radioactives, quelles que soient leurs quantités. Cette identification des locaux permet de mieux encadrer l'utilisation des substances radioactives dans les différents laboratoires.

Les laboratoires où les substances radioactives ne sont qu'entreposées sont identifiés comme locaux de niveau « entreposage ». Aucune manipulation n'est autorisée dans ces locaux.

Les laboratoires où les quantités manipulées sont sous les quantités d'exemption sont identifiés comme locaux de niveau « sous quantité d'exemption ». Des limites de manipulation sont définies en fonction des activités réalisées dans le local.

6.2.3 Limites d'activité autorisées

Tous les laboratoires identifiés comme des salles autorisées et qui sont classés suivant la classification réglementaire ou interne sont inscrits sur le permis de la personne titulaire. Pour chaque laboratoire, des limites d'activité sont spécifiées pour la manipulation et l'entreposage. Ces limites sont établies en fonction des activités réelles manipulées et entreposées, ainsi que des besoins de la personne titulaire. Les limites pour chaque local ainsi que leur niveau (réglementaire ou interne), apparaissent sur le permis interne.

La personne titulaire du permis et les utilisatrices et les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils respectent, en tout temps, les limites autorisées du laboratoire ainsi que les restrictions d'utilisation, s'il y a lieu.

[15] Limite Annuelle d'Incorporation exprimée en Bq/an. Pour les principaux radionucléides, les valeurs des LAI et les limites de manipulation pour les différents niveaux de laboratoire sont données à l'ANNEXE 9.

6.3 Conditions d'aménagement des laboratoires

Le *Guide de conception des laboratoires de substances nucléaires et des salles de médecine nucléaire GD-52 rév.1*[16] (mai 2014) de la CCSN indique les conditions requises pour l'aménagement d'un laboratoire de radio-isotope. Ce document est disponible en ligne ou sur demande à la personne responsable de la radioprotection ou à la CCSN.

Les facultés et services doivent s'assurer que la construction et l'aménagement de tout nouveau local satisfont aux exigences réglementaires.

Même si on ne peut appliquer strictement toutes les données du règlement aux locaux existants, l'Université doit s'assurer que l'état de ces locaux est acceptable et poursuivre l'objectif d'en améliorer le degré de conformité.

6.3.1 Nouvelle construction

La construction et le réaménagement de nouveaux laboratoires de radio-isotopes à l'Université doivent être soumis à la personne responsable de la radioprotection (avant le début des travaux). Celle-ci devra approuver les plans et soumettre, s'il y a lieu, le projet à la CCSN.

6.3.2 Nouvelle utilisation d'un local existant

La personne titulaire de permis devra déclarer tout projet d'utiliser un local non-inscrit sur son permis et recevoir l'approbation de la personne responsable de la radioprotection avant son utilisation.

6.3.3 Conditions minimales

Les critères de base pour autoriser l'utilisation d'un local existant sont présentés dans le Tableau 6.

Tableau 6. Critères minimaux d'aménagement

Laboratoire élémentaire	Laboratoire intermédiaire
Obligatoire	
Disponibilité d'un évier	Disponibilité d'un évier et d'une hotte chimique
Poste de travail (bureau) : idéalement aucun, mais autorisé si situé dans une zone physiquement séparée ou toléré si éloigné de la zone de manipulation spécifiée par des restrictions d'utilisation.	Poste de travail (bureau) : aucun
Recommandé	
Le fini des surfaces dans toute la zone de manipulation doit être imperméable, intègre et pouvant être facilement décontaminé. Selon l'importance du laboratoire et l'état observé des surfaces, des recommandations seront émises dans le but d'améliorer l'état général des surfaces.	

[16] http://nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/GD-52_Guide_de_conception_des_laboratoires_de_substances_nucl%C3%A9aires_et_des_salles_de_m%C3%A9decine_nucl.pdf

6.4 Organisation du travail – tenue des laboratoires

La personne titulaire de permis doit clairement désigner tous les sites d'entreposage des produits radioactifs, toutes les zones de manipulation et tous les sites d'entreposage des matières résiduelles. Elle doit également s'assurer que tout le personnel du laboratoire en est avisé.

La tenue générale d'un laboratoire devrait satisfaire aux critères de propreté des laboratoires de recherche. S'il y a lieu, le comité universitaire de radioprotection pourra faire des recommandations à ce sujet.

6.5 Arrêt des activités et déclassement

La personne titulaire a l'obligation stricte d'aviser la personne responsable de la radioprotection si elle cesse ses activités de recherche impliquant des produits radioactifs dans un local identifié sur le permis. Les procédures de déclassement décrites à la section 2.7 doivent être appliquées et au besoin, le ménage des lieux doit être fait.

7. MANIPULATIONS : RÈGLES DE SÉCURITÉ

L'organisation du travail, les méthodes et les précautions utilisées lors des manipulations sont primordiales pour la protection des individus. À part la protection contre le rayonnement ambiant, les méthodes de travail imposées doivent avoir pour objectif premier de minimiser les risques de contamination des personnes, des surfaces et des appareils.

C'est la raison pour laquelle il faut définir des règles de sécurité obligatoires et dont l'application est facilement vérifiable. Mais plusieurs précautions élémentaires sont laissées à la vigilance et à responsabilité de chaque personne manipulant des produits radioactifs. Il faut se rappeler que plusieurs techniques de laboratoires éprouvées pour la protection contre les risques chimiques et biologiques sont parfaitement adaptées à la radioprotection.

7.1 Affiches de la CCSN

Dans chaque local déclaré laboratoire élémentaire, intermédiaire ou supérieur à la SECTION V du permis interne, une affiche « Niveau élémentaire » (ANNEXE 10), une affiche « Niveau intermédiaire » (ANNEXE 11) ou une affiche « Niveau supérieur » (ANNEXE 12) doit être placée bien en évidence.

Chaque membre du personnel autorisé est tenu de bien connaître le contenu de ces affiches et d'appliquer, en tout temps, les règles qui y sont inscrites.

7.2 Rappel des règles obligatoires

7.2.1 Port du dosimètre personnel

Le personnel inscrit au programme de surveillance dosimétrique doit porter son dosimètre personnel, à l'avant du corps au-dessus de la taille, en tout temps sur les lieux de travail (article 3.3.2).

7.2.2 Port du sarrau

Le port d'un sarrau boutonné est obligatoire pour toute manipulation de substances radioactives. De plus, le port d'un sarrau boutonné est obligatoire, en tout temps, à l'intérieur d'un laboratoire intermédiaire et supérieur.

Les sarraus utilisés dans un laboratoire intermédiaire et supérieur doivent être confinés à ce laboratoire, à moins qu'ils ne soient vérifiés à l'aide d'un détecteur approprié, et être exempts de contamination avant de sortir du laboratoire.

7.2.3 Port de gants

Le port de gants jetables est obligatoire pour toute manipulation de substances radioactives, de matériel et d'appareils potentiellement contaminés.

L'efficacité de cette règle exige que les individus soient rigoureux dans la pratique du port des gants. En résumé, il s'agit de retirer les gants à chaque fois que la personne est appelée à toucher une surface ou du matériel non radioactif en dehors de la zone de manipulation. Un exemple intéressant pour éviter la contamination des appareils de mesure consiste à utiliser une main gantée pour la manipulation des échantillons radioactifs et une main non gantée pour la manipulation de l'appareil et de ses contrôles.

Les gants doivent obligatoirement être retirés avant d'accéder à des lieux publics (ex. : magasin, ascenseur, bureaux, etc.).

7.2.4 Port des souliers fermés et des pantalons longs

Le port de souliers fermés et de pantalons longs est obligatoire lors de la manipulation de substances radioactives, particulièrement sous forme liquide.

Les souliers et les pantalons doivent couvrir adéquatement toutes les parties du corps qui ne sont pas couvertes par le sarrau. Advenant, un déversement ou des éclaboussures, les souliers fermés, ainsi que les pantalons, doivent protéger complètement la peau des pieds et des jambes contre d'éventuelles contaminations. Au besoin, ces vêtements peuvent être retirés et décontaminés ou mis en décroissance.

7.2.5 Utilisation de revêtements absorbants

L'utilisation d'un revêtement absorbant jetable est obligatoire pour toute surface sur laquelle reposent des substances radioactives et du matériel de manipulation. Ce revêtement doit avoir une face imperméable et le côté absorbant doit être placé sur le dessus.

Les revêtements doivent être propres et changés régulièrement. Ils doivent être jetés dès qu'il y a eu déversement ou qu'une trace de contamination décelable a été trouvée. Lorsque de grandes surfaces sont recouvertes, ce qui n'incite pas au remplacement fréquent du revêtement, il est recommandé de placer un second revêtement directement sur l'aire de manipulation et de le jeter une fois le travail terminé.

7.2.6 Identification des substances radioactives

Une bonne application des règles d'entreposage et d'élimination des matières résiduelles radioactives permet d'identifier facilement les substances radioactives à l'origine et à leur point d'élimination. Cependant en pratique, l'identification des substances radioactives est souvent abandonnée durant les étapes de manipulation.

Pour assurer une meilleure sécurité, les contenants individuels ou les stocks d'échantillons contenant des substances radioactives, présents dans les laboratoires ou dans des sites d'entreposage temporaires, devraient toujours être munis d'un ruban d'identification radioactive, mentionnant l'isotope en cause et, si possible, l'activité.

7.2.7 Identification des appareils et du matériel dédié à la manipulation des radio-isotopes

La verrerie et le matériel de manipulation servant aux substances radioactives devraient être réservés exclusivement à cet usage, gardés à l'écart et munis d'une étiquette (chapitre 13). Ce matériel doit être lavé séparément et sa contamination vérifiée avant d'être utilisé à d'autres fins.

Les appareils (chromatographes, incubateurs, centrifugeuses, compteurs, etc.) utilisés avec des substances radioactives devraient également être tous munis d'une étiquette (chapitre 13).

7.2.8 Utilisation d'un contaminamètre

Si le radio-isotope manipulé est détectable avec un contaminamètre, il est obligatoire d'avoir sous la main, durant les manipulations, un détecteur de contamination suffisamment efficace pour détecter le radio-isotope en cause.

Il est recommandé de vérifier la contamination des objets et de la place de travail, mais surtout la contamination personnelle de la peau (particulièrement des mains) et des vêtements.

Cette vérification de la contamination en cours de manipulations est surtout qualitative. La vérification exigée après les manipulations (chapitre 8) doit être faite en supplément. Cette dernière est plus quantitative, plus exhaustive et doit être bien documentée.

7.2.9 Interdictions

Il est interdit de boire, de manger, de conserver de la nourriture, de fumer, d'utiliser des cosmétiques ou tout autre matériel venant en contact avec la bouche, le nez et les yeux, dans un laboratoire où sont utilisées des substances radioactives.

Il est interdit d'entreposer des denrées alimentaires dans toute enceinte servant à l'entreposage de substances radioactives.

7.3 Organisation du travail

La personne titulaire de permis doit clairement désigner chaque site d'entreposage, chaque zone de manipulation ainsi que les appareils et les poubelles réservés à l'usage de matières radioactives et que tout le personnel doit en être avisé et tenu de respecter cette organisation en tout temps.

Le but de cet exercice est de réduire le nombre de sites et de zones au minimum nécessaire, et de situer les zones de manipulation à l'écart des zones achalandées.

Il est important que la procédure de signalisation (chapitre 13) soit appliquée.

Avant de commencer tout travail, la personne utilisatrice devrait s'assurer qu'elle délimite bien la zone de manipulation à la surface minimum nécessaire et qu'elle y dépose, à l'avance, tout le matériel nécessaire à la manipulation.

7.4 Utilisation des hottes chimiques et des enceintes de sécurité biologique

Toute manipulation de substances radioactives excédant les limites de manipulation à découvert de la fiche du laboratoire ou de matières volatiles ou en poudre doit être effectuée sous une hotte chimique (ou dans une enceinte de confinement ventilée autorisée). Durant la manipulation, la hotte chimique doit avoir un niveau d'extraction efficace et le volet (vitre) doit être placé en position de travail.

L'utilisation de produits radioactifs sous des enceintes de sécurité biologique n'est pas autorisée. Si un protocole de recherche l'exige absolument, cette utilisation doit être évaluée par la personne responsable de la radioprotection. Le type de radio-isotope, son état physique et sa quantité devront être considérés. Des précautions particulières devront être prises par la suite lors du changement des filtres de l'enceinte. L'utilisation d'une hotte à flux laminaire (flux horizontal) est, quant à elle, interdite en tout temps.

7.5 Autres précautions de base

Les précautions de base suivantes doivent être mises en application :

- éviter, en tout temps, tout contact direct avec les matières radioactives;
- éviter toute exposition directe ou de regarder directement (exposition des yeux) tout produit émettant des particules bêta de haute énergie, comme les sources concentrées de P-32;
- utiliser, autant que possible, des contenants incassables;
- ne jamais transvider directement les solutions radioactives. Toujours utiliser une pipette automatique, une seringue ou une pipette munie d'une poire avec dispositif de sécurité (ne jamais utiliser une pipette avec la bouche);
- ne jamais chauffer les solutions radioactives directement à la flamme. Utiliser un bain-marie ou toute autre méthode sécuritaire et s'assurer d'utiliser un contenant approprié;
- dès qu'il y a un risque, même minime, d'évaporation ou de projections (explosion ou implosion), dû à la présence d'une réaction chimique, à l'utilisation du chauffage ou d'un système à vide, placer le montage dans une enceinte de confinement (hotte), porter des lunettes de sécurité ou un masque facial de protection;
- se laver régulièrement les mains, après chaque séance de manipulation, au sortir du laboratoire et avant chaque période de repas.

8. CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION

L'exposition externe du corps ou de la peau à un rayonnement ambiant ou à une contamination, de même que l'exposition interne due à l'ingestion ou à l'inhalation de substances radioactives contribuent à l'exposition totale des individus. Les procédures d'urgences relatives à l'exposition ou la contamination accidentelle des personnes sont décrites au chapitre 12. Alors que le niveau d'exposition externe est facilement contrôlable par le port d'un dosimètre personnel ou par la mesure du rayonnement ambiant, le contrôle de l'exposition interne par des essais biologiques est souvent difficile à réaliser. Les essais biologiques ne sont appliqués que dans les cas de situations à haut risque, comme lors de manipulations courantes de fortes activités ou dans les cas d'accidents majeurs avec de grandes quantités de produits radioactifs. Actuellement, seul le contrôle thyroïdien de l'iode est assuré pour les personnes manipulant des sources de I-125 volatil ou non, comme indiqué dans les conditions du permis institutionnel (section 3.4).

Le moyen utilisé pour diminuer le risque d'exposition interne et de contamination de la peau est de s'assurer du niveau de propreté des lieux de travail par un contrôle régulier des niveaux de contamination de toutes les surfaces accessibles. L'application de ce programme de contrôle est donc de la première importance pour la sécurité des individus.

Ce chapitre concerne les procédures et les exigences de l'Université de Sherbrooke pour le contrôle de la contamination des surfaces dans les laboratoires où des radio-isotopes sont manipulés ou entreposés. Des renseignements supplémentaires sur la mise en pratique des contrôles se trouvent à l'ANNEXE 13 du présent guide. **Ces valeurs limites de contamination de surface ne sont pas applicables à une contamination à la surface de la peau (voir chapitre 12).**

8.1 Exigences de la CCSN

La personne responsable de la radioprotection doit s'assurer :

a) que la limite de contamination non fixée exigée dans les conditions des permis internes ne soit pas supérieure aux limites exigées dans le permis institutionnel[17] en fonction de la catégorie de radionucléides qui y sont décrites.
b) Dans les zones, pièces ou enceintes où sont utilisés ou entreposés des produits radioactifs, les critères de limite de la contamination non fixée relevée en moyenne sur une zone ne dépassant 100 cm^2 sont les suivants :

   3 Bq/cm^2 : pour les radionucléides de catégorie « A »

   30 Bq/cm^2 : pour les radionucléides de catégorie « B »

   300 Bq/cm^2 : pour les radionucléides de catégorie « C »

c) Dans les endroits publics surveillés et pour les besoins du déclassement, les critères de limite de la contamination non fixée relevée en moyenne sur une zone de débit ne dépassant pas 100 cm^2, sont les suivants :

   0,3 Bq/cm^2 : pour les radionucléides de catégorie « A »

   3 Bq/cm^2 : pour les radionucléides de catégorie « B »

   30 Bq/cm^2 : pour les radionucléides de catégorie « C »

d) que le débit de dose attribuable à la contamination fixée ne dépasse pas 0,5 $\mu Sv/h$ à 0,5 mètre de n'importe quelle surface;
e) que tous les relevés de contamination soient conservés jusqu'à ce l'autorisation de leur élimination soit accordée par la CCSN, suite à une demande écrite formelle.

[17] Communiquer avec les responsables de la radioprotection pour connaître la version la plus récente.

8.2 Procédures internes

8.2.1 Limites des niveaux de contamination

Comme la plupart des laboratoires ne sont pas exclusivement consacrés à la manipulation de radio-isotopes, il est demandé aux personnes titulaires de permis et aux utilisatrices et utilisateurs d'appliquer strictement les critères ci-après. Les niveaux indiqués réfèrent au rayonnement bêta et gamma (dans l'éventualité de l'utilisation d'une source émettant des particules alpha, les limites devront être d'un dixième des limites indiquées). Le facteur de rétention pour les frottis étant inconnu, la plupart du temps, il est choisi à 10 %.

- Sur toutes les surfaces à l'intérieur des zones de manipulation délimitées (surfaces des comptoirs désignés) et identifiées, sur le matériel et les appareils identifiés, dans les sites d'entreposage des produits et des matières résiduelles, le niveau de contamination évalué par frottis doit être inférieur à 0,5 Bq/cm^2.
- Sur toutes les autres surfaces accessibles en dehors des zones dédiées (plancher, mobilier, ameublement, téléphone, etc.), le niveau de contamination évalué par frottis doit être au bruit de fond ambiant ou au maximum inférieur à 0,05 Bq/cm^2.

Lorsqu'il y a présence d'une contamination fixée, c'est-à-dire impossible à prélever par frottis et à décontaminer, et dont la présence est détectable au compteur, il faut identifier la zone contaminée et demander une évaluation du rayonnement ambiant à la personne responsable de la radioprotection qui fera les recommandations appropriées.

8.2.2 Méthode de contrôle

Seuls les contrôles dûment documentés au registre de vérification de la contamination seront considérés.

La méthode de base recommandée est d'effectuer des frottis sur une surface de 100 cm^2. Dans le cas de surfaces inférieures ou supérieures à 100 cm^2, le niveau de contamination en Bq/cm^2 doit être ramené à une valeur correspondant à une surface de 100 cm^2.

La méthode de contrôle par mesure directe (sans frottis) est autorisée à condition que :

- le facteur d'étalonnage du compteur utilisé en % d'efficacité pour le radio-isotope en cause soit pris en compte;
- le compteur soit capable de facilement détecter 0,5 Bq/cm^2 (rayonnement bêta ou gamma);
- à chaque trace de contamination positive résiduelle (après décontamination), un frottis soit effectué et évalué.

Dans le cas où la méthode par mesure directe est utilisée, il est quand même recommandé d'effectuer un contrôle par frottis sur une base régulière.

8.2.3 Fréquence des contrôles

La fréquence minimale des contrôles doit être conforme aux conditions inscrites sur le permis interne (ANNEXE 1, page 3). Aucun contrôle n'est exigé si aucune manipulation n'a eu lieu depuis le dernier contrôle. Cependant, cette information et la durée de cette période doivent être clairement indiquées dans le registre.

De façon générale, les contrôles se font aux sept (7) jours. Il est conseillé d'effectuer un contrôle ponctuel après chaque manipulation impliquant une quantité importante de radioactivité.

Un contrôle de contamination doit être effectué, après décontamination, à chaque fois où il y a un déversement.

8.2.4 Étendue des contrôles

Le but des contrôles est de prouver l'intégrité de l'ensemble du laboratoire, mais aussi de chercher à déceler les cas problèmes de façon à pouvoir apporter des correctifs dans les méthodes et les habitudes de travail. Le but n'est pas de présenter un cahier de résultats

négatifs, mais surtout de démontrer qu'un contrôle efficace de la contamination pour la sécurité de tout le personnel est effectué.

Comme les types d'utilisation et l'étendue des zones de manipulation varient beaucoup selon les laboratoires, le choix des points de contrôle doit être laissé au bon sens des utilisatrices et des utilisateurs, mais il doit respecter les critères suivants :

a. le nombre minimum de points vérifiés à chaque contrôle doit être de dix (10) par laboratoire, à moins de pouvoir justifier un contrôle moins étendu dans les cas d'utilisation d'activités très petites ou de zones de manipulation très restreintes ou bien confinées (voir les conditions inscrites à la page 3 du permis interne; ANNEXE 1);
b. les points de contrôle doivent varier au besoin de semaine en semaine de façon à couvrir l'ensemble des zones et du matériel;
c. les contrôles doivent se concentrer sur les zones de manipulation, les planchers à leur proximité, le matériel, les appareils et tout endroit susceptible d'avoir été contaminé lors des expériences;
d. les contrôles doivent inclure de façon très régulière les sites de matières résiduelles radioactives (plancher à proximité, surface des poubelles), les sites d'entreposage et, s'il y a lieu, tout appareil utilisé à l'extérieur du laboratoire.

8.2.5 En cas de contamination

En cas de contamination, suite à une vérification de contrôle dépassant les limites autorisées ou suite à un déversement connu, on doit :

a. procéder à la décontamination immédiate de la surface ou du matériel contaminé et répéter le nettoyage jusqu'à l'obtention d'un niveau de contamination minimum ou inférieur à la limite autorisée;
b. inscrire le résultat d'une vérification après décontamination dans le registre;
c. dans le cas d'une contamination résiduelle fixée excédant la limite autorisée, signaler clairement la situation de la zone par un affichage approprié ou clairement identifier le matériel et le ranger à l'écart;
d. dans le cas d'une zone avec contamination résiduelle fixée, demander une évaluation à la personne responsable de la radioprotection.

8.3 Registre de vérification de la contamination

Un cartable clairement identifié contenant le relevé des vérifications de contamination doit être disponible dans chaque laboratoire visé par ce programme.

La première section du registre doit contenir l'information sur l'étalonnage et les méthodes utilisées, soit :

a) l'identification (fabricant, modèle) du ou des appareils utilisés et l'information sur les paramètres de réglage utilisés;
b) l'efficacité de comptage et la sensibilité du compteur (niveau de détectabilité minimum) pour chaque radio-isotope faisant l'objet d'un contrôle avec l'information sur les procédures d'étalonnage ou la référence du fabricant.

L'efficacité du compteur est le rapport du nombre de comptes par minute (cpm) mesuré par le compteur sur le nombre de désintégrations par minute (dpm) réelles contenues dans un échantillon de référence. Le nombre de dpm divisé par 60 donne le nombre de désintégrations par seconde (dps). En unités internationales, l'activité radioactive s'exprime en Becquerel (Bq). Un Bq correspond à une dps. L'efficacité peut être affectée par le phénomène de « quenching » qui résulte en une perte de comptes alors que l'énergie de certaines désintégrations est absorbée et n'est pas mesurée par le compteur. Certains compteurs à scintillation liquide possèdent des courbes de références internes pour différents radio-isotopes qui permettent la conversion cpm-dpm en tenant compte du « quenching » de l'échantillon. L'efficacité peut être évaluée expérimentalement par la mesure d'échantillons d'activité connue (dpm). Le calcul du ratio des dpm obtenues par le compteur sur les dpm déposées donne l'efficacité. Il est important d'utiliser les conditions similaires à celles utilisées lors de la vérification de la contamination. Par exemple, si des frottis sont utilisés, les échantillons

standards doivent être déposés sur le papier à frottis et un comptage dans les mêmes conditions (même volume de liquide à scintillation, même type de fioles, etc.) doit être effectué.

La sensibilité des compteurs à scintillation liquide est généralement excellente. La surveillance de la contamination par frottis et par comptage avec ce type de détecteur devrait être privilégiée. La sensibilité peut être évaluée expérimentalement par la mesure d'échantillons dilués. La limite de 0,5 Bq/cm^2 correspond à 3000 dpm par frottis de 100 cm^2. Si l'efficacité de rétention du frottis est fixée à 10 % et l'efficacité de comptage à 100 %, la mesure est de 300 cpm. La valeur en cpm diminue avec l'efficacité, ainsi pour des efficacités de 50 % et 25 %, les mesures sont de 150 cpm et 75 cpm, respectivement. Un détecteur adéquat doit être capable de mesurer de telles basses d'activités à travers le bruit de fond.

Les procédures d'étalonnage doivent être répétées régulièrement (au moins une fois par année) ou à chaque fois que les paramètres de mesure sont modifiés.

À chaque utilisation, on doit s'assurer du bon état de fonctionnement de l'appareil. Il faut, en particulier, s'assurer que le niveau de bruit de fond est raisonnablement constant.

La seconde section du registre doit contenir le relevé des tests effectués, classés par ordre chronologique. Les résultats doivent être inscrits sur une feuille standard de registre (ANNEXE 14), mais être accompagnés d'une impression des résultats bruts provenant du compteur utilisé. Sur chaque feuille de vérification, les éléments suivants doivent être clairement indiqués :

a) la date du relevé, le numéro du local et le nom de la personne titulaire;
b) le motif du contrôle;
c) la référence au plan schématique du local en annexe, identifiant par des numéros la position des points vérifiés;
d) le ou les radio-isotopes vérifiés et l'efficacité de comptage de l'appareil utilisé;
e) l'identification de l'appareil utilisé et de la salle de comptage;
f) la valeur en cpm ou dpm qui correspond à la limite de 0,5 Bq/cm^2 pour les zones dédiées en considérant l'efficacité de rétention (10 %) et l'efficacité de comptage de l'appareil;
g) le niveau de bruit de fond par mesure d'un frottis en blanc;
h) l'identification des points vérifiés dans ou en dehors des zones dédiées;
i) pour chaque point, le résultat brut du compteur et l'indication que le résultat est sous la limite de 0,5 Bq/cm^2 ou de 0,05 Bq/cm^2;
j) pour les résultats supérieurs aux limites, la contamination doit être quantifiée en Bq/cm^2 et le résultat après décontamination doit être inscrit;
k) la signature de la personne ayant effectué la vérification.

La durée des périodes où il n'y a pas de manipulation doit être clairement indiquée dans le registre. La case au bas de registre doit être cochée à cette fin.

Toutes les données de ce registre doivent être conservées et être disponibles en tout temps jusqu'à ce que la personne responsable de la radioprotection autorise leur élimination en accord avec la loi et ses règlements, et selon le calendrier de conservation des documents de l'Université de Sherbrooke.

9. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES

Jusqu'à ce qu'elles fassent l'objet d'une élimination finale à l'extérieur de l'Université, toutes les matières résiduelles radioactives doivent être considérées comme des produits à risque. Elles doivent donc être gérées de façon rigoureuse pour assurer la protection des personnes contre l'exposition au rayonnement ambiant et au risque de contamination et à la protection de l'environnement. **Chaque individu doit donc être vigilant dans l'application des règles de gestion et doit être conscient que les matières résiduelles qu'il génère devront être manipulées par d'autres personnes avant leur élimination finale**.

9.1 Règles de base

En tout temps, les utilisatrices et les utilisateurs doivent se conformer aux règles émises et aux exigences demandées par le personnel de la Divison SSMTE.

En tout temps, les utilisatrices et les utilisateurs doivent tenir compte des risques chimiques et biologiques de leurs matières résiduelles radioactives et suivre les procédures de la Division SSMTE pour la gestion des produits à risque.

La personne titulaire de permis doit désigner les sites dans les laboratoires où les matières résiduelles radioactives sont entreposées (poubelles permanentes, zones d'entreposage temporaires).

Chaque poubelle permanente doit être clairement identifiée par l'affiche appropriée (chapitre 13). Dans le cas des contenants individuels, le type de radio-isotope doit être indiqué et l'étiquette portant le symbole de radioactivité et la mention réglementaire doit être apposée si la quantité présente dans le contenant est égale ou dépasse la quantité d'exemption (chapitre 13). Lors de son élimination, attacher au contenant ou au sac de plastique l'étiquette d'élimination standard (ANNEXE 15) dûment remplie, en prenant soin d'indiquer l'activité totale des matières résiduelles qui ont été mises dans le contenant ou le sac. Il est de la responsabilité des utilisatrices et utilisateurs d'estimer correctement l'activité totale des colis de matières résiduelles radioactives.

Les poubelles et autres contenants de matières résiduelles présents dans les laboratoires ne doivent pas contribuer au rayonnement ambiant (< 0,5 µSv/h) dans toute zone occupée. Sinon, il faut ajouter du matériel de blindage ou procéder à l'affichage approprié dans la zone et demander une évaluation à la personne responsable de la radioprotection.

Les surfaces des poubelles, des récipients et des zones contenant les matières résiduelles radioactives doivent être incluses régulièrement dans le contrôle de la contamination.

L'accumulation des produits inutiles ou périmés dans les laboratoires doit être évitée. Les matières résiduelles, le matériel et les produits inutilisables doivent être régulièrement éliminés.

Le personnel de la Division SSMTE peut refuser tout colis non étiqueté, empaqueté de façon non sécuritaire ou non inscrit dans la base de données SOFE – Produits dangereux.

9.2 Rejets dans l'environnement

Aucun rejet dans l'environnement n'est autorisé. Toutefois, pour le rejet de matières résiduelles à très faibles concentrations, les utilisatrices et les utilisateurs doivent contacter la personne responsable de la radioprotection qui évaluera le type de rejet et son activité. Les procédures d'élimination et les concentrations limites pour chaque utilisatrice et utilisateur sont par la suite indiquées dans les conditions du permis interne (ANNEXE 1, page 3). L'utilisatrice ou l'utilisateur est alors tenu de respecter strictement ces conditions lorsqu'un rejet est effectué dans l'environnement.

9.3 Tri des matières résiduelles radioactives

Les matières résiduelles radioactives de différents types de radionucléides ne doivent pas se trouver dans un même contenant ou sac.

Les matières résiduelles radioactives doivent être triées et traitées séparément en fonction de leurs types (voir résumés aux ANNEXE 16, ANNEXE 17 et ANNEXE 18).

9.3.1 Solides

Les matières résiduelles solides (ANNEXE 16) sont triées à la source, c'est-à-dire lors des manipulations, en fonction de leur niveau de contamination. L'objectif visé est de séparer les matières résiduelles peu volumineuses, souvent très radioactives, de celles peu contaminées, souvent plus volumineuses.

Des exemples d'objets peu volumineux et très radioactifs sont les embouts ayant servi au prélèvement de solutions très radioactives, les petites colonnes (ou autres microsystèmes) de purification des molécules marquées, les microtubes d'échantillons ou ceux ayant servi aux réactions chimiques ou enzymatiques avec les molécules marquées.

Des exemples d'objets plus volumineux et souvent peu radioactifs sont les napperons ou papier matelassé des paillasses, les gants, toute vaisselle de laboratoire jetable (ex. : pipettes, tubes, boîtes de culture), les résidus d'expériences (ex. : gels, membranes ou autres solides contaminés).

Les sacs de matières résiduelles solides peuvent contenir de petits contenants incassables de liquide, mais ces liquides **ne doivent pas être du liquide à scintillation ou des solutions radioactives concentrées comme celles des sources**. Afin d'éviter l'écoulement de ces liquides advenant un bris du sac, les contenants de liquides doivent être bien fermés. Si le volume de liquide est trop important, verser le liquide dans les contenants à matières résiduelles liquides et jeter le contenant dans les matières résiduelles solides.

Aucun objet portant toujours le symbole d'avertissement de radioactivité ne doit être jeté dans les contenants ou sacs de matières résiduelles radioactives. S'il y a lieu, masquer ou enlever les symboles.

Une matière résiduelle, par exemple une paire de gants, qui, bien qu'ayant été utilisée pour un protocole impliquant des produits radioactifs et n'ayant pas été contaminée par ces produits radioactifs, peut être éliminée avec les déchets domestiques uniquement après avoir été vérifiée avec le détecteur approprié.

9.3.2 Liquides

Les matières résiduelles liquides (ANNEXE 17) doivent être triées en fonction de **la nature chimique du liquide**. Les types d'absorbants utilisés dans les contenants doivent être appropriés aux **solutions aqueuses** ou aux **solutions organiques** (solvants). La nature des constituants chimiques des liquides doit être considérée afin de s'assurer de la compatibilité des liquides lorsque ceux-ci sont dans un même contenant.

Les liquides qui contiennent des micro-organismes ou qui sont suffisamment riches pour permettre la croissance de micro-organismes (ex.: milieux de culture) sont déversés dans les contenants avec l'absorbant pour solutions aqueuses. Il est toutefois conseillé d'y ajouter régulièrement de petites quantités d'une solution désinfectante (ex.: eau de Javel) afin d'éviter la croissance microbienne durant la période de décroissance radioactive. Encore là, il faut s'assurer de la compatibilité de l'agent désinfectant avec les constituants chimiques du liquide.

9.3.3 Fioles à scintillation

Les fioles à scintillation (ANNEXE 18) sont récupérées par une entreprise spécialisée qui procède au broyage de ces fioles afin de récupérer le liquide à scintillation qui sera par la suite éliminé comme une matière résiduelle chimique. Il est donc impératif **qu'aucun autre objet ne soit mêlé aux fioles à scintillation**. Les fioles doivent être fermées et ne pas avoir été vidées de leur contenu. Il faut toujours séparer les fioles de verre des fioles de plastique.

9.3.4 Sources

Les sources (ANNEXE 18) sont les contenants d'origine dans lesquels les manufacturiers envoient les solutions radioactives concentrées. Il s'agit de fioles avec leur enveloppe de plastique (plombée ou non) et de fioles dans des boîtes de carton (kits). Ces contenants, vides ou non, doivent être séparés des autres matières résiduelles solides. Les symboles de radioactivité n'ont pas à être cachés ou enlevés. Ce travail sera fait par le personnel de la Division SSMTE après la décroissance des sources. Les solutions radioactives restantes étant concentrées, elles seront gérées séparément comme des matières résiduelles liquides. Toutes les sources périmées devraient être éliminées sur une base régulière.

9.4 Empaquetage des colis de résidus radioactifs

9.4.1 Identification

Chaque colis de matières résiduelles doit être individuellement muni d'une **étiquette détachable** (ANNEXE 15) dûment remplie et portant comme indications : la date, le nom de la personne responsable (titulaire du permis), le radio-isotope et l'activité maximale contenue dans le colis. Deux types d'étiquettes doivent être utilisées : si le colis contient une activité égale ou supérieure à la quantité d'exemption (ANNEXE 9), l'étiquette portant la mention « Rayonnement – Danger – Radiation » et le symbole radioactif doit être utilisée; toutefois, si la quantité est inférieure à la quantité d'exemption, l'étiquette portant uniquement la mention « Activité sous les quantités d'exemption » dans un encadré rouge doit être choisie. Une

étiquette doit être apposée sur chaque colis respectant les règles d'empaquetage. Une étiquette unique placée sur une boîte contenant plusieurs colis n'est pas acceptable.

Il est de la responsabilité des utilisatrices et des utilisateurs d'estimer avec le plus de précision possible l'activité maximale contenue dans les colis. C'est sur la base de ces valeurs d'activités que la période de décroissance de chaque colis est calculée.

La description de chaque colis doit être inscrite dans la base de données SOFE – Produits dangereux sous l'interface « Résidus ». Une copie papier des données sur les résidus inscrits dans la base de données doit être remise au personnel de la Division SSMTE lors de la collecte au centre de gestion des matières dangereuses.

9.4.2 Solides

Les matières résiduelles solides peu volumineuses et très radioactives doivent être récoltées dans les petits contenants en plastique rigide d'un (1) litre fournis par la Division SSMTE, qui sont insérés dans un contenant secondaire de blindage approprié. Les objets coupants ou piquants doivent être placés dans ce contenant rigide. L'étiquette détachable doit être apposée sur le coffret lors de l'élimination.

Les matières résiduelles solides volumineuses ou peu contaminées doivent être placées dans des **sacs de plastique transparents, d'un format standard, jamais remplis à plus des trois quarts.** Le volume et le poids du sac doivent être raisonnables. Au besoin, on peut récolter les solides dans deux (2) sacs. L'étiquette détachable (ANNEXE 15) doit être attachée au sac lors de l'élimination. Si de grandes quantités de matières résiduelles sont générées et que la fréquence des collectes n'est pas adéquate, veuillez en aviser la Division SSMTE.

9.4.3 Liquides

Tout liquide doit être éliminé dans un récipient qui contient de l'absorbant spécifique au type de liquide, à moins de cas particuliers approuvés par la personne responsable de la radioprotection. Ces contenants sont fournis par la Division SSMTE.

L'absorbant est constitué d'un agent structurant et de gélifiant industriel.

Le structurant pour les solutions aqueuses est composé de flocons de coton, celui pour les solutions organiques, de mousse de tourbe.

Il est recommandé :

- avant la première utilisation, d'inverser le contenant à plusieurs reprises de façon à gonfler le volume de poudre absorbante au maximum;
- d'éviter de respirer la poussière de cette poudre;
- de verser les liquides par petites quantités, en laissant le temps au produit de bien s'absorber;
- de remplir les contenants avant leur élimination. La capacité des contenants est d'environ trois (3) litres;
- de ne jamais sursaturer ou laisser une couche de liquide surnager au-dessus de l'absorbant.

La nature chimique des constituants du liquide devrait être inscrite à la colonne « commentaires » dans l'interface « Résidus » de la base de données SOFE - Produits dangereux. Il est important de mentionner la présence de tout produit chimique toxique ou dangereux, même au niveau de traces, afin que l'élimination après la période de décroissance radioactive puisse se faire de façon adéquate et sécuritaire.

L'étiquette détachable (ANNEXE 15) doit être attachée à l'anse du contenant lors de l'élimination.

Si des liquides très radioactifs doivent être récoltés, veuillez contacter la Division SSMTE afin d'obtenir des contenants avec le blindage approprié.

9.4.4 Fioles à scintillation

Aucun autre objet ne doit être mêlé aux fioles à scintillation. Les fioles doivent être jetées dans des sacs de plastique doubles ou jetées en vrac dans une boîte de carton dont l'intérieur est protégé des fuites par un sac de plastique épais ou double. Le volume et le poids des sacs ou des boîtes doivent être raisonnables, on peut récolter les solides dans deux sacs ou deux boîtes si nécessaire. L'étiquette détachable (ANNEXE 15) doit être attachée au sac ou apposée sur la boîte lors de l'élimination.

Au Département de biologie de la Faculté des sciences, l'élimination des fioles à scintillation doit se faire dans le baril de la salle de comptage prévu à cette fin. Ce contenant ne doit recevoir que les fioles à scintillation qui doivent être fermées et ne pas être vidées de leur contenu. Les informations suivantes devront être inscrites sur le registre situé près du baril : le radionucléide, la date, l'activité totale (µCi ou cpm), le volume total de liquide à scintillation, le nom de la personne titulaire de permis interne et les initiales de la personne qui effectue le comptage.

9.4.5 Sources

Tous les contenants de sources radioactives doivent être disposés dans **des sacs de plastique transparents** séparés des autres matières résiduelles solides. Il ne faut pas placer dans un même sac des sources de différents radionucléides. Toutefois, plusieurs contenants du même radionucléide peuvent être mis dans le même sac. L'étiquette détachable (ANNEXE 15) doit être attachée au sac lors de l'élimination.

L'activité restante doit être calculée suivant les valeurs inscrites sur les feuilles d'inventaire des sources éliminées.

9.5 Procédures d'élimination

Les utilisatrices et utilisateurs doivent acheminer les colis de matières résiduelles radioactives, dûment étiquetés et empaquetés, au centre de gestion des matières dangereuses durant les périodes d'ouverture (calendrier disponible auprès du personnel de la Division SSMTE).

Il est de la responsabilité des utilisatrices et utilisateurs de transporter les colis de manière sécuritaire, de leur laboratoire jusqu'au centre de gestion. Les colis doivent être dans des enceintes suffisamment blindées pour protéger la personne qui les transporte et toute personne croisée au cours du transport.

Le personnel de la Division SSMTE supervise la réception et l'acceptation des colis. Il s'occupe aussi d'enregistrer les matières résiduelles pour fin d'inventaire, de les entreposer adéquatement pour leur décroissance et de les éliminer de façon sécuritaire par la suite. Avant leur évacuation aux rebuts domestiques, les matières résiduelles sont vérifiées avec le détecteur approprié selon chaque type de radionucléide.

La prise en charge finale des matières résiduelles radioactives, dont la décroissance dépasse cinq (5) ans, est confiée à une compagnie de gestion accréditée.

9.6 Registre d'élimination

La base de données des résidus éliminés maintenue dans le système SOFE – Produits dangereux, constitue le registre central d'élimination. La personne titulaire doit s'assurer que toutes les données relatives aux matières résiduelles radioactives éliminées y soient inscrites le jour de leur élimination.

10. PROCÉDURES : ANIMAUX RADIOACTIFS

Les procédures avec des animaux radioactifs entraînent souvent des risques plus élevés de contamination et exigent donc des utilisatrices et utilisateurs l'application de précautions plus rigoureuses.

À cause des risques biologiques impliqués, les déchets produits sous forme de carcasses et de tissus biologiques sont traités séparément et seule l'application d'une procédure rigoureuse permet d'éliminer ce type de déchets.

L'utilisation des locaux des animaleries n'est qu'occasionnelle, c'est pourquoi les locaux utilisés ne sont classés comme laboratoires de radio-isotopes que pour la durée des projets. Il faut donc que l'utilisatrice

ou l'utilisateur suive la procédure exigée afin d'assurer le contrôle nécessaire lors de chacune de ses interventions.

10.1 Autorisation d'utiliser des animaux radioactifs

L'utilisation d'animaux radioactifs par une personne titulaire de permis n'est autorisée que si cette autorisation est inscrite à la SECTION III - ACTIVITÉS AUTORISÉES de son permis (ANNEXE 1).

10.2 Utilisation des locaux des animaleries

10.2.1 Note de radioprotection

Pour chaque projet impliquant l'utilisation de radio-isotopes dans les locaux des l'animaleries, la personne titulaire doit obtenir, de la personne responsable de la radioprotection, une note de radioprotection spécifique au projet. Elle doit en faire la demande, **au moins un (1) mois avant le début du projet**, en indiquant toutes les informations relatives à son protocole (radio-isotope, type et nombre d'animaux, activité administrée par animal, local utilisé et description complète de la procédure).

Le contenu général de la note de radioprotection comprendra :

- les radio-isotopes, les activités utilisées (en Bq), le type et nombre d'animaux;
- les obligations générales des utilisatrices et des utilisateurs et le contrôle du local;
- les précautions spécifiques lors de la manipulation;
- les précautions spécifiques lors de l'hébergement;
- les conditions imposées pour la gestion des déchets;
- une note sur le rayonnement ambiant.

10.2.2 Obligations générales

Pour chaque période de manipulation, l'utilisatrice ou l'utilisateur doit s'inscrire au registre présent dans les animaleries en indiquant le local utilisé et la période d'utilisation.

Après chaque période de manipulation et au moins une fois par semaine, l'utilisatrice ou l'utilisateur doit remettre à l'animalerie les résultats d'une vérification complète de la contamination du local utilisé.

L'utilisatrice ou l'utilisateur doit appliquer une politique de signalisation du local (conforme au chapitre 13), et identifier chaque cage lors de l'hébergement.

En aucun cas, l'utilisatrice ou l'utilisateur ne doit laisser de substances radioactives, de matériel contaminé ou d'affiches de signalisation dans le local, en dehors des périodes d'utilisation inscrites au registre.

10.3 Utilisation d'animaux radioactifs en dehors des animaleries

L'utilisation d'animaux en dehors des locaux des animaleries doit d'abord respecter les règles propres à chaque animalerie. Cette procédure entraîne automatiquement la production de matières résiduelles radioactives sous forme de carcasses et de tissus biologiques.

La personne titulaire de permis doit appliquer les règles de radioprotection en vigueur dans son laboratoire en insistant sur les précautions permettant d'éviter la contamination (section 10.4).

Avant le début du projet, elle doit aviser la personne responsable de la radioprotection pour définir à l'avance les procédures de gestion des matières résiduelles radioactives (section 10.5).

10.4 Précautions de base durant les manipulations

Il est important de rappeler que pour les animaux auxquels une substance radioactive a été administrée, les liquides biologiques et les excréments doivent être considérés et traités comme des produits radioactifs et qu'ils entraînent généralement la contamination des cages et récipients, du matériel de manipulation et de la fourrure des animaux.

Il faut aussi rappeler que certaines techniques utilisées, telles l'injection, l'infusion et la dissection, comportent un risque d'incident non négligeable. Il est recommandé d'utiliser des techniques bien éprouvées ou de mettre au point la technique en faisant des simulations à froid.

Il est recommandé de planifier la protection en fonction du pire incident, soit :

- en protégeant bien la ou les personnes qui manipulent (gants, vêtements, lunettes de protection);
- en protégeant bien toutes les surfaces à risque;
- en appliquant une politique bien établie de nettoyage du matériel après chaque période de manipulation;
- en effectuant une vérification de la contamination après chaque période de manipulation.

10.5 Procédure générale pour la gestion des matières résiduelles radioactives

Dans tous les cas, les procédures de gestion doivent être définies, à l'avance, par la personne responsable de la radioprotection. Selon les concentrations d'activités résiduelles, l'élimination se fera par la voie des matières résiduelles biomédicales normales ou par celle des matières résiduelles radioactives biologiques. Dans les deux cas, l'entreposage temporaire des matières résiduelles se fera par congélation.

Les exigences générales pour la gestion des matières résiduelles radioactives biologiques sont :

- le volume requis pour la congélation doit être déterminé, de même que le site d'entreposage qui doit être alors correctement identifié;
- chaque colis individuel doit être étiqueté et décrire clairement le contenu : espèce animale, poids et nombre (poids total), activité totale résiduelle, date et nom de la personne titulaire de permis;
- autant que possible, il est recommandé de congeler des colis individuels de petit format;
- avant la congélation, les carcasses de grandes dimensions doivent être ficelées pour n'occuper qu'un volume minimal (dimensions inférieures à 55 cm).

10.6 Registre d'élimination

Comme tous les résidus radioactifs, les carcasses et les tissus biologiques doivent être inscrits au registre d'élimination centralisé que constitue la base de données SOFE – Produits dangereux sous l'interface « Résidus ». La personne titulaire doit s'assurer que toutes les données requises pour ce type de résidus radioactifs sont inscrites le jour de leur entreposage dans le congélateur désigné. Les informations requises sont les mêmes que pour tout résidu, à savoir le radio-isotope, son activité totale, le nom de la personne titulaire et la date d'élimination. En plus, le poids total de la carcasse ou du groupe de carcasses doit être inscrit dans la base de données sous la colonne « Poids (kg) ».

11. SOURCES SCELLÉES ET SOURCES INTÉGRÉES DANS UN APPAREIL

En principe les sources scellées n'entraînent aucun risque de contamination et les précautions lors des manipulations consistent à se protéger du rayonnement ambiant.

Les règles de sécurité obligatoires visent à s'assurer que chacune de ces sources puisse être retracée, en tout temps, jusqu'à son élimination et à s'assurer de leur intégrité et de leur étanchéité pour éviter tout risque de contamination imprévue.

11.1 Définition

Une source scellée est une source dont la matière radioactive est contenue dans une enveloppe étanche qui ne permet pas d'y avoir accès.

Dans les laboratoires, les sources servent généralement de standard pour la vérification et l'étalonnage des compteurs et autres détecteurs de rayonnement. Elles sont parfois intégrées dans un appareil et servent de standard interne.

Elles apparaissent sous plusieurs formes : tubes, sphères ou disques plastiques ou métalliques, fioles incassables, etc.

11.2 Déclaration obligatoire

La personne titulaire (lors de sa demande de permis) **doit déclarer** chaque source scellée en sa possession, libre ou intégrée dans un appareil.

La possession de sources scellées n'est autorisée que conformément aux informations indiquées aux SECTIONS IVb) et IVc) du permis interne (ANNEXE 1). L'information sur chaque source scellée et chaque appareil contenant une source doit y apparaître.

11.3 Registre d'entreposage et d'utilisation des sources scellées

Dans un registre (cartable) séparé, la personne titulaire de permis doit tenir à jour le registre de toutes les sources scellées en sa possession.

Ce registre doit être disponible, en tout temps, et les informations doivent être conservées pour une période minimale de trois (3) ans après l'élimination d'une source.

Les informations claires consignées pour chaque source doivent comprendre les éléments suivants :

- l'identification du site d'entreposage et la date de réception;
- le fournisseur, le modèle et le numéro de série de la source;
- une description physique de la source;
- le radio-isotope, l'activité et la date de l'étalonnage;
- la date de l'élimination de la source du site d'entreposage, le cas échéant.

Une section séparée du registre doit décrire les utilisations, on devrait y trouver :

- l'identification de la source utilisée;
- la date de sortie de la source du site d'entreposage;
- le local d'utilisation;
- la date de remise de la source au site d'entreposage;
- le nom de l'utilisatrice ou l'utilisateur.

S'il y a lieu, les résultats des tests d'étanchéité (section 11.5) requis doivent être placés dans une section séparée du registre et conservés pour une période minimale de trois (3) ans après l'élimination de la source.

Il est recommandé d'inclure dans ce registre la documentation du fournisseur accompagnant chaque source (certificat d'étalonnage, description physique, etc.).

11.4 Achat et élimination

L'acquisition d'une source scellée **doit être autorisée** par la personne responsable de la radioprotection et sera signifiée par une modification du permis.

Lors de l'élimination, les sources scellées doivent être traitées séparément des autres matières résiduelles radioactives. Il faut remettre au personnel de la Division SSMTE la source ainsi qu'une copie de la documentation relative à cette source (copie des informations contenues dans le registre et résultat du dernier test d'étanchéité, s'il y a lieu).

11.5 Vérification de l'étanchéité

11.5.1 Obligation de la personne titulaire de permis

Les épreuves d'étanchéité, appelées aussi tests de fuite, doivent être effectuées sur chaque source scellée contenant plus de 50 MBq (1,35 mCi) de substance radioactive, sauf s'il s'agit d'une source gazeuse ou d'une source de H-3, à la fréquence suivante :

a. tous les vingt-quatre (24) mois pour chaque source scellée entreposée de façon continue (i.e. non utilisée durant cette période);
b. tous les douze (12) mois pour chaque source scellée intégrée à un appareil, déclarée à la SECTION IVc) du permis (ANNEXE 1);
c. tous les six (6) mois pour les sources scellées libres (non incluses dans un appareil) déclarées à la SECTION IVb) du permis (ANNEXE 1).

Si une **fuite supérieure à 200 Bq** de substances radioactives (ou un débit de fuite supérieur à 50 Bq de radon par vingt-quatre (24) heures) est décelée, il faut isoler et cesser d'utiliser cette source et aviser immédiatement la personne responsable de la radioprotection. La CCSN devra en être informée dans les quarante-huit (48) heures.

Lors de ces épreuves, à la suite d'un résultat positif (> 20 Bq), la vérification de la source en cause devrait être fréquemment répétée afin de s'assurer que la fuite demeure mineure. Lorsque la fuite positive est confirmée, considérant que l'intégrité de la source est en cause et le risque de contamination qu'elle suscite, il est recommandé de procéder à l'élimination de la source (section 11.4).

11.5.2 Méthodes

Les épreuves d'étanchéité sont effectuées par la personne responsable de la radioprotection de la Division SSMTE. Lors de l'acquisition de sources scellées de plus de 50 MBq, la personne propriétaire de ces sources doit fournir toute l'information pertinente relative aux sources et aux épreuves d'étanchéité. Les procédures d'échantillonnage sont élaborées par la Division SSMTE et soumises à la CCSN pour approbation. L'échantillonnage est alors réalisé par la personne responsable de la radioprotection à la fréquence requise.

L'analyse des échantillons récoltés est réalisée par une compagnie externe accréditée par la CCSN. Les analyses peuvent être effectuées à l'interne si un détecteur, suffisamment sensible pour le radio-isotope faisant l'objet du test, est disponible. Dans ce cas, les procédures d'analyses sont soumises à la CCSN pour approbation. L'analyse des échantillons et l'émission du certificat de test de fuite sont faites par le personnel de la Division SSMTE.

Le suivi des épreuves d'étanchéité et la détermination de leur fréquence sont assurés par la personne responsable de la radioprotection. Les certificats d'échantillonnage et de tests de fuite sont conservés dans un registre par la personne responsable de la radioprotection pour une période de trois (3) ans après l'élimination de la source.

11.6 Autres précautions

En dehors du temps d'utilisation, chaque source scellée doit toujours être remisée dans son site d'entreposage désigné.

De façon générale, éviter la manipulation des sources avec les mains sauf s'il s'agit d'une source de très faible activité ou ne présentant pas de risque de rayonnement ambiant.

Il est interdit de modifier (de faire des procédures d'usinage) une source scellée. Lors du bris d'une source, procéder immédiatement à une épreuve d'étanchéité et à l'élimination de la source.

11.7 Sources non commerciales

Les sources non commerciales ou fabriquées par la personne titulaire de permis et utilisées comme sources scellées sont considérées, au plan légal, comme des sources non scellées.

Dans ce cas, la personne titulaire de permis doit s'assurer que des épreuves d'étanchéité documentées sont effectuées avant et après chaque manipulation de ces sources (section 11.5).

11.8 Sources scellées de catégorie I

Les sources de catégorie I sont les sources scellées les plus dangereuses autorisées par la CCSN. Les sources de catégorie I sont toujours utilisées dans des endroits adéquatement blindés et contrôlés. Parce qu'elles représentent le plus grand risque pour la santé et la sécurité des personnes et pour l'environnement, ces sources doivent être protégées et sécurisées.

11.8.1 Plan de sécurité

À l'Université, les sources scellées contenues dans les irradiateurs autoblindés de type Gammacell constituent des sources de catégorie I. En tant que titulaire du permis institutionnel, l'Université doit, pour se conformer à ses conditions de permis, mettre en œuvre

des mesures minimales de sécurité pour prévenir la perte, le sabotage, l'utilisation illégale, la possession illégale ou l'enlèvement illégal des sources scellées tout au long de leur cycle de vie. Pour ce faire, elle doit élaborer un plan de sécurité qui contient les mesures de sécurité minimales requises pour le stockage et l'utilisation de ces appareils. Ce document protégé, mis à jour annuellement, comprend des mesures de sécurité physique à la fois techniques et administratives. Il est accessible uniquement aux personnes autorisées qui ont besoin d'avoir accès à ces renseignements réglementés.

11.8.2 Obligation de la personne titulaire de permis

La personne titulaire du permis doit s'engager par écrit à respecter toutes ses responsabilités en signant le document intitulé « Déclaration du titulaire de permis des sources scellées de catégorie I ». Elle doit également s'assurer que les utilisatrices et utilisateurs de ce type de sources scellées qui sont sous sa responsabilité se conforment à toutes les exigences requises par le plan de sécurité et le présent guide.

11.8.3 Obligation des utilisatrices et utilisateurs

En plus de se conformer aux exigences de port de dosimètre (article 3.3.2) et de formation, les utilisatrices et utilisateurs doivent, pour être autorisés à accéder aux appareils, s'être soumis à une vérification judiciaire afin d'évaluer leur niveau de fiabilité de point de vue de la sûreté (article 3.5.3). Pour connaître la procédure, il faut communiquer avec la Division SSMTE.

Une fois ces étapes complétées, les personnes sont autorisées à accéder à la salle des irradiateurs sans escorte avec une carte d'accès dûment activée. L'activation des cartes et le maintien à jour la liste des personnes autorisées se fait par la personne responsable de la radioprotection au sein de la Division SSMTE.

L'accès à la salle se fait en deux étapes. Il faut se procurer un trousseau de deux (2) clés auprès de la sécurité du CIUSSS de l'Estrie-CHUS, installation Fleurimont. Le prêt doit être documenté dans un registre au poste de contrôle. L'heure de retour prévue doit être indiquée. Les personnes enregistrées doivent retourner les clés après l'utilisation des appareils. Si l'intervalle de temps entre deux utilisations consécutives s'étend sur plus de trois (3) heures, les clés doivent être rapportées et reprises pour les manipulations subséquentes. Pour des intervalles plus courts, les personnes peuvent conserver les clés le temps de leur protocole. Il est toutefois de leur responsabilité de conserver les clés sur elles et d'en assurer ainsi leur sécurité. Les clés ne peuvent être laissées dans un sarrau ou un tiroir sans surveillance. De plus, en aucun temps, une personne enregistrée devant physiquement quitter le campus ne peut conserver les clés. Les personnes autorisées doivent rapporter sans délai à la sécurité du CIUSSS de l'Estrie-CHUS, installation Fleurimont, et à la personne responsable de la radioprotection tout incident ou défaillance impliquant les appareils eux-mêmes ou les systèmes de contrôle d'accès (section 12.7).

Les visiteurs et le personnel de recherche non autorisés qui veulent accéder à la salle des irradiateurs doivent, directement ou via les personnes dûment autorisées au sein des groupes de recherche, contacter les personnes autorisées de la Division SSMTE afin d'être escortés lors de leur visite.

12. PROCÉDURES EN CAS D'URGENCE OU D'EXPOSITION OU DE CONTAMINATION ACCIDENTELLE

Il est impératif que toutes les utilisatrices et tous les utilisateurs soient les mieux informés possible des actions à prendre en cas d'accident dans le but d'en minimiser les conséquences néfastes.

Il faut noter que dans la grande majorité des cas et pour les incidents généralement susceptibles de survenir, les radio-isotopes, dans les quantités utilisées dans la plupart des laboratoires, ne peuvent pas entraîner une exposition importante, sauf dans certains cas de contamination personnelle.

12.1 Principes de base

Il est évident qu'en cas d'urgence majeure, mais aussi dans tout incident mineur, un **temps de réaction rapide** est primordial. Ainsi, dans les simples cas de déversement de produits radioactifs,

une action immédiate réduit les problèmes résiduels en permettant une récupération plus complète des liquides.

Toute action doit être menée en tenant compte :

- qu'il faut éviter de répandre la contamination; et,
- qu'il faut éviter la contamination subséquente d'autres personnes.

L'objectif est d'éviter la répétition d'un événement. C'est pourquoi il est essentiel de **rapporter tout incident à la personne titulaire du permis** et à la personne responsable de la radioprotection. Il faudrait alors identifier la cause ayant mené à l'incident et appliquer les recommandations nécessaires pour en éviter la répétition. Si une recommandation est jugée utile pour l'ensemble des utilisatrices et utilisateurs, la personne responsable de la radioprotection informera toutes les personnes titulaires de permis des nouvelles mesures à mettre en place afin d'augmenter le degré de sécurité dans tous les laboratoires.

Il est **fortement recommandé** que la personne titulaire de permis s'assure que tout son personnel sait comment agir en cas d'urgence et dans le cas des incidents les plus prévisibles. Pour permettre une action rapide, elle devra s'assurer que le **matériel nécessaire est facilement accessible**. L'information contenue dans le présent guide peut être utilisée, de même que celle communiquée lors des formations.

12.2 Urgence

Dans les cas d'accidents impliquant des matières dangereuses, et en fonction d'où ils se produisent, il faut suivre la procédure spécifique à l'établissement ou au campus en question décrite à l'ANNEXE 19 (campus principal), l'ANNEXE 20 (campus de la santé – CIUSSS de l'Estrie-CHUS) ou l'ANNEXE 21 (campus de la santé – Z5, Z7 et Z8). Les situations qui impliquent des substances radioactives exigent que la personne responsable de la radioprotection soit avisée.

Si, en cours de manipulation, un incendie se déclare sur la paillasse utilisée, ailleurs dans le laboratoire ou ailleurs dans l'édifice, il faut suivre les procédures d'incendie et d'évacuation générale spécifique à l'établissement ou au campus où l'incendie à lieu (ANNEXE 22, ANNEXE 23, ANNEXE 24 et ANNEXE 25).

En cas d'urgence, une bonne application des règles d'affichage et de signalisation est très utile aux intervenantes et aux intervenants. En contrepartie, un excès de signaux de mise en garde inappropriés ou laissés par négligence peut gêner l'intervention. Il faut rappeler qu'il est de la responsabilité des titulaires de permis et des utilisatrices ou utilisateurs d'assurer une signalisation appropriée.

12.3 En cas de déversement mineur (< 100 quantités d'exemption)

En cas de déversement mineur, il faut suivre les mesures générales et les six (6) procédures pour déversements mineurs de l'ANNEXE 26.

Il est recommandé :

- d'absorber, par tamponnage à l'aide d'un papier absorbant efficace, le produit déversé le plus rapidement possible. Le port de gants jetables est essentiel pour cette opération. Jeter rapidement les papiers absorbants utilisés et les gants dans un sac de plastique;
- s'il y a lieu, de répéter cette opération en utilisant, à chaque fois, des papiers et des gants propres. Cette précaution peut être utile dans le cas de radio-isotopes émetteurs de rayonnement ambiant gamma et dans le cas du P-32. Pour le P-32, le port d'une double paire de gants est recommandé. Le temps de contact avec la substance ou de fréquence rapprochée ne devrait pas excéder une (1) minute à chaque tamponnage;
- pour permettre une action rapide, que du papier absorbant efficace (type essuie-tout domestique) et des sacs de plastique pour les déchets soient toujours facilement accessibles;
- une fois le produit presque complètement absorbé, de procéder de façon sécuritaire aux étapes suivantes (ANNEXE 26), en particulier à la décontamination et à une vérification méticuleuse de la contamination résiduelle;

- autant que possible, que la personne titulaire du permis et la personne responsable du laboratoire soient avisées au plus tôt de l'incident et superviser la procédure. **Elles doivent prendre connaissance du résultat final des tests de contamination.**

En cas de problèmes ou de doutes, il faut communiquer avec la personne responsable de la radioprotection.

12.4 En cas de déversement majeur (> 100 quantités d'exemption)

12.4.1 Incidents sans contamination personnelle et sans composante radioactive volatile

Dans le cas d'incidents sans contamination personnelle et sans composante radioactive volatile, il faut suivre les mesures générales et les lignes directrices pour déversements majeurs de l'ANNEXE 26.

En particulier, il faut :

- recouvrir immédiatement la substance déversée d'un matériau absorbant, interdire et contrôler l'accès au secteur contaminé;
- aviser toujours, au plus tôt, la personne titulaire du permis, la personne responsable du laboratoire et la personne responsable de la radioprotection pour assurer une supervision adéquate des procédures;
- dans ces cas, la personne impliquée doit soumettre en priorité à la personne responsable de la radioprotection un rapport sommaire décrivant la nature de l'incident, sa cause, les procédures appliquées et le nom de toutes les personnes impliquées.

Dans ces cas, une application méticuleuse des procédures décrites à la section 12.3 est généralement recommandable.

12.4.2 Incidents avec rejet potentiel d'une substance radioactive volatile

Dans le cas des incidents avec rejet potentiel d'une substance radioactive volatile ou ayant une composante volatile, il faut suivre les mesures générales et les procédures en cas de déversements majeurs décrites à l'ANNEXE 26.

En particulier, il faut :

- recouvrir immédiatement la substance déversée d'un matériau absorbant, mettre la hotte en fonctionnement, évacuer et fermer le local et en interdire l'accès par un panneau de mise en garde. Si l'incident est confiné à l'intérieur d'une hotte, il suffira de laisser la hotte en fonction, d'en fermer le volet et d'y apposer une signalisation d'interdiction claire;
- aviser immédiatement la personne responsable de la radioprotection;
- les procédures de décontamination ne pourront être amorcées que sous la supervision de la personne responsable de la radioprotection ou d'un membre de la Division SSMTE.

Un rapport écrit devra être transmis à la personne responsable de la radioprotection qui, après évaluation, le soumettra à la CCSN.

12.5 Incidents mineurs ou majeurs avec contamination de personnes

Dans tous les cas où l'incident a mené à la contamination de vêtements ou de la peau d'une ou de plusieurs personnes, ces dernières doivent aviser la personne responsable du laboratoire ou un membre de la Division SSMTE afin de mettre en marche les procédures décrites aux sections 12.3 ou 12.4.

Ces personnes doivent traiter leur problème de contamination personnelle en priorité en suivant la procédure générale en cas de contamination avec des matières dangereuses (ANNEXE 19). En contactant la sécurité aux numéros appropriés, elles s'assurent l'aide immédiate du personnel de la Division SSMTE.

Elles doivent en particulier agir très rapidement et :

- retirer et isoler tout vêtement contaminé;
- si la surface est limitée, laver la peau contaminée à l'eau tiède et au savon doux, **sans frotter et la rincer abondamment** (ANNEXE 26). On peut conseiller de répéter ce lavage à condition de

ne pas frotter excessivement la peau). S'il y a lieu, rincer abondamment la bouche ou les yeux à l'eau.

Si la contamination affecte la tête et le visage (les yeux et la bouche) il faut immédiatement utiliser les douches oculaires pendant quinze (15) à vingt (20) minutes.

Si la contamination affecte plus que le visage, il faut utiliser les douches d'urgence pour rincer tout le corps pendant quinze (15) à vingt (20) minutes.

- si cela est possible, utiliser un détecteur pour juger de la présence de contamination résiduelle.

Tous les cas devront être rapportés à la personne responsable de la radioprotection le plus tôt possible. Elle préparera un rapport écrit de ses conclusions et recommandations, en fonction des informations fournies. Ce rapport sera versé au dossier de la personne titulaire du permis et, s'il y a lieu, communiqué à la CCSN.

12.6 Surexposition

Tout cas de surexposition présumé doit être déclaré immédiatement à la CCSN. L'avis doit être transmis par la personne responsable de la radioprotection, suivi d'un rapport formel dans les vingt-et-un (21) jours. Les seuils de déclaration immédiate sont de 1 mSv pour une dose au corps entier et de 5 mSv pour une exposition à la peau ou aux extrémités.

Dans les cas où une surexposition apparaît au rapport trimestriel de dosimétrie, la personne responsable de la radioprotection fera enquête et communiquera immédiatement ses conclusions à la CCSN.

Toute utilisatrice ou tout utilisateur qui estime avoir été placé dans une situation ayant pu mener à une exposition anormale doit contacter, au plus tôt, la personne responsable de la radioprotection pour une évaluation.

12.7 Sécurité et sûreté des sources scellées de catégorie I

Les personnes autorisées à utiliser les appareils contenant des sources de catégorie I doivent se soumettre à des conditions strictes de contrôle suivant le plan de sécurité exigé par la CCSN (section 11.8). De plus, un rapport immédiat de tout manquement ou défaillance concernant ce type de source doit être fait à la CCSN par la personne responsable de la radioprotection.

En ce sens, les usagères et usagers doivent rapporter immédiatement à la personne responsable de la radioprotection tout incident, défaillance, bris ou situation anormale qui touche de près ou de loin les appareils eux-mêmes ou le système de contrôle d'accès.

Toute utilisatrice ou tout utilisateur qui ne se conforme pas aux exigences ou fait preuve de négligence dans le respect des procédures peut se voir retirer son accès aux appareils.

13. RÈGLES DE SIGNALISATION ET D'AFFICHAGE

La règle d'affichage de contrôle concerne les documents réglementaires (permis, fiches et affiches). Elle a pour but premier d'exercer auprès des utilisatrices et utilisateurs un rappel permanent des restrictions et les conditions applicables dans leurs lieux de travail. Elle est aussi un outil essentiel d'information durant les visites d'inspection.

Quant aux règles de signalisation de mise en garde, elles s'adressent à toute personne (les utilisatrices et les utilisateurs, les visiteuses et visiteurs, les intervenantes et intervenants en cas d'urgence, etc.) susceptible de se retrouver dans les endroits où se trouvent des produits radioactifs et permettent d'identifier clairement les zones de risque. Elles constituent un élément de sécurité essentiel et doivent être conformes à la réglementation.

Même s'il s'agit d'un rappel des règles indiquées dans les chapitres précédents, ce chapitre regroupe toutes les règles d'affichage et de signalisation afin d'aider les utilisatrices et les utilisateurs à en faire l'application de façon appropriée.

13.1 Principe de base

L'efficacité dans l'affichage repose sur le fait que les individus puissent s'y reconnaître. C'est pourquoi, afin de s'assurer de l'uniformité de ces affiches et de leur conformité à la réglementation de la CCSN, la Division SSMTE voit à l'édition et la distribution des affiches.

L'efficacité dans l'affichage repose aussi sur le fait que chaque affiche de mise en garde soit appropriée. Les mises en garde qui n'ont aucune signification et souvent laissées par négligence sont autant d'éléments qui nuisent à l'identification exacte des risques. Il est essentiel de respecter toutes les règles indiquées dans ce chapitre et de modifier l'affichage en fonction des changements qui peuvent survenir dans les lieux de manipulation et d'entreposage afin que les conditions d'affichage soient toujours respectées. Il est aussi **essentiel de retirer toute affiche, signalisation ou symbole radioactif qui ne correspond pas à ces règles.**

13.2 Affichage de contrôle

Dans les cas suivants, il faut **afficher les documents bien en évidence**, c'est-à-dire, pour qu'ils soient bien visibles et faciles à consulter.

En général, les documents doivent être placés à l'intérieur du laboratoire, près de l'entrée de la zone de manipulation.

13.2.1 Permis

Une copie complète du permis interne (ANNEXE 1) doit être affichée dans ou à proximité de chaque salle, zone ou enceinte où des substances nucléaires et des appareils à rayonnement sont utilisés ou stockés.

13.2.2 Fiche des personnes autorisées

Une copie de la version la plus récente fiche des personnes autorisées (ANNEXE 4) doit être placée près de chaque permis affiché.

13.2.3 Affiches de la CCSN

Dans chaque laboratoire classé (permis SECTION V), l'affiche « Niveau élémentaire » (ANNEXE 10), l'affiche « Niveau intermédiaire » (ANNEXE 11) ou l'affiche « Niveau supérieur » (ANNEXE 12) selon la classe du laboratoire doit être affichée bien en évidence.

13.2.4 Rappel - Autres documents non affichés

Un registre d'entreposage et d'utilisation (ANNEXE 3) dans un cartable bien identifié doit toujours être disponible.

Un registre de vérification de la contamination (ANNEXE 14) dans un cartable bien identifié doit être disponible dans chaque laboratoire et local soumis au contrôle.

Un registre d'élimination des matières résiduelles doit être disponible.

Le *Guide de radioprotection* doit toujours être disponible et facilement accessible en version imprimée ou électronique.

13.3 Signalisation de mise en garde

13.3.1 Affichage sur les zones de manipulation

Une affiche portant le symbole de radioactivité et l'inscription « Rayonnement – Danger – Radiation » doit être placée à chaque point d'accès et aux limites d'une zone, d'une pièce ou d'une enceinte où des substances radioactives sont manipulées,

- si leur quantité est de plus de 100 quantités d'exemption; ou,
- s'il y a un risque d'exposition à un rayonnement excédant 25 µSv/h.

De telles affiches doivent être obligatoirement apposées à l'extérieur de l'entrée de chaque **laboratoire intermédiaire ou supérieur** et porter en plus la mention « Accès limité au personnel autorisé » (ANNEXE 6A et ANNEXE 6B).

Dans le cas des **laboratoires élémentaires**, les affiches sont apposées dans le laboratoire à proximité des zones aménagées pour les manipulations de substances radioactives ou à l'extérieur de l'entrée du laboratoire, si celui-ci est utilisé exclusivement pour la manipulation de substances radioactives. Si les manipulations exigeant l'affichage ne sont que temporaires ou ponctuelles, les affiches doivent être retirées ou retournées lorsque les conditions ne sont plus satisfaites (ANNEXE 6C et ANNEXE 6C). Le verso de l'affiche identifie toujours la zone comme une zone de manipulation de substances radioactives, mais comme les quantités sont sous les 100 quantités d'exemption, le symbole radioactif et la mention réglementaire ont été retirés.

Les zones de manipulation des laboratoires où sont manipulées des substances nucléaires sous les 100 quantités d'exemption sont identifiées par une affiche, sans symbole radioactif et sans mention réglementaire qui doit être affichée tant que la zone demeure vouée aux manipulations radioactives (ANNEXE 6D). Le ou les radio-isotopes manipulés doivent être inscrits sur l'affiche.

13.3.2 Affichage sur les sites d'entreposage des sources

Une affiche portant le symbole de radioactivité et l'inscription « Rayonnement – Danger - Radiation » doit être placée à chaque point d'accès et aux limites d'une zone, d'une pièce ou d'une enceinte où des substances radioactives sont entreposées,

- si leur quantité est de plus de 100 quantités d'exemption; ou,
- si le rayonnement à l'ouverture de l'enceinte excède 25 µSv/h.

Sur les affiches, apparaît le nom des substances radioactives qui répondent aux conditions d'affichage et la mention « L'utilisation des sources est limitée au personnel autorisé » (ANNEXE 6E).

Les sites d'entreposages de substances radioactives sous la limite de 100 quantités d'exemption, sont identifiés avec des affiches sans symbole ni mention, spécifiant le ou les radio-isotopes entreposés (ANNEXE 6F).

13.3.3 Appareils à rayonnement

Une affiche portant le symbole de radioactivité et la mention « Rayonnement – Danger – Radiation » doit être apposée sur tout appareil à rayonnement contenant une quantité d'exemption ou plus d'une substance radioactive.

Le type de radionucléide, l'activité de la source, sa date de référence ainsi que le numéro d'urgence en cas d'accident impliquant l'appareil doivent aussi être inscrits sur cette affiche (ANNEXE 6G).

13.3.4 Poubelles et contenants pour matières résiduelles radioactives

Toute poubelle ou contenant servant à recueillir des matières résiduelles radioactives doivent être considérés comme des récipients contenant des matières radioactives.

Le symbole de radioactivité et la mention « Rayonnement – Danger – Radiation » doivent apparaître sur les affiches apposées sur les poubelles et sur les étiquettes apposées sur les récipients **s'ils contiennent une quantité d'exemption** ou plus d'un radionucléide donné.

Le nom et le type de matière résiduelle (solide, liquide, fioles à scintillation) doivent être spécifiés sur l'affiche ou sur l'étiquette (ANNEXE 6H et ANNEXE 6I).

La quantité contenue étant cumulative, l'activité finale contenue dans le récipient est évaluée et inscrite sur l'étiquette d'élimination qui est attachée au sac ou au contenant lors de son élimination (chapitre 9 et ANNEXE 15).

Si la poubelle ou le récipient lorsque utilisé contient toujours des substances radioactives sous les quantités d'exemption, les affiches ou étiquettes apposées indiquent le type de radio-

isotopes et qu'il s'agit de matières résiduelles, mais le symbole de radioactivité et la mention réglementaire n'apparaissent pas (ANNEXE 6I).

13.3.5 Échantillons radioactifs

Tous les échantillons radioactifs qui sont conservés et entreposés pour la durée des différents protocoles expérimentaux doivent être identifiés par le symbole trifolié de radioactivité et porter la mention « Rayonnement – Danger – Radiation » **lorsque leur activité est égale ou supérieure à la quantité d'exemption** (ANNEXE 6J).

L'identification peut être apposée sur le récipient (sac, boîte, coffret, tube) qui contient plusieurs échantillons radioactifs. Le nom du radionucléide, le type de matière, une estimation de l'activité et une date de référence doivent aussi être inscrits sur l'étiquette.

Dans les échantillons radioactifs sont inclus les dilutions ou les aliquotes de substances radioactives concentrées, les stocks de molécules marquées ou de sondes et tout ce qui est produit lors des expériences tels des extraits, des gels ou des membranes.

Lors de l'utilisation ou de l'élimination de ces échantillons, cette identification doit être retirée si le récipient est vide. Chaque utilisatrice ou utilisateur se doit de porter une attention particulière afin que les substances radioactives générées lors de l'exécution des différents protocoles expérimentaux ne s'accumulent pas dans les différents lieux d'entreposage et qu'elles soient correctement éliminées lorsque les protocoles sont terminés.

13.3.6 Appareils, outils et matériel de laboratoire

Tout appareil (autre qu'un appareil à rayonnement), outil ou matériel de laboratoire utilisé pour la manipulation de substances radioactives ou dans lequel sont déposés des échantillons radioactifs ou des solutions radioactives pour la durée d'un protocole, doit être muni d'une étiquette portant la mention « Attention ! manipulation de substances radioactives » (ANNEXE 6K).

Toute étiquette, ruban adhésif ou autre affiche portant le symbole radioactif doit être retiré de ces appareils, outils ou matériel.

La contamination de ce matériel de laboratoire ne doit pas dépasser les limites établies dans le présent guide (chapitre 8). Toute contamination doit être contrôlée même sur les objets voués exclusivement aux manipulations radioactives.

Cette étiquette doit être retirée si le matériel de laboratoire en question n'est plus utilisé pour la manipulation d'échantillons radioactifs.

13.4 Signalisation informative

À l'Université de Sherbrooke, chaque laboratoire a une fiche de laboratoire apposée à l'extérieur de l'entrée qui, par les symboles du *Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail* (SIMDUT), indique l'inventaire du type de matières dangereuses présentes dans le laboratoire. La Division SSMTE voit à ce que ces fiches soient mises à jour régulièrement. Les informations contenues dans ces fiches sont destinées principalement aux personnes intervenantes externes en cas de situations d'urgence.

Un symbole de radioactivité en noir est présent sur les fiches des laboratoires dont la limite d'entreposage pour une substance radioactive donnée est égale ou supérieure à la quantité d'exemption (ANNEXE 6L). Ce symbole réfère les intervenantes et les intervenants à une base de données où tous les détails concernant les substances radioactives sont compilés.

PARTIE C. ÉLÉMENTS DE RADIOPROTECTION

14. DÉFINITIONS ET ÉLÉMENTS DE BASE

14.1 Principe ALARA

Le principe ALARA "*As Low As Reasonably Achievable*" s'énonce comme suit :

> « Toute personne titulaire de permis doit préparer, appliquer et tenir à jour des méthodes conçues pour maintenir les doses de rayonnement au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux ».

Néanmoins, pour compléter cet énoncé, il faut ajouter que, quels que soient les facteurs économiques et sociaux, personne ne doit être exposé à une dose dépassant les limites réglementaires et qu'aucune pratique ne devrait être effectuée ou mise de l'avant sans qu'elle soit justifiée.

Il faut lire dans ce principe que, quelle que soit l'importance du niveau d'exposition découlant d'une procédure, il faut, **autant que possible**, chercher à appliquer toutes les méthodes de contrôle et de travail qui pourraient **réduire davantage** ce niveau ou les risques d'exposition lors de cette procédure.

Le comité universitaire de radioprotection, au nom de l'Université de Sherbrooke, doit faire toutes les recommandations qu'il juge à propos en vertu de ce principe et il doit en contrôler l'application.

Chaque titulaire d'un permis interne et chaque utilisatrice ou utilisateur doit organiser et effectuer son travail en respectant ce principe.

14.2 Substances radioactives

Évidemment, le terme substances (produits ou matières) radioactives signifie toute substance qui contient une quantité d'un isotope radioactif (radio-isotope) d'un élément. Dans les textes officiels des lois et règlements, les termes « substances prescrites » ou « articles prescrits » sont généralement utilisés.

Un radio-isotope est un élément dont les noyaux se désintègrent dans le temps, chaque désintégration générant l'émission d'une certaine quantité d'énergie sous forme de rayonnement ionisant. Cette énergie s'exprime en électronvolt (eV) et atteint généralement des niveaux de l'ordre du kiloélectronvolt (keV) ou du mégaélectronvolt (MeV). Le rayonnement ionisant est constitué de toute particule atomique ou subatomique ou de tout rayonnement électromagnétique ayant suffisamment d'énergie pour produire l'ionisation des tissus biologiques.

14.2.1 Types de rayonnement

Les radio-isotopes couramment utilisés dans les laboratoires de l'Université de Sherbrooke ne génèrent que les quelques types de rayonnement suivants :

Les électrons

Ils portent les noms de rayonnement **bêta moins**, d'électrons de conversion ou d'électrons Auger. Ils ne pénètrent et ne produisent leurs ionisations que sur une distance limitée dans la matière. Par exemple, dans les tissus biologiques, ils parcourent moins de 5 mm par MeV d'énergie. Ainsi un électron de 500 keV parcourra moins de 2,5 mm et un électron de 2 MeV parcourra moins de 1 cm. C'est pourquoi, lorsque ce type de rayonnement fait partie du rayonnement ambiant externe auquel une personne est exposée, il ne produira qu'une dose d'exposition à la peau. Pour distinguer ce type d'exposition dans la surveillance du personnel, il est question d'une exposition au rayonnement mou.

Le rayonnement **bêta plus**, constitué d'électrons positifs (positrons), se comporte de la même façon et produit les mêmes effets que les électrons à l'exception du fait qu'il sera toujours accompagné par l'émission de radiations électromagnétiques nommées gamma d'annihilation (2 rayons gamma de 511 keV).

Les radiations électromagnétiques

Elles portent les noms de rayons X ou de rayons gamma (et gamma d'annihilation). Ces radiations pénètrent les tissus biologiques de façon significative et peuvent entraîner l'exposition des organes internes. On parle alors d'une exposition au rayonnement pénétrant. En général, plus l'énergie de ce type de radiation sera élevée, plus importante sera sa capacité d'irradier l'organisme en profondeur.

Les rayons alpha

L'utilisation de sources émettrices de particules alpha est exceptionnelle dans les laboratoires de l'Université. Ces particules lourdes, constituées d'un noyau d'hélium (2 protons et 2 neutrons), produisent une grande densité d'ions sur une distance très limitée (quelques dizaines de microns dans la matière biologique). Le risque biologique que les rayons alpha représentent est très élevé et c'est pourquoi des normes sévères doivent s'appliquer quant à la contamination interne de l'organisme.

14.2.2 Activité d'une source radioactive

L'activité d'une source radioactive dans un contenant (fiole récemment acquise ou échantillon en cours de manipulation) est définie par le nombre de désintégrations produites par cette source par unité de temps. En unité internationale, on exprime cette activité en **becquerel (Bq).** Un Bq correspondant à **une désintégration par seconde (1 dps**).

Le **curie (Ci), le millicurie (mCi) et le microcurie (µCi)** (Tableau 7) sont aussi couramment utilisés. Cette ancienne unité n'est toutefois pas réglementaire.

Pour un radio-isotope donné, l'activité d'une source spécifie aussi la quantité de rayonnement qui sera produite par cette source. Cependant, pour une même activité, la quantité de rayonnement (nombre, type et énergie des radiations) varie considérablement d'un radio-isotope à un autre.

Tableau 7. Nombre de désintégrations produites par une source par unité de temps

Activité	# désintégrations/seconde
1 Bq	1
1 kBq *kilo*	10^3
1 MBq *Mega*	10^6
1 GBq *Giga*	10^9
1 TBq *Tera*	10^{12}
1 µCi	37 kBq
1 mCi	37 MBq
1 Ci	37 GBq

La quantité d'exemption

Pour chaque radio-isotope, la réglementation définit une activité correspondant à une quantité d'exemption. Cette quantité de référence est utilisée pour établir la classification des laboratoires, les règles de signalisation et les normes de rejet des déchets radioactifs dans l'environnement **(**ANNEXE 9**)**.

La quantité d'exemption d'un radio-isotope indique qu'une source dont l'activité est inférieure à cette quantité ne devrait pas représenter un risque significatif d'exposition externe ou interne des individus et n'exige pas un contrôle strict en matière de radioprotection.

Cependant, en vertu du principe ALARA, il est conseillé d'appliquer les règles de sécurité de base et d'éviter toute contamination, quelle que soit la quantité de radioactivité utilisée. Il faut

aussi souligner que les quantités considérées dans la réglementation, pour le calcul du nombre de quantités d'exemptions, concernent **les activités totales entreposées, manipulées ou rejetées et non l'activité des sources prises individuellement.**

14.2.3 Demi-vie

L'activité contenue dans une source radioactive décroît continuellement en fonction du temps. La demi-vie, un paramètre connu pour chaque radio-isotope, est la période de temps nécessaire pour que l'activité d'une source diminue de moitié. On peut l'utiliser pour calculer facilement l'activité d'une source en tout temps si l'activité de cette source est connue à un temps donné[18].

$$A(t) = A_0 \; e^{(-\frac{0.693 \; t}{T_{1/2}})}$$

A_0 : Activité initiale au temps de référence t=0
t : Temps écoulé depuis le temps de référence
$T_{1/2}$: Demi-vie du radio-isotope

Il est aussi utile de savoir que l'activité résiduelle après n demi-vies sera de $1/2^n$ de l'activité initiale (1 demi-vie $\Rightarrow A_0/2$, 2 demi-vies $\Rightarrow A_0/4$, 3 demi-vies $\Rightarrow A_0/8$...). Ainsi, il faudra attendre environ 10 demi-vies pour que l'activité d'une source soit réduite à 1/1000 de sa valeur initiale.

14.3 Doses de rayonnement : « l'exposition des personnes aux radiations »

Il existe plusieurs façons d'exprimer les doses de rayonnement. Seules celles utiles dans le contexte du programme de radioprotection de l'Université seront traitées ci-après.

14.3.1 Dose équivalente (mSv)

Le millisievert (mSv) est l'unité de dose utilisée en radioprotection pour spécifier les doses reçues par l'organisme ou par un organe isolé et est appelé l'équivalent de dose. Cette façon d'exprimer les doses inclut le pouvoir d'agression biologique relatif des divers types de rayonnement. Ainsi, cette échelle de doses correspond assez bien à une échelle de risques biologiques.

14.3.2 Dose efficace : « l'exposition au corps entier »

Pour contrôler l'exposition des individus, il faut tenir compte de l'exposition externe engendrée par le rayonnement ambiant et de l'exposition interne découlant de l'absorption de produits dans l'organisme. Il se peut qu'un organe spécifique soit beaucoup plus irradié que l'ensemble de l'organisme. Comment alors spécifier une échelle unique de risques biologiques sachant que chaque organe, pris isolément, possède un risque plus ou moins important face à une irradiation ?

Le concept de dose efficace permet d'exprimer une exposition non uniforme à l'organisme (par exemple à un ou plusieurs organes spécifiques) comme l'équivalent du risque d'une exposition uniforme à l'organisme entier (corps entier). L'expression dose ou exposition au **corps entier** est alors utilisée et la valeur est exprimée en mSv.

Le niveau normal d'exposition provenant du bruit de fond (rayonnement naturel et produit par les matériaux de construction des habitations) est d'environ **1 mSv par année** au corps entier (il varie beaucoup selon le lieu).

Compte tenu de l'expérience passée, des quantités utilisées et du type de travail généralement effectué dans les laboratoires de l'Université, l'objectif est que l'exposition engendrée par les travaux en laboratoire n'excède pas 1 mSv/an, autant pour un rayonnement pénétrant le corps

[18] Attention : Dans l'équation, toujours exprimer t et T1/2 avec les mêmes unités (secondes, heures, jours, années).

entier, que pour un rayonnement absorbé à la surface de la peau. Évidemment, le premier objectif demeure l'application du principe ALARA quel que soit le niveau d'exposition.

14.3.3 Doses maximums admissibles

Le Tableau 8 présente les limites de doses équivalentes et efficaces indiquées dans la réglementation actuelle de la CCSN.

Comme les utilisatrices et les utilisateurs autorisés ne sont pas déclarés « travailleuses ou travailleurs du secteur nucléaire », les limites de la dernière colonne du Tableau 8 (AUTRES PERSONNES) s'appliquent. Rappelons que les objectifs visés sont bien inférieurs aux limites légales indiquées dans le tableau.

Tableau 8. Limites de doses de rayonnement équivalentes et efficaces dans la réglementation actuelle de la CCSN

ORGANES ou TISSUS		TRAVAILLEUSES OU TRAVAILLEURS DU SECTEUR NUCLÉAIRE	AUTRES PERSONNES
		ANNÉE (mSv)	ANNÉE (mSv)
Dose efficace - Tout le corps	*Cette dose comprend la dose provenant des sources externes de rayonnement et de l'incorporation des matières radioactives*	50	1
	Femmes enceintes Doses limites, au niveau de l'abdomen, pour le reste de la grossesse, une fois la grossesse déclarée	4	1
Dose équivalente	Cristallin	50	15
	Peau	500	50
	Mains et pieds	500	50

Ces limites de doses ne s'appliquent pas aux doses reçues :

a. par une patiente ou un patient lors d'un examen médical ou de soins donnés par un médecin compétent; ou
b. par une personne exécutant des mesures d'urgence pour prévenir un danger pour la vie humaine.

14.3.4 Travailleuses et travailleurs du secteur nucléaire

Les travailleuses ou les travailleurs du secteur nucléaire sont les personnes susceptibles d'être exposées à une dose au corps entier supérieure à 1 mSv par année (ou dépassant toute limite indiquée dans la dernière colonne du Tableau 8) dans le cadre des procédures normales de travail.

À l'Université, seules les personnes autorisées et déclarées comme telles par le comité universitaire de radioprotection seront classées travailleuses ou travailleurs du secteur nucléaire. Le comité devra alors juger que les procédures de travail entraînant cette classification sont justifiées et que toutes les mesures raisonnables pour réduire le niveau d'exposition sont appliquées.

14.4 Lois fondamentales de radioprotection

Il est important de rappeler les lois fondamentales de radioprotection qui s'appliquent dans tous les cas où les sources radioactives sont génératrices de rayonnement ambiant.

14.4.1 Activité manipulée

Le niveau de rayonnement ambiant généré par une source est directement proportionnel à l'activité de la source. Ainsi une source de 37 MBq (1 mCi) génère 10 fois plus de rayonnement qu'une source de 3,7 MBq (100 µCi).

Il en découle le principe qu'on ne devrait utiliser que le minimum d'activité nécessaire pour la réussite d'une procédure. Ce principe s'applique aussi aux sources sans rayonnement ambiant puisque le degré de contamination est fonction des quantités utilisées.

14.4.2 Durée d'exposition

Le niveau d'exposition cumulative d'un individu dépend directement de la durée de l'exposition au rayonnement ambiant. Ainsi, pour une même procédure, un individu exposé à raison de dix (10) heures par semaine cumulera une dose de plus de quatre (4) fois supérieure à un individu exposé à raison de dix (10) heures par mois.

Il en découle que les procédures générant du rayonnement ambiant devraient être effectuées dans le minimum de temps raisonnable nécessaire (et les sources inutilisées remisées sous blindage le plus tôt possible) et qu'un individu ne devrait jamais demeurer sans raison dans une zone de rayonnement ambiant.

14.4.3 Éloignement de la source

Pour des sources de petites dimensions, le niveau de rayonnement ambiant diminue comme l'inverse au carré de la distance à la source. Ainsi le rayonnement à dix (10) cm de la source sera cent (100) fois plus élevé qu'à un (1) m de la source ($100^2/10^2$).

Il faut profiter autant que possible de ce facteur important en gardant une distance maximale par rapport aux sources de rayonnement ambiant et en évitant les contacts rapprochés du corps avec ces sources.

14.4.4 Écrans de protection

L'utilisation des écrans de protection est un moyen efficace de réduire le niveau d'exposition pour la personne qui manipule. Cependant, il faut que :

- le choix et l'épaisseur de l'écran soient adaptés au radio-isotope utilisé (section 15.2);
- la conception de cette protection fasse un écran couvrant l'individu des pieds à la tête;
- qu'on tienne compte de l'exposition des autres individus en considérant le rayonnement à l'extérieur de l'écran dans toutes les directions (incluant les locaux adjacents).

15. DONNÉES SUR LES RADIO-ISOTOPES

15.1 Données spécifiques sur les radio-isotopes

Le Tableau 9 présente les principales caractéristiques de plusieurs radio-isotopes. Ce tableau indique :

Colonne 1 : L'identification du radio-isotope.

Colonne 2 : La demi-vie physique en seconde (s), minutes (m), heures (h), jours (j) ou années (a).

Colonne 3 : Son mode de désintégration, émission de particules bêta (bêta moins (β-) ou bêta plus (β+)), par capture électronique (CE) ou par une transition de désexcitation isométrique (TI).

Colonne 4 : Les principales particules émises, ici β- ou β+. Chaque radio-isotope peut avoir une ou plusieurs transitions bêta. Pour chaque transition, l'énergie de la particule

émise peut être comprise entre 0 et une énergie maximum. Pour chaque transition bêta, le tableau indique l'énergie maximum (en MeV), l'énergie moyenne (*en MeV*) pour l'ensemble des particules émises par cette transition et l'intensité en %, soit le nombre de particules émises pour 100 désintégrations.

Colonne 5 : Les principales radiations électromagnétiques (photons) émises sous forme de gamma ou de rayons X (R-X). Le tableau indique leur énergie en MeV et leur intensité en %, soit le nombre de radiations émises par 100 désintégrations.

Colonne 6 : Pour les radio-isotopes « Bêta purs » qui n'émettent aucun photon gamma ou R-X, le tableau indique la portée (pénétration) approximative maximum de ces particules dans le tissu biologique R_t et dans l'air R_a. Les unités de longueur sont spécifiées pour chaque valeur.

Pour les radio-isotopes émetteurs de gamma ou de rayons X, le tableau indique la constante spécifique d'exposition (Γ) soit le débit de rayonnement ambiant en mR/h, à un (1) mètre d'une source de 1 mCi (alinéa 0).

Le nombre placé en indice indique le seuil d'énergie à partir duquel le rayonnement a été pris en compte pour établir la constante spécifique. Par exemple, pour le Cd-109, la constante Γ_{10} inclut les rayons X entre 22 à 25 keV, alors que la constante Γ_{88} n'inclut que le rayon gamma de 88 keV. En pratique, comme les rayons X sous 30 keV sont facilement absorbables par toute paroi matérielle, la constante Γ_{88} sera plus significative du débit réel de rayonnement ambiant auquel on sera exposé au cours d'une manipulation.

Colonne 7 : Quelques commentaires

Tableau 9. Données spécifiques sur les radio-isotopes

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. $m^{-1}.mCi^{-1}$) *ou* Portée de la particule (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV)		Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
				Max	Moy.						
H-3	12,35 a	β	β-	0,0188	0,0056	100	-	-	-	R_t = 5,9 µm R_a = 5,5 mm	Non mesurable avec un moniteur. Le port de gants jetables est toujours recommandé.
N-13	9,97 s	β	β+	1,2		100	γ	0,511	200	Γ = 0,72	
C-14	5730a	β	β-	0,1565	0,0495	100	-	-	-	R_t = 0,28 mm R_a = 26,7 cm	Non mesurable à moins de disposer d'un moniteur spécial. Attention à la production de CO_2 volatil.
O-15	122 s	β	β+	1,7		100		0,511	200	Γ = 0,72	
F-18	109,7 m	β	β+	0,6332	0,2497	97	γ	0,511	194	Γ_{10} = 0,57	Rayonnement ambiant important.
Na-22	2,602 a	β	β+	0,5454	0,2155	90	γ	0,511 1,2745	180 100	Γ_{10} = 1,187	Rayonnement ambiant de haute énergie très important.
Na-24	15 h	β	β-	1,39		100	γ	1,37 2,75	100 100	Γ = 1,84	Rayonnement ambiant de haute énergie très important.
P-32	14,3 j	β	β-	1,71	0,695	100	-	-	-	R_t = 7,9 mm R_a = 7,3 mm	Rayonnement très important des sources concentrées : éviter toute exposition à ces sources (attention aux yeux). Utiliser des écrans de protection pour les β.
P-33	25,4 j	β	β-	0,2490	0,0766	100	-	-	-	R_t = 0,59 mm R_a = 56 cm	Non mesurable à moins de disposer d'un moniteur spécial.
S-5	87,2 j	β	β-	0,1677	0,0486	100	-	-	-	R_t = 0,31 mm R_a = 29,6 cm	Non mesurable à moins de disposer d'un moniteur spécial. Peut contenir des composantes volatiles. Ouvrir les fioles sous une hotte.

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. m^{-1}.mCi^{-1}) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
Cl-36	30100 a	β/CE	β-	0,7093	0,2512	98	-	-	-	R_t = 2,6 mm R_a = 2,5 m	Utiliser des écrans de protection pour les β.
K-42	12,4 h	β	β- β-	2,0 3,5		18 82	γ	1,5	18	Γ=0,14	
Ca-45	163 j	β	β-	0,2567	0,0771	100	-	-	-	R_t = 0.62 mm R_a = 58 cm	Non mesurable à moins de disposer d'un moniteur spécial.
Sc-46	84 j	β	β-	0,357		100		0,89 1,12	100 100	Γ=1,1	
Cr-51	27,8 j	CE		-	-	-	R-X γ	0,005 0,320	18 10	Γ_{10} = 0,0178	
Fe-55	2,7 a	CE	-	-	-	-	R-X	0,006	28		
Fe-59	44,5 j	β	β- β- β- β-	0,130 0,273 0,465 1,565		1,2 46 53 0,18	γ γ γ γ	0,142 0,192 1,099 1,291	1,0 3,0 56 44	Γ = 0,64	
Mn-54	312,1 j	CE		-	-	-	γ	0,835	100	Γ_{10} = 0,466	Rayonnement ambiant important.
Co-57	271 j	CE	-	-	-	-	R-X γ γ γ γ	0,006 0,014 0,122 0,136 0,692	56 9,5 85 10,6 0,16	Γ = 0,09	

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. $m^{-1}.mCi^{-1}$) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
Co-58	71,4 j	β	β+	0,474		15	γ γ	0,810 0,511	99,4 31	Γ = 0,55	
Co-60	5,261 a	β	β-	0,320		100	γ γ	1,17 1,33	100 100	Γ = 1,32	
Ni-63	100 a	β	β-	0,0669	0,0174	100	-	-	-		
Cu-64	12,7 h	β/CE	β+ β-	0,6527 0,5779	0,2781 0,1901	17,9 37,7	γ	0,511 1,346	35,8 0,47	Γ_{10} = 0,109	
Zn-65	244 j	CE/β	β+	0,330	0,143	1,42	R-X γ γ	0,008 1,12 0,511	34 51 2,9	Γ_{10} = 0,315	Rayonnement ambiant important.
Ga-67	78 h	CE					R-X γ γ γ γ γ γ	0,009 0,093 0,184 0,208 0,300 0,393 0,887	56 41 21 2,3 16,8 4,7 0,15	Γ_{10} = 0,079	
Ge-68/ Ga-68	270,8 j/ 68 m	CE/ β,CE	β+ β+	1,899 0,823	0,836 0,353	87,8 1,2	γ	0,511 1,077 1,883	178 3,24 0,14	Γ_{10} = 0,545	Rayonnement ambiant important.

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. m^{-1}.mCi^{-1}) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
Se-75	119 j	CE	-	-	-	-	R-X R-X γ γ γ γ γ γ γ γ	0,01 0,012 0,066 0,096 0,121 0,136 0,198 0,264 0,279 0,303 0,400	50 7,6 1,1 35 17,7 6 1,5 59 25,2 1,3 11,4	Γ = 0,2	
Kr-85	10,7 a	β	β-	0,67		99	γ	0,514	42	Γ = 0,004	
Rb-86	18,7 j	β	β- β-	0,698 1,774		8,7 91,2	γ	1,076	8,8	Γ = 0,05	
Mo-99	66 h	β	β- β- β-	0,436 0,847 1,214		16,6 1,2 82	R-X γ γ γ	0,018 0,366 0,739 0,778	3,3 1,2 12,2 4,3	Γ = 0,18	
Tc-99	213000 a	β	β-	0,290	0,1013	100	-	-	-	R_t = 0,74 mm R_a = 70 cm	Prendre toutes les précautions pour éviter toute contamination de ce radio-isotope de très longue demi-vie. L'activité spécifique du solide est de 17 mCi/g.

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. $m^{-1}.mCi^{-1}$) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
Tc-99m	6,0 h	TI		-	-	-	R-X R-X γ	0,018 0,021 0,14	6,2 1,2 88,9	Γ_{10} = 0,074 Γ_{140} = 0,06	
Cd-109	463 j	CE		-	-	-	R-X R-X R-X γ	0.0220 0,0221 0.025 0.088	29,1 55,1 18 3,7	Γ_{10} = 0,167 Γ_{88} = 0,015	
Ag-110	250 j	β	β- β- β-	0,0844 0,1343 0,5312	0,022 0,036 0,166	67,3 0,41 30,6	R-X et γ	0,658 0,678 0,707 0,764 0,885 0,938 1,384 1,505 + 12γ	84,4 10,6 16,6 22,3 72,6 34,3 24,3 13,1 0,1 à 10	Γ_{30} = 1,496	Rayonnement ambiant de haute énergie très important.
In-111	2,805 j	CE		-	-	-		0,023 0,026 0,171 0,245	67,9 14,5 90,9 94	Γ_{10} = 0,330 Γ_{30}= 0,201	Rayonnement ambiant important.
Sn-119	293 j	TI		-	-	-	R-X R-X γ	0,025 0,029 0,024	23 5 16		

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. $m^{-1}.mCi^{-1}$) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
I-123	13,3 h	CE		-	-	-	R-X R-X R-X γ γ	0,0272 0,0275 0,031 0,159 0,529 + 4γ	25 46 16 83 1,4 0,1 à 1	Γ_{10} = 0,163 Γ_{35} = 0,073	Pour toute manipulation de produits iodés avec une composante volatile, appliquer les précautions indiquées dans les affiches INFO-0546-1 ou INFO-0546-2. Il faut s'assurer de suivre le programme d'essais biologiques de la thyroïde selon la procédure indiquée dans le guide.
I-125	59,6 j	CE		-	-	-	R-X R-X R-X γ	0,0272 0,0275 0,031 0,035	40 74 26 6,7	Γ_{20} = 0,13	Pour toute manipulation de produits iodés avec une composante volatile, appliquer les précautions indiquées dans les affiches INFO-0546-1 ou INFO-0546-2. Il faut s'assurer de suivre le programme d'essais biologiques de la thyroïde selon la procédure indiquée dans le guide.
I-131	8,04 j	β	β- β- β- β- β-	0,248 0,303 0,334 0,606 0,806	0,067 0,087 0,097 0,192 0,283	2,13 0,62 7,36 89,4 0,42	R-X R-X γ γ γ	0,029 0,033 0,284 0,364 0,636 + 8γ	3,9 0,9 6,1 81 7,3 0,1 à 5	Γ_{20} = 0,21	L'iode-131 produit un rayonnement ambiant important.
Xe-133	5,3 j	β	β-	0,346		99,3	R-X R-X γ	0,031 0,035 0,081	38 8,8 37	Γ = 0,10	

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. $m^{-1}.mCi^{-1}$) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
Ba-133	10,5 a	CE	-	-	-	-	R-X R-X R-X γ γ γ γ γ γ	0,043 0,031 0,035 0,053 0,079 0,081 0,276 0,302 0,356 0,383	17 97 23 2,2 2,6 34 7,1 18,4 62,1 8,9	Γ = 0,46	
Cs-137	30 a	β	β- β-	0,512 1,173	0,174 0,415	94,4 5,53	R-X R-X γ	0,032 0,036 0,662	4 1.4 90	Γ_{20} = 0,326	
Ce-141	32,5 j	β	β- β-	0,425 0,580	0,130 0,181	69,6 30,4	γ	0,145	48,4	Γ_{20} = 0,043	
Eu-152	13 a	β/CE	β-	0,14			γ	1,2		Γ = 0,74	
Gd-153	242 j	CE	-	-	-	-	R-X R-X R-X γ γ γ γ	0,041 0,04 0,047 0,070 0,097 0,103 0,276	34,6 62,5 24,5 2,4 29,5 21,1 7,1	Γ_{20} = 0,081	

Radio-nucléides	Demi-vie	Mode de désintégration	Particules				Photons			Constante d'exposition (Γ mR/h. $m^{-1}.mCi^{-1}$) *ou* **Portée de la particule** (R_x et R_a)	Commentaires
			Type	Énergie (MeV) Max	Énergie (MeV) Moy.	Intensité (%)	Type	Énergie (MeV)	Intensité (%)		
Tl-201	72,91 h	CE	-	-	-	-	R-X R-X R-X γ γ γ	0,069 0,071 0,080 0,135 0,166 0,167	27,7 47,2 20,8 2,8 0,16 10,6	Γ_{10} = 0,452 Γ_{20} = 0,045	
Ra-226	1,600 a	α	α β	4,8 0,0036			γ	0,0067		Γ = 0,012	
Am/Be-241	432,2 a	α	α α	0,0054 0,0055		12,8 85,2	γ R-X	0,0139 0,0595	42,7 35,9	Γ = 0,314	

15.2 Choix des écrans de protection

La présente section fournit aux utilisatrices et aux utilisateurs des indications quant au choix du matériel de protection nécessaire pour contrôler le rayonnement ambiant durant les manipulations et l'entreposage des radio-isotopes et des déchets radioactifs. Avant de commencer des projets avec un radio-isotope, l'utilisatrice ou l'utilisateur devrait planifier l'acquisition du matériel de protection de façon à limiter en tout temps la quantité de rayonnement ambiant. Dans les cas impliquant une quantité importante de rayonnement ambiant, une évaluation spécifique du cas devrait être demandée à la personne responsable de la radioprotection.

15.2.1 Protection contre le rayonnement ambiant bêta

En traversant toute paroi matérielle, le rayonnement bêta diminue rapidement en intensité et en énergie. C'est pourquoi plusieurs sources bêta utilisées dans les laboratoires de l'Université ne requièrent aucune protection contre le rayonnement ambiant, car les parois des contenants des produits suffisent pour absorber complètement le rayonnement. Cependant lorsqu'il s'agit d'un produit émetteur de bêta de haute énergie, comme c'est le cas du P-32, la présence d'un rayonnement bêta ambiant important oblige l'utilisation d'un écran de protection durant les manipulations et d'un matériel de blindage pour l'entreposage des produits et des déchets. Un compteur Geiger à fenêtre mince peut être utilisé pour s'assurer que le rayonnement ambiant est supprimé en toute circonstance.

En prenant le P-32 comme référence, toute paroi matérielle de 1 g/cm^2 suffit à enrayer le rayonnement. L'écran idéal standard est constitué de matière plastique (plexiglas) d'au moins 1 cm d'épaisseur. Le même matériel (ou un équivalent en métal) permet le contrôle du rayonnement autour des sites d'entreposage et de déchets. Le Tableau 10 présente le type de protection à prévoir selon les sources bêta utilisées.

Tableau 10. Protection contre le rayonnement ambiant bêta

Aucune protection requise
H-3, C-14, P-33, S-35, Ca-45, Tc-99
Écran standard recommandé
P-32, Cl-36

15.2.2 Protection contre le rayonnement ambiant X et gamma

Le matériau idéal pour atténuer le rayonnement ambiant X et gamma est le plomb. Le

Tableau 11 présente les conditions nécessitant une protection et l'épaisseur de plomb nécessaire qui varient considérablement selon le radio-isotope en cause. Les indications de ce tableau ne sont pas des règles formelles, mais un guide pour permettre de mieux planifier le matériel de protection.

En vertu du principe ALARA, des moyens de protection contre le rayonnement ambiant devraient être utilisés aussi souvent que possible. Il faut aussi rappeler que l'emploi du compteur Geiger de votre laboratoire pour mesurer le niveau de rayonnement n'est pas fiable. La personne responsable de la radioprotection doit faire cette évaluation à l'aide d'un détecteur approprié.

Les composantes du

Tableau 11 s'expliquent comme suit :

Colonne 1 : L'identification du radio-isotope.

Colonne 2 : L'activité totale manipulée à un moment donné à partir de laquelle l'utilisation d'un écran de protection est requise. Il s'agit de l'activité (à 50 µCi près) qui génère un rayonnement ambiant de 0,25 mR/h (2,5 µSv/h) à un (1) mètre de la source. La protection d'un écran n'est pas automatiquement requise s'il s'agit d'une manipulation très occasionnelle et de courte durée. En contrepartie, dans le cas d'une activité régulière, il serait préférable d'utiliser un écran de protection même pour la moitié de la valeur indiquée.

On peut constater que dans certains cas, comme le Cd-109, aucune protection n'est requise alors que dans d'autres cas, comme les Na-22 et Ag-110, l'utilisation d'un écran de protection est généralement nécessaire.

Colonne 3 : La charge de travail en mCi-h par treize (13) semaines à partir de laquelle l'utilisation d'un écran de protection est requise. Par exemple, une personne qui manipule régulièrement chaque semaine 5 mCi durant trente (30) minutes et 100 µCi durant quatre (4) heures aura une charge de travail de treize (13) sem.*(5 mCi*0,5 h + 0,1 mCi*4 h) = 37,7 mCi-h.

La valeur indiquée (à 0,1 mCi-h près) est pour une exposition de 10 mR (0,1 mSv) à un (1) mètre.

Colonne 4 : L'épaisseur minimum requise de plomb pour assurer une protection efficace. Il s'agit d'une épaisseur permettant de réduire le rayonnement par un facteur 10. Dans la plupart des cas, l'utilisation d'un tel écran assurera une protection suffisante, mais il est toujours préférable d'utiliser un écran plus épais (Colonne 5).

Colonne 5 : L'épaisseur recommandée pour un écran de protection assurant une protection complète (atténuation par un facteur 100). Ce type d'écran devrait être utilisé lorsqu'il s'agit d'activités se répétant fréquemment.

Colonne 6 : L'épaisseur de plomb requise pour l'entreposage de 10 mCi de façon à réduire le rayonnement ambiant de un (1) mètre à 0,025 mR/h (0,25 µSv/h). Pour une enceinte de petites dimensions, il faudra se rappeler que le niveau de rayonnement à la surface de l'enceinte pourrait être beaucoup plus élevé. Dans les cas extrêmes où il est impossible d'atteindre un niveau très bas de rayonnements, il faudra penser à localiser le site d'entreposage dans une zone inoccupée et bien identifiée. Dans les cas problèmes, il faut demander une évaluation à la personne responsable de la radioprotection.

Tableau 11. Choix des écrans de protection

Radio-isotope	Activité requérant une protection mCi	Charge requérant une protection mCi-h, 13 sem.	Écran minimum cm de plomb	Écran recommandé cm de plomb	Entreposage de 10 mCi cm de plomb
Aucune protection généralement requise : quantités de radiations ou d'énergie très faibles.					
Cr-51	14	561	0,62	1,25	0,6
Cd-109	166	6666	0,03	0,06	0
I-125	1,65	66,6	0,006	0,012	0,011
Gd-153	3,05	123	0,03	0,06	0,04
Écrans très minces : 3 mm de plomb assure une protection complète.					
Tc-99m	4,15	166	0,09	0,17	0,12
Ce-141	5,75	230	0,09	0,18	0,11
Tl-201	5,5	220	0,08	0,19	0,11
Écrans minces : 1 cm de plomb suffit généralement.					
Ga-67	3,15	127	0,5	1,3	0,9
In-111	1,2	49,7	0,3	0,7	0,6
I-123	3,4	137	0,2	1,6	0,7
Écrans épais :	Demander une évaluation spécifique pour chaque cas. Utiliser le plus souvent possible un écran minimum de protection. Planifier à l'avance le blindage nécessaire à l'entreposage des produits et des déchets.				
F-18	0,4	17,4	1,5	2,54	3,5
Na-22	0,2	8,4	3,2	7,3	11,4
Mn-54	0,5	21,4	2,8	5,7	6,4
Cu-64	2,25	91,7	1,6	3,4	2,6
Zn-65	0,75	31,7	3,7	7,4	7,8
Ge/Ga-68	0,45	18,3	1,5	3,3	4
Ag-110	0,15	6,6	3	6,6	10,4
I-131	1,1	45,4	1	2,6	2,6
Cs-137	0,75	30,6	2,2	4,3	4,6

15.3 Calcul de l'exposition au rayonnement ambiant

Cette section présente un outil permettant à toute utilisatrice ou tout utilisateur d'évaluer approximativement l'importance de l'exposition aux rayonnements X et gamma auxquels elle ou il est soumis durant une manipulation de produits radioactifs. Le calcul utilise la constante d'exposition spécifique d'un radio-isotope Γ (Tableau 9) qui indique pour chaque radio-isotope, le débit de

rayonnement généré à un (1) mètre d'une source de 1 mCi. La formule générale utilisée pour le calcul sera :

*Exposition totale (mSv) = 1/100 (conversion mR en mSv) * Γ (mR/h mCi m^2) * Activité (mCi) * durée (heure) * 1/distance^2 (m^2)*

15.3.1 Charge de travail

Pour un projet donné, il faut d'abord établir la charge de travail soit la somme des diverses activités qui seront manipulées en millicurie fois la durée totale en heures que durera la manipulation de chacune de ces diverses activités (

Tableau 11 – colonne 3). On peut chercher à calculer l'exposition sur une base hebdomadaire, mensuelle ou trimestrielle ou pour un projet entier, en choisissant la charge de travail correspondante.

15.3.2 Facteur distance

Il faut rappeler que la constante d'exposition du radio-isotope est définie à un (1) mètre de la source. Pour évaluer l'exposition à une distance donnée, il faut corriger par l'inverse du carré de la distance en mètre. Ainsi l'exposition à deux (2) mètres sera quatre (4) fois moins élevée ($1/2^2$) alors que l'exposition à 32 cm sera environ dix (10) fois plus élevée ($1/0.32^2$).

15.3.3 Exposition en millisievert (mSv)

L'exposition s'exprime en mSv alors que la constante d'exposition ambiante dans l'air est donnée en milliroentgen (mR). On procède à ce changement d'unité par une correction approximative de 1/100 (100 mR $\approx$ 1 mSv).

15.3.4 Écrans de protection

La diminution d'exposition dépendra de l'épaisseur de l'écran de plomb utilisé et du radio-isotope en cause. L'utilisation de l'écran minimum indiqué dans la section 15.2 diminue l'exposition par un facteur 10 et l'utilisation de l'écran recommandé diminue l'exposition par un facteur 100.

15.3.5 Limites d'exposition visées

En vertu du principe ALARA, les utilisatrices et les utilisateurs devraient prendre tous les moyens à leur disposition pour éliminer toute exposition au rayonnement ambiant. À titre de guide, il est proposé que les utilisatrices et les utilisateurs s'assurent que l'exposition théorique à laquelle elles ou ils sont soumis durant leur travail soit inférieure à 10 mR (0,1 mSv) par période de treize (13) semaines. Pour éviter les expositions inutiles, les utilisatrices et les utilisateurs doivent s'assurer que les sites d'entreposage des produits et des déchets ne laissent fuir le rayonnement qu'en quantités négligeables (Tableau 3 et Tableau 4).

15.4 Fiches signalétiques des principaux radionucléides utilisés en sources ouvertes

^{3}H	Université de Sherbrooke Hydrogène-3 [Tritium]	^{3}H

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation:	Bêta (100%)	
Énergie:	Maximum: 18,6 keV; Moyenne: 5,7 keV	
Demi-vie [T½] :	Physique:	12,3 ans
	Biologique:	10 -12 jours
	Efficace:	10 -12 jours*

* Boire beaucoup de liquide (3-4 litres/jour) réduit la demi-vie efficace d'un facteur 2

Parcours maximum (bêta):	Air:	6 mm
	Eau:	0,006 mm
	Solide/Tissus:	Négligeable; Aucun bêta du ^{3}H ne passe au travers de la couche de cellules mortes de la peau

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv Inhalation et Ingestion: Eau tritiée : 57,8 MBq [Corps] Composés organiques : 23,8 MBq [Corps]
Organes cibles:	Liquides corporels et tissus
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Aucun blindage requis – Aucun risque d'exposition externe

IV. DOSIMÉTRIE

Le port du dosimètre n'est pas requis.
Le biodépistage au niveau de l'urine est la seule méthode efficace pour quantifier le ^{3}H adsorbé.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :

Directe :	NOTE : Aucun détecteur portatif n'est en mesure de détecter les quantités de ^{3}H utilisées dans les laboratoires de recherche universitaires
Par frottis :	Compteur à scintillation liquide – unique méthode efficace de mesure du ^{3}H

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.

- Plusieurs composés marqués au ^{3}H pénètrent facilement les gants et la peau; manipuler ces composés à distance, dans des endroits appropriés; porter des gants doubles et les changer fréquemment.

- Bien que les précurseurs de l'ADN qui sont tritiés sont considérés comme plus toxiques que l'eau tritiée, ils sont généralement moins volatils et ne représentent donc pas un risque plus grand.

- Comme le ^{3}H ne peut être détecté par des instruments directement et comme la plupart des matériaux présentent une légère perméabilité à l'eau tritiée ($^{3}H_2O$) et au tritium gazeux ($^{3}H_2$), il est difficile de détecter une contamination résultant d'un déversement.
Afin d'éviter toute contamination, manipuler et entreposer les sources de ^{3}H avec grands soins. Sceller ou doubler les contenants utilisés.

[1] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 122, 156; Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook [Delacroix, et al; Radiation Protection Dosimetry, Kent, England: Nuclear Technology Publishing 1998], p. 19.

^{14}C	Université de Sherbrooke Carbone-14	^{14}C

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation:	Bêta (100%)	
Énergie:	Maximum: 156 keV; Moyenne: 49 keV	
Demi-vie [T½] :	Physique:	5730 ans
	Biologique:	12 jours
	Efficace:	Lié :12 jours; Non lié : 40 jours
Parcours maximum (bêta):	Air:	24 cm
	Eau/Tissus:	0,28 mm
	~1% des bêtas ^{14}C traversent la couche de cellules mortes de la peau	
	Plastique:	0,25 mm
	Verre :	0.20 mm

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv Inhalation de $^{14}CO_2$: 157 MBq [Corps] Ingestion/inhalation de composés organiques : 1,8 MBq [Corps]
Organes cibles:	Tissus adipeux (majorité des composés marqués) Os (certains carbonates marqués)
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Aucun blindage requis – Aucun risque d'exposition externe pour des quantités de l'ordre du mCi

IV. DOSIMÉTRIE

Le port du dosimètre n'est pas requis.
Le biodépistage au niveau de l'urine est la seule méthode efficace pour quantifier le ^{14}C adsorbé.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe (efficacité ≤ 10%): Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif)
Scintillateur pour bêta (détecteur portatif)
Par frottis : Compteur à scintillation liquide –méthode de mesure du ^{14}C qui doit être préconisée

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Plusieurs composés marqués au ^{14}C pénètrent facilement les gants et la peau; manipuler ces composés à distance, dans des endroits appropriés; porter des gants doubles et les changer fréquemment.

[1] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 122, 156

^{22}Na	Université de Sherbrooke Sodium-22	^{22}Na

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie:	Gamma: 1.275 keV (100%)	
	Photons d'annihilation: 511 keV (180%)	
	Bêta plus ou positons: 546 keV (90%)	
Constante spécifique d'exposition :	3.62E-4 mSv/hr par MBq à un mètre de la source[1]	
Demi-vie [$T_{½}$] :	Physique:	2.6 années
	Biologique:	11 jours (excrété dans l'urine)
	Efficace:	~11 jours (corps entier)
Activité spécifique:	2.31E14 Bq/g max.	

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[2]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv	
	Inhalation:	0,48 MBq [Corps]
	Ingestion:	0,32 MBq [Corps]
Organes cibles:	Moelle osseuse	
Voies d'exposition:	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination);	
Danger d'irradiation:	Exposition externe Exposition interne & Contamination	

III. BLINDAGE

Pour arrêter totalement les positons (β+), il faut 0,7 mm de verre ou 1,4 mm de plexiglas.

Pour atténuer les photons, l'utilisation de blindage au plomb, bien qu'efficace, n'est pas conseillée et devrait être limitée vu la toxicité du matériau. Utiliser d'autres matériaux seuls ou combinés à un blindage de plomb minimum.

Le débit de rayonnement de doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	1,0 cm	3,7 cm
Acier :	1,6 cm	6,1 cm
Béton :	5,1 cm	19,0 cm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{22}Na

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :

Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination

Par frottis : Compteur à scintillation liquide

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Entreposer le ^{22}Na (sources, échantillons, matières résiduelles) derrière un blindage approprié; Vérifier l'étanchéité au Geiger.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de ^{22}Na
- Utiliser des outils et des appareils blindés pour manipuler les sources de ^{22}Na et les objets contaminés. Éviter le contact direct avec les mains. Près des sources de ^{22}Na le débit de dose du rayonnement bêta peut être plus important que celui du rayonnement gamma.

[1] Health Physics & Radiological Health Handbook, 3rd Ed. [Baltimore, MD; Williams & Wilkins, 1998], p. 6-9
[2] Federal Guidance Report No. 11. EPA 520/1-88-020. 1988.

^{32}P	Université de Sherbrooke Phosphore-32	^{32}P

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation:	Bêta (100%)	
Énergie:	Maximum: 1 710 keV; Moyenne: 695 keV	
Demi-vie [T½] :	Physique:	14,29 jours
	Biologique:	Os : ~ 1155 jours; Corps entier: ~ 257 jours[1]
	Efficace:	14,29 jours
Parcours maximum (bêta):	Air:	6,10 m
	Eau/Tissu:	0,76 cm
	Plastique:	0,61 mm
	Verre :	3,4 mm

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[2]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv Inhalation : 0,04 MBq [Poumon]; 0,24 MBq [Corps] Ingestion: 0,12 MBq [Moelle osseuse]; 0,42 MBq [Corps]
Organes cibles:	Os [^{32}P soluble]; Poumons [Inhalation]; Tractus digestif [Ingestion – composés insolubles]
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition externe, Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Blinder toute source de ^{32}P avec 7 à 10 mm de Plexiglas; vérifier si des Rayons-X sont produits à l'extérieur du blindage (effet Bremstrahlung) et si c'est le cas, blinder l'extérieur avec de l'acier (2-3 mm). Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors de manipulation de ^{32}P.
Porter une bague-dosimètre lorsque plus de 50 MBq (1,35 mCi) sont manipulés.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :

Directe :	Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif)
	Scintillateur pour bêta (détecteur portatif)
Par frottis :	Compteur à scintillation liquide

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.

- Entreposer le ^{32}P (sources, échantillons, matières résiduelles) derrière un blindage de plexiglas (7-10 mm), vérifier l'étanchéité au Geiger et appliquer un blindage d'acier à l'extérieur du plexiglas si requis.

- Utiliser un blindage de plexiglas (7-10 mm) pour minimiser l'exposition lors des manipulations de ^{32}P.

- Utiliser des outils et des appareils blindés pour manipuler les sources de ^{32}P et les objets contaminés; éviter le contact direct avec les mains.

- Toujours avoir un détecteur portable ouvert près des lieux de manipulation du ^{32}P.

- Le ^{32}P n'est pas volatil, même lorsque chauffé et aucune contamination aérienne n'est produite sauf si des aérosols sont formés.

- Le vinaigre blanc ou une solution d'acide acétique (5-6%) peut être un solvant efficace pour la décontamination de la plupart de substances marquées au ^{32}P.

[1] NCRP Report No. 65, p.88
[2] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 122, 156

^{33}P	Université de Sherbrooke Phosphore-33	^{33}P

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation:	Bêta (100%)	
Énergie:	Maximum: 248,5 keV; Moyenne: 76,4 keV	
Demi-vie [T½] :	Physique:	25,3 jours
	Biologique:	Os : ~ 1155 jours; Corps entier: ~ 257 jours[1]
	Efficace:	25,3 jours
Parcours maximum (bêta):	Air:	50 cm
	Eau/Tissus:	0,6 mm
	Plastique:	0,5 mm
	Verre :	0.3 mm

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[2]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv Inhalation: 0,24 MBq [Poumon]; 1,59 MBq [Corps] Ingestion: 2,0 MBq [Moelle osseuse]; 4,02 MBq [Corps]
Organes cibles:	Os [^{33}P soluble]; Poumons [Inhalation]; Tractus digestif [Ingestion – composés insolubles]
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Aucun blindage requis – Aucun risque d'exposition externe pour des quantités de l'ordre du mCi

IV. DOSIMÉTRIE

Le port du dosimètre n'est pas requis.
Le biodépistage au niveau de l'urine est la seule méthode efficace pour quantifier le ^{33}P adsorbé.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif)
Scintillateur pour bêta (détecteur portatif)
Par frottis : Compteur à scintillation liquide –méthode de mesure du ^{33}P qui doit être préconisée

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.

- Le ^{33}P n'est pas volatil, même lorsque chauffé et aucune contamination aérienne n'est produite sauf si des aérosols sont formés.

- Le vinaigre blanc ou une solution d'acide acétique (5-6%) peuvent être un solvant efficace pour la décontamination de la plupart de substances marquées au ^{33}P.

[1] NCRP Report No. 65, p.88
[2] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 122, 156

^{35}S	Université de Sherbrooke Soufre-35	^{35}S

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation:	Bêta (100%)	
Énergie:	Maximum: 167,5 keV; Moyenne: 48,8 keV	
Demi-vie [T½] :	Physique:	87,44 jours
	Biologique:	Lié : 90 jours : Non Lié : 623 jours
	Efficace:	Non lié : 44-76 jours
Parcours maximum (bêta):	Air:	26 cm
	Eau/Tissus:	0,32 mm
	Plastique:	0,25 mm
	Verre :	0.20 mm

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
	Inhalation: 1,49 MBq [Corps]
	Ingestion: 5,05 MBq [Corps]
Organes cibles:	Testicules
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Aucun blindage requis – Aucun risque d'exposition externe pour des quantités de l'ordre du mCi

IV. DOSIMÉTRIE

Le port du dosimètre n'est pas requis.
Le biodépistage au niveau de l'urine est la seule méthode efficace pour quantifier le ^{35}S adsorbé.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe (efficacité ≤ 10%): Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif)
Scintillateur pour bêta (détecteur portatif)
Par frottis : Compteur à scintillation liquide –méthode de mesure du ^{35}S qui doit être préconisée

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.

- Des molécules volatiles sont produites par la radiolyse de plusieurs composés et métabolites marqués au ^{35}S et peuvent causer des problèmes de contamination s'ils ne sont pas manipulés avec précautions. Ces problèmes de contamination surviennent en particulier lorsque des solutions d'acides aminés marqués au ^{35}S sont décongelées, lorsqu'elles sont ajoutées aux milieux de culture et lors de l'incubation de ceux-ci.

  Utiliser des solutions de ^{35}S récentes et très pures (moins de radiolyse)
  Faire des aliquots des solutions concentrées
  Laisser décongeler et ouvrir les fioles de ^{35}S sous une hotte chimique en fonctionnement. Les fioles peuvent aussi être ventilées en insérant une aiguille de seringue remplie de charbon activé dans le septum de la fiole.
  Pour les cultures cellulaires marquées au ^{35}S :
    Appliquer un papier filtre imprégné de charbon activé ou toute autre trappe de charbon sur l'ouverture des contenants (erlenmeyers ou autres) utilisés lors de l'incubation.
    Placer un filtre au charbon ou un plat de plastique contenant une mince couche de charbon activé dans l'incubateur.

[1] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 122, 156

^{45}Ca	Université de Sherbrooke Calcium-45	^{45}Ca

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation:	Bêta (100%)	
Énergie:	Maximum: 257 keV; Moyenne: 77 keV	
Demi-vie [T½] :	Physique:	162,61 jours
	Biologique:	Os : ~ 18 000 jours[1]
	Efficace:	163 jours
Parcours maximum (bêta):	Air:	52 cm
	Eau/Tissus:	0,62 mm
	Plastique:	0,53 mm
	Verre :	~ 0.3 mm

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[2]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
	Inhalation: 0,10 MBq [Poumon]; 0,23 MBq [Os]
	Ingestion: 0,19 MBq [Os]; 1,16 MBq [Corps]
Organes cibles:	Os; Poumons [Inhalation]
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Aucun blindage requis – Aucun risque d'exposition externe pour des quantités de l'ordre du mCi

IV. DOSIMÉTRIE

Le port du dosimètre n'est pas requis.
Le biodépistage au niveau de l'urine est la seule méthode efficace pour quantifier le ^{45}Ca adsorbé.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif)
Scintillateur pour bêta (détecteur portatif)
Par frottis : Compteur à scintillation liquide –méthode de mesure du ^{45}Ca qui doit être préconisée

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.

[1] NCRP Report No. 65, p.88
[2] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 122, 156

^{51}Cr	Université de Sherbrooke Chrome-51	^{51}Cr

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie: Gamma : 320 keV (9,8%)
Rayon-X: 5 kev (22%)

Constante spécifique d'exposition : 4,811E-6 mSv/h par MBq à 1 m de la source

Demi-vie [T½] : Physique: 27,7 jours
Biologique: 616 jours
Efficace: 26,6 jours (corps entier)

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]: Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
Inhalation: 34 MBq [Corps]
Ingestion: 25 MBq [Corps]

Organes cibles: Gros intestin (paroi)

Voies d'exposition : Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)

Danger d'irradiation: Exposition externe
Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Bien qu'efficace, l'utilisation de blindage au plomb n'est pas conseillée et devrait être limitée vu la toxicité du matériau. Utiliser d'autres matériaux seuls ou combinés à un blindage de plomb minimum.
Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	2 mm	6,6 mm
Acier :	~ 1 cm	~ 3 cm
Béton :	2,8 cm	9,3 cm
Plexiglas :	4,8 cm	16 cm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{51}Cr.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination
Par frottis : Compteur à scintillation liquide

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Entreposer le ^{51}Cr (sources, échantillons, matières résiduelles) derrière un blindage approprié; Vérifier l'étanchéité au Geiger.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de ^{51}Cr
- Utiliser des outils et des appareils blindés pour manipuler les sources de ^{51}Cr et les objets contaminés; Éviter le contact direct avec les mains.

[1] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 124, 157

^{55}Fe	Université de Sherbrooke Fer-55	^{55}Fe

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie:	Gamma/Rayon-X : 6 keV (~ 25%); 7 keV (~ 3%)[1]	
	Électrons de Auger : 5,2 kev (moyenne)[1]	
Demi-vie [T½] :	Physique:	2,7 ans[1]
	Biologique:	11,9 ans
	Efficace:	2,2 ans[2]

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[3]:	Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
	Inhalation: 1,38 MBq [Corps]
	Ingestion: 6,10 MBq [Corps]
Organes cibles:	Rate (Sang)
Voies d'exposition :	Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)
Danger d'irradiation:	Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Aucun blindage requis – Aucun risque d'exposition externe

IV. DOSIMÉTRIE

Le port du dosimètre n'est pas requis.
Le biodépistage au niveau du sang permet de quantifier le ^{55}Fe adsorbé. Le fer doit être extrait chimiquement de l'échantillon de sang et compté dans un compteur proportionnel.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur proportionnel (détecteur portatif)
Par frottis : Compteur à scintillation liquide –méthode de mesure du ^{55}Fe qui doit être préconisée

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.

[1] Health Physics & Radiological Health Handbook, 3rd Ed. [Baltimore, MD; Williams & Wilkins, 1998], p. 8-51
[2] Palmer et al, Iron-55 in Man and the Environment, *Health Phys.* 13(8): 889-895 (1967).
[3] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 124, 157

^{57}Co	Université de Sherbrooke Cobalt-57	^{57}Co

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie: Gamma et rayon-X: 6 à 7 keV (56%); 122 keV (85%); 136 keV (11%)
Électrons: 0,7 keV (249%); 6 à 7 keV (175%); 14 keV (9%)

Constante spécifique d'exposition : 2,43E-5 mSv/hr par MBq à un mètre de la source[1]

Demi-vie [$T_{½}$] : Physique: 270,9 jours[1]
Biologique: ~1,5 jours
Efficace: ~1,5 jours

Activité spécifique[2]: 3,12E14 Bq/g

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[3]: Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
Inhalation: 0,41 MBq [Corps]
Ingestion: 3,13 MBq [Corps]

Organes cibles: Poumon (inhalation)

Voies d'exposition: Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)

Danger d'irradiation: Exposition externe
Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Pour arrêter totalement les électrons, il faut 0,1 mm de verre ou plexiglas.

Pour atténuer les photons, utiliser divers matériaux seuls ou combinés à un blindage de plomb minimum. Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	0,3 mm	1,1 mm
Acier :	3,4 mm	12,3 mm
Béton :	19 mm	68 mm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{57}Co

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination
Par frottis : Compteur à scintillation liquide ou compteur gamma à puits

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Entreposer le ^{57}Co (sources ouvertes et scellées) derrière un blindage approprié; vérifier l'étanchéité.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de ^{57}Co ou lors de l'utilisation de montages ou appareils contenant des sources scellées de ^{57}Co. Vérifier l'étanchéité.
- Le cobalt sous forme métallique, de vapeurs ou de poussières comporte des dangers pour la santé : dommages cumulatifs aux poumons et dermatites. S'il est chauffé au point où il se décompose, il peut émettre des vapeurs radioactives contenant du ^{57}Co. La poussière de cobalt est inflammable[4].

---

[1] Shleien et al, Handbook of Health Physics and Radiological Health (Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1998), p. 6-9 & 8-52
[2] Delacroix et al, Radiation Protection Dosimetry - Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002 (Kent, England: Nuclear Technology Publishing, 2002), p. 55
[3] Federal Guidance Report No. 11 (Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988), p. 125, 157
[4] Fiche signalétique de radionucléide Cobalt-57 de la Commission canadienne de sûreté nucléaire

^{60}Co	Université de Sherbrooke Cobalt-60	^{60}Co

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie: Gamma et rayon-X: 1,173 MeV (100%); 1,332 MeV (100%); 136 keV (11%)
Bêta (100%): Max : 0,318 MeV; Moyenne : 0,096 MeV

Constante spécifique d'exposition : 3,57E-4 mSv/hr par MBq à un mètre de la source

Demi-vie [$T_{½}$] : Physique: 5,27 années
Biologique: ~9,5 jours
Efficace: ~9,5 jours

Activité spécifique: 4,18E13 Bq/g

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]: Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
Inhalation: 0,02 MBq [Corps]
Ingestion: 0,14 MBq [Corps]

Organes cibles: Poumon (inhalation)

Voies d'exposition: Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)

Danger d'irradiation: Exposition externe
Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Pour arrêter totalement les particules bêta, il faut 0,4 mm de verre ou 0,7 mm plexiglas.

Pour atténuer les photons, utiliser divers matériaux seuls ou combinés à un blindage de plomb minimum. Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	1,35 cm	4,5 cm
Acier :	1,7 cm	5,6 cm
Béton :	5,6 cm	18,5 cm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{60}Co

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination
Par frottis : Compteur à scintillation liquide ou compteur gamma à puits

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter (sources ouvertes).
- Entreposer le ^{60}Co (sources ouvertes, sources scellées, échantillons, matières résiduelles) derrière un blindage approprié; vérifier l'étanchéité.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de ^{60}Co ou lors de l'utilisation de montages ou appareils contenant des sources scellées de ^{60}Co. Vérifier l'étanchéité. Le rayonnement β est totalement absorbé par les enveloppes de confinement des sources scellées.
- Le cobalt sous forme métallique, de vapeurs ou de poussières comporte des dangers pour la santé : dommages cumulatifs aux poumons et dermatites. La poussière de cobalt est inflammable[2].

[1] Federal Guidance Report No. 11 (Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988).
[2] Fiche signalétique de radionucléide Cobalt-60 de la Commission canadienne de sûreté nucléaire

^{125}I	Université de Sherbrooke Iode-125	^{125}I

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie: Gamma : 35,5 keV (7%)
Rayon-X: 27kev (113%)

Constante spécifique d'exposition : 3,514E-5 mSv/h par MBq à 1 m de la source

Demi-vie [T½] : Physique: 60,14 jours
Biologique: 120-138 jours (non lié)
Efficace: 42 jours (non lié)

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]: Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
Inhalation: 0,005 MBq [Thyroïde]; 0,15 MBq [Corps]
Ingestion: 0,003 MBq [Thyroïde]; 0,10 MBq [Corps]

Organes cibles: Glande thyroïde

Voies d'exposition : Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)

Danger d'irradiation: Exposition externe
Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Bien qu'efficace, l'utilisation de blindage au plomb n'est pas conseillée et devrait être limitée vu la toxicité du matériau. Utiliser de l'acier. Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	0,02 mm	0,07 mm
Acier :	< 1 mm	< 1 mm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{125}I.
Toute personne qui manipule de l'iode volatil doit avoir avisé la personne responsable de la radioprotection avant le début des manipulations. Cette personne doit se soumettre à un dépistage thyroïdien dans les **cinq (5) jours** suivant l'exposition si elle manipule plus de 5 MBq à découvert, plus de 50 MBq sous la hotte, si elle est impliquée dans un déversement d'iode volatil ou si elle est exposée à une contamination externe d'iode.

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination
Par frottis : Compteur à scintillation liquide

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de quantités de l'ordre du mCi
- Congeler ou acidifier des solutions contenant des ions iodure-^{125}I peut amener la formation d'iode volatil.
- Certains composés marqués à l'iode pénètrent les gants; porter des gants doubles et les changer fréquemment
- Lors des iodations :
  - Toujours travailler sous une hotte chimique en fonctionnement qui n'est pas encombrée.
  - Pour les prélèvements dans les fioles de $Na^{125}I$ (stock), insérer un adapteur à aiguille pour faire sortir les vapeurs et éviter la formation d'aérosols.
  - Éviter d'agiter trop violemment les solutions pour réduire la formation de vapeurs
  - Récolter les échantillons et les matières résiduelles contenant de ^{125}I libre sous la hotte
  - Tout tube ou fiole contenant de ^{125}I libre (fractions, aliquots de comptage) et qui est amené à l'extérieur de la hotte doit être fermé avec un bouchon étanche ou scellé avec du parafilm.
- Nettoyer les déversements de ^{125}I avec une solution : 0,1 M NaI; 0,1 M NaOH; 0,1 M $Na_2O_3S_2$

[1] Federal Guidance Report No. 11 [Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988], p. 124, 157

^{137}Cs	Université de Sherbrooke Césium-137	^{137}Cs

I. DONNÉES PHYSIQUES

Radiation et Énergie: Gamma et rayon-X: 32 keV (5%); 36 keV (1%); 662 keV (85%)
Bêta: 512 keV (95%; moyenne: 174keV); 1,17 MeV (5%; moyenne: 415 keV)

Constante spécifique d'exposition : 8,8 E-5 mSv/hr par MBq à un mètre de la source

Demi-vie [$T_{½}$] : Physique: 30,22 années
Biologique: ~70 jours
Efficace: ~70 jours

Activité spécifique[1]: 3,22E12 Bq/g

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[2]: Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
Inhalation: 0,41 MBq [Corps]
Ingestion: 3,13 MBq [Corps]

Organes cibles: Corps entier

Voies d'exposition: Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)

Danger d'irradiation: Exposition externe
Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Pour arrêter totalement les particules bêta, il faut 2,1 mm de verre ou 3,8 mm de plexiglas.

Pour atténuer les photons, utiliser divers matériaux seuls ou combinés à un blindage de plomb minimum. Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	7,2 mm	21 mm
Acier :	14 mm	43 mm
Béton :	4,5 cm	13,6 cm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{137}Cs

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination
Par frottis : Compteur à scintillation liquide ou compteur gamma à puits

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Entreposer le ^{137}Cs (sources ouvertes, sources scellées, échantillons, matières résiduelles) derrière un blindage approprié; vérifier l'étanchéité.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de ^{137}Cs ou lors de l'utilisation de montages ou appareils contenant des sources scellées de ^{137}Cs. Vérifier l'étanchéité. Le rayonnement β est totalement absorbé par les enveloppes de confinement des sources scellées.

[1] Delacroix et al, Radiation Protection Dosimetry - Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002 (Kent, England: Nuclear Technology Publishing, 2002), p. 55
[2] Federal Guidance Report No. 11 (Oak Ridge, TN; Oak Ridge National Laboratory, 1988), p. 125, 157

^{226}Ra	Université de Sherbrooke Radium-226	^{226}Ra

I. DONNÉES PHYSIQUES (pour toute la série de dégradation : $^{226}Ra \rightarrow ^{222}Rn \rightarrow \rightarrow \rightarrow ^{206}Pb$)

Radiation et Énergie : Alpha : 4,60 à 7,69 MeV
Bêta: 0,65 à 3,26 MeV
Gamma: 0,186 à 1,764 MeV

Constante spécifique d'exposition : 2,27E-4 mSv/hr par MBq à un mètre de la source

Demi-vie [$T_{½}$] : Physique: 1603 années
Biologique: 16 400 jours (os) ; 900 jours (corps)
Efficace: 900 jours (corps entier)

Activité spécifique: 2,66E10 Bq/g max.

II. DONNÉES RADIOLOGIQUES

Radiotoxicité[1]: Activité absorbée résultant en une dose interne de 1 mSv
Inhalation: 0,43 kBq [Corps]
Ingestion: 2,79 kBq [Corps]

Organes cibles: Os et Poumons

Voies d'exposition: Ingestion, inhalation, piqûre, blessure, absorption par la peau (contamination)

Danger d'irradiation: Exposition externe
Exposition interne & Contamination

III. BLINDAGE

Note : Ces données tiennent compte du rayonnement pour toute la série de dégradation

Pour arrêter totalement les particules alpha et bêta, il faut 1,5 cm de plexiglas.

Pour atténuer les photons, l'utilisation de blindage au plomb, bien qu'efficace, n'est pas conseillée et devrait être limitée vu la toxicité du matériau. Utiliser d'autres matériaux seuls ou combinés à un blindage de plomb minimum. Le débit de rayonnement ne doit pas être supérieur à 0,5 μSv/h.

	Couche de demi-atténuation	Couche de dixième d'atténuation
Plomb :	12 mm	4,5 cm
Acier :	19 mm	7,1 cm
Béton :	6 cm	23,0 cm

IV. DOSIMÉTRIE

Toujours porter un dosimètre lors des manipulations de ^{226}Ra

V. DÉTECTION & MESURE

Surveillance de la contamination :
Directe : Compteur Geiger-Mueller (détecteur portatif) – vérification de l'efficacité du blindage
Détecteur gamma de faible énergie (détecteur portatif) – vérification de la contamination
Par frottis : Compteur à scintillation liquide

VI. PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

- Éviter de contaminer la peau, d'ingérer, d'inhaler et de s'injecter.
- Le ^{226}Ra se dégrade en un gaz inerte radioactif, le radon (^{222}Rn), qui est libéré des sources ouvertes ou peut être libéré d'une source scellée advenant un bris (risque d'inhalation).
- Entreposer le ^{226}Ra derrière un blindage approprié; vérifier l'étanchéité.
- Utiliser le blindage approprié pour réduire l'exposition lors de la manipulation de ^{226}Ra ou lors de l'utilisation de montages ou appareils contenant des sources scellées de ^{226}Ra. Vérifier l'étanchéité. Le rayonnement β et les rayons α sont généralement complètement absorbés par les enveloppes de confinement des sources scellées.

[1] Federal Guidance Report No. 11. EPA 520/1-88-020. 1988.

16. RESPONSABILITÉ DE L'APPLICATION ET DE LA DIFFUSION DE LA DIRECTIVE

La vice-rectrice ou le vice-recteur responsable de la recherche est chargé de l'application et de la diffusion de la présente directive.

17. ENTRÉE EN VIGUEUR

La présente directive est entrée en vigueur le 11 décembre 2017. Les dernières modifications ont été approuvées par le comité de direction de l'Université le 21 août 2023.

ANNEXE 1. PERMIS INTERNE DE RADIO-ISOTOPE

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

PERMIS INTERNE DE RADIO-ISOTOPES
Numéro de permis : ###
Référence :
Version du : < DATE >

I) TITULAIRE DE PERMIS

Les activités autorisée et les conditions de ce permis sont sous la responsabilité de :

<Nom du titulaire > Tél. : ####
Professeur
FMSS Biochimie
Université de Sherbrooke

Personne associée : < Nom du titulaire associé > Tél :

Personne contact en matière de radioprotection :

<Nom > Tél : ####

II) PÉRIODE DE VALIDITÉ < Date début > au < Date fin >

III) ACTIVITÉS AUTORISÉES

Achats, Possession, Utilisation, Études de laboratoire

IV) SUBSTANCES PRESCRITES RADIOACTIVES

L'achat, la possession et l'utilisation des produits radioactifs ne sont permis que pour les radio-isotopes et les limites indiqués sous les sections IV et VIII du permis.

IVa) SOURCES NON SCELLÉES

Radio-isotope	Activité maximum par source individuelle (MBq)	Limite d'entreposage (MBq)
H-3	37	111
P-32	18.5	74
S-35	74	222

IVb) SOURCES SCELLÉES

Aucune

IVc) SOURCES CONTENUES DANS UN APPAREIL

Radio-isotope	Local	Numéro	Fabricant	Activité de la source (MBq)
Cs-137	####	# # # # # #	Beckman	1.1

Page : 1 .../

V) LOCAUX AUTORISÉS

Les activités régies par ce permis ne sont autorisées que dans les salles indiquées sous la section V. et doivent être respectées. Le titulaire de permis doit s'assurer que les quantités limites de manipulation et de limites d'entreposage inscrites sur la fiche de chaque salle sont respectées en tout temps et aviser immédiatement le responsable de la radioprotectection de tout changement.

SALLES DÉCLARÉES

# Salle	Niveau	Radio-isotope	Limite de manipulation (MBq)	Limite d'entreposage (MBq)	Responsable
# 1	Élémentaire	H-3	37	37	< Nom >
# 1	Élémentaire	P-32	18.5	37	< Nom >
# 1	Élémentaire	S-35	74	74	< Nom >
# 2	Entreposage	Cs-137	0	1.1	< Nom >
# 3	Entreposage	H-3	0	74	< Nom >
# 3	Entreposage	P-32	0	37	< Nom >
# 3	Entreposage	S-35	0	74	< Nom >
# 4	Sous quantités exemption	S-35	0	74	< Nom >

AUTRES ACTIVITÉS AUTORISÉES

# Salle	Activités autorisées
# 6	Exposition des autoradiographies
# 7	Comptage des échantillons

CONDITIONS PARTICULIÈRES DU PERMIS :

Le titulaire s'engage à respecter les conditions générales liées à l'obtention d'un permis de radio-isotopes à l'Université de Sherbrooke telles que décrites dans le document *"Déclaration du titulaire de permis interne de radio-isotopes"* et ce, tant qu'il sera titulaire du permis. Le programme de radioprotection de l'Université est décrit en détails dans le guide de radioprotection, disponible sur le web au https://www.usherbrooke.ca/smsp/prevention/radioprotection/guide-de-radioprotection.

Les conditions suivantes sont celles plus particulières qui complètent ou précisent les conditions générales.

Affichage :

Résumé de l'affichage de contrôle :

Documents	Locaux
Permis	# 1 # 2
Fiches des personnes autorisées	# 1 # 2
Fiche CCSN - Laboratoires élémentaires	# 1

Vérification de la contamination :

Le titulaire de permis doit s'assurer que sur toute surface accessible, la contamination non fixée ne dépasse pas 0,5 Bq/cm^2 de radioactivité bêta sur une surface moyenne ne dépassant pas 100 cm^2. La fréquence exigée doit être appliquée suivant les manipulations. Les résultats de ces vérifications doivent être compilés sur la feuille prévue à cette fin.

Résumé du programme de vérification de la contamination :

Radio-isotope	Locaux	Nombre de points	Fréquence
P-32	# 1	Min. 10	Dans les 7 jours
S-35	# 1	Min. 10	Dans les 7 jours
H-3	# 1	Zone de manipulation	Dans les 30 jours

Dosimétrie :

Toute manipulation de P-32 nécessite le port du dosimètre de corps.

ANNEXE 2. GUIDE DE LA PERSONNE TITULAIRE DU PERMIS

ÉLÉMENT	CONTRÔLES
Chaque radio-isotope entreposé ou utilisé	• est inscrit sur le permis • activité totale < limite de possession du permis • activité/source individuelle < limite du permis
Tout laboratoire ou local avec des matières radioactives	• inscrit sur le permis
En évidence dans chaque laboratoire déclaré	Affichage • une (1) copie du permis • une (1) affiche CCSN-Radioprotection-Laboratoires
En évidence dans chaque laboratoire inscrit au permis	Affichage • une (1) copie de la fiche du laboratoire, si applicable
En évidence dans le ou les laboratoires principaux inscrits au permis	Affichage • une (1) copie de la fiche des personnes autorisées Disponible • une (1) copie du *Guide de radioprotection*
Chaque utilisatrice ou chaque utilisateur	• est inscrit sur la fiche des personnes autorisées • connaît le contenu du guide et du permis • suit le programme de formation • porte un dosimètre, si requis • participe aux biodosages de la thyroïde, si requis
Utilisatrice enceinte	• l'informer sur les normes • réduire, autant que possible, les risques d'exposition
Nouvelle utilisatrice ou nouvel utilisateur	• faire inscrire sur la fiche des personnes autorisées • prendre connaissance du guide et du permis • donner une formation de première ligne • assurer la supervision des premières manipulations
Registres à jour, faciles à consulter et à interpréter	• registre d'entreposage et d'utilisation des sources non scellées • registre de chaque source scellée et source dans un appareil • registre des vérifications de la contamination • registre d'élimination des matières résiduelles
Entreposage	• désigner des sites spécifiques d'entreposage • affiche de signalisation réglementaire de chaque site • rayonnement ambiant inférieur aux normes • accès limité au personnel autorisé
Manipulations	• désigner les aires précises de travail • désigner les appareils réservés à la manipulation • respecter les limites de la fiche du laboratoire • suivre les bonnes pratiques de travail (voir affiches CCSN) • matériel de protection disponible, si requis • matériel de détection disponible
Animaux radioactifs	• obtenir au préalable une note de radioprotection

Matières résiduelles radioactives	• organiser des procédures conformes aux conditions du permis et aux procédures de la Division SSMTE • contenants de disposition en nombre suffisant et bien identifiés • rayonnement ambiant inférieur aux normes
Contrôle de la contamination	• vérification régulière des surfaces, du matériel, des appareils • fréquence : selon les conditions du permis • décontamination immédiate des endroits contaminés • résultat de chaque vérification inscrit dans le registre
Incidents ou déversements accidentels	• aviser, s'il y a lieu, la personne responsable de la radioprotection • assurer une supervision des procédures de décontamination • faire un rapport décrivant l'incident et les mesures prises, si applicable • au besoin, évacuer et interdire la zone

ANNEXE 3. REGISTRE D'ENTREPOSAGE ET D'UTILISATION DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES

INVENTAIRE D'ENTREPOSAGE ET D'UTILISATION DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES

Nom du titulaire du permis :			
LOCAL :			
RADIO-ISOTOPE :		**Identification de la source :**	
Nom du produit :			
Activité initiale :	***MBq***	**Date de réception :**	*(a / m / j)*
Volume initial :	*(µL,mL)*	**Date de l'étalonnage :**	*(a / m / j)*
Salle principale de manipulation :		**Autre salle :**	

Prénom et Nom	**DATE**	***Quantités utilisées***		**Quantités restantes**		***Matières résiduelles radioactives* (Activité kBq ou MBq)**		
		Volume (µL, mL)	Activité (kBq, MBq)	Volume (µL, mL)	Activité (kBq, MBq)	Solides	Liquides	Autres

exemple

Date d'élimination du site d'entreposage :	**Signature :**

Inscrire chaque source au registre dès sa réception.
Utiliser une feuille séparée pour chaque source entreposée.

S'il y a TRANSFERT de matières radioactives entre utilisatrices ou utilisateurs, inscrire la mention TRANSFERT, le nom du titulaire de permis qui acquiert le produit et la quantité transférée. La personne récipiendaire doit inscrire ce produit à son registre (en indiquant la provenance).

Université de Sherbrooke

ANNEXE 4. FICHE DES PERSONNES AUTORISÉES

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Radioprotection

FICHE DES PERSONNES AUTORISÉES

Nº DE PERMIS :

Seules les personnes inscrites sur cette liste sont autorisées à accéder et à manipuler des substances radioactives

Nom	Période de Validité	Formation RTMD Type A
< Nom #1 >	JJ/MM/AAAA-AAAA	Oui
< Nom #2 >	JJ/MM/AAAA-AAAA	Oui
< Nom #3 >	JJ/MM/AAAA-AAAA	Oui

EXEMPLE

Formation RTMD de Type A

Seules les personnes ayant suivi la formation RTMD de Type A ont l'autorisation de transporter et d'ouvrir les colis contenant des sources radioactives.

Dernière version
AAAMMJJ

ANNEXE 5. DÉCLARATION DU TITULAIRE DE PERMIS INTERNE DE POSSESSION ET D'UTILISATION DE RADIO-ISOTOPES

DÉCLARATION DU TITULAIRE DE PERMIS INTERNE DE POSSESSION ET D'UTILISATION DE RADIO-ISOTOPES

EXEMPLE

Contexte

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) est l'organisme fédéral chargé de l'application de la Loi sur la sûreté nucléaire et de la réglementation qui en découle. L'Université de Sherbrooke est l'autorité reconnue par la CCSN pour administrer le permis institutionnel dont elle est détentrice. Ce permis autorise l'utilisation de radio-isotopes uniquement pour les études de laboratoires; **en aucun cas l'utilisation de radio-isotopes chez l'humain n'est autorisée par ce permis**. Il réglemente la possession et l'utilisation des radio-isotopes contenus dans les sources non scellées, les sources scellées libres (incluses dans des montages ou utilisées aux fins d'étalonnage) et les sources scellées intégrées à des appareils. Les substances nucléaires autorisées, de même que les bâtiments ou endroits où elles sont manipulées, sont inscrites au permis.

La Division de la santé et de la sécurité en milieu de travail et d'études (Division SSMTE) du Service de la mobilité, de la sécurité et de la prévention est l'autorité désignée par l'Université de Sherbrooke pour appliquer un programme de radioprotection conforme aux exigences de la CCSN. La coordination des dossiers de radioprotection de l'Université est assurée par la Division SSMTE et relève de la vice-rectrice ou du vice-recteur responsable de la recherche. La Division SSMTE coordonne donc tous les dossiers de radioprotection et informe le comité universitaire de radioprotection. Ce comité, formé de représentantes et représentants de chacun des services et facultés concernées, est sous la présidence de la vice-doyenne ou le vice-doyen à la recherche et aux études avancées de la Faculté de médecine et des sciences de la santé.

En vertu de son permis et conformément aux politiques et procédures en vigueur à l'Université, celle-ci émet des autorisations ou permis internes aux personnes désignées afin d'encadrer l'utilisation de substances radioactives dans leurs activités de recherche, d'enseignement et de diagnostics cliniques. Les personnes désignées doivent fournir aux personnes chargées de la radioprotection toute l'information requise pour l'émission d'un permis interne.

Objectif

Le présent document informe les personnes désignées de leurs obligations en tant que titulaire d'un permis interne de radio-isotope et leurs engagements à respecter. Les personnes désignées s'engagent à respecter ces conditions tant qu'elles seront titulaires du permis. L'engagement pris par chaque titulaire assure à l'Université que ses politiques et ses procédures en matière de radioprotection seront respectées. Celles-ci sont décrites dans le Guide de radioprotection de l'Université et, à ce titre, la ou le titulaire doit s'y référer pour avoir toute l'information utile afin de respecter ces conditions. Le Guide de radioprotection (Directive 2600-070) est disponible sur le site de l'Université de Sherbrooke. En cas de disparités entre la version française et la version anglaise du guide, la version française a préséance.

Conditions de permis

1. **Conformité au permis**

   La ou le titulaire de permis doit en tout temps s'assurer que les quantités et les catégories de substances radioactives qu'elle ou il possède et l'utilisation qu'il en fait sont conformes aux indications contenues dans les sections III à V du permis.

   La collaboration de la ou du titulaire est essentielle au maintien de la conformité du permis institutionnel. La ou le titulaire doit communiquer avec les personnes chargées de la radioprotection dans les situations suivantes :

a. Lorsque des modifications au permis sont requises (radio-isotopes, limites, salles, personnes autorisées, etc.)

b. Lorsqu'il s'absente plus de deux mois, afin d'informer le responsable de la radioprotection du nom de la personne déléguée qui sera responsable du permis pendant son absence.

c. Lorsque survient une situation inhabituelle mettant en cause des substances radioactives (incident, accident, perte, vol, manquement de sécurité, etc.).

2. Affichage

a. Les affiches et étiquettes sont fournies aux titulaires et doivent être utilisées dans les situations décrites dans le Guide de radioprotection. Les affiches portant le pictogramme de mise en garde radioactif ont une utilisation stricte, toutes les affiches et les étiquettes inutiles doivent être retirées.

b. Les conditions particulières d'affichage qui accompagnent le permis doivent être respectées.

3. Achat, réception et transport

a. Les sources radioactives doivent être achetées par le module Produits dangereux du système des achats SOFE de l'Université de Sherbrooke. La saisie de ces commandes est centralisée à la Faculté de médecine et des sciences de la santé. Les commandes doivent donc être acheminées directement à la personne responsable de la saisie.

b. Toute nouvelle titulaire ou tout nouveau titulaire peut informer le Service des finances, par courrier ou courriel, qu'il autorise la personne chargée de la saisie à agir comme son équivalent dans SOFE- Produits dangereux pour l'approbation des commandes de produits radioactifs exclusivement.

c. Pour chaque achat, il faut spécifier le fournisseur, le numéro de catalogue et le local d'entreposage du produit acheté.

d. Tout nouveau fournisseur doit être créé dans le système SOFE avant d'effectuer un achat. Toute l'information requise doit être fournie à l'avance aux personnes chargées de la radioprotection qui la transmettront au Service des finances.

e. Lors de leur réception, les colis radioactifs doivent être vérifiés suivant les procédures de vérifications décrites dans le Guide et la date d'étalonnage doit être inscrite à l'inventaire du système SOFE.

f. Aucune substance radioactive ne doit être transportée à l'extérieur des locaux identifiés sur le permis, à l'exception du transport des matières résiduelles radioactives aux centres désignés pour la gestion des matières dangereuses ou de conditions particulières accompagnant le permis.

g. Aucune substance radioactive ne peut être expédiée ou confiée à un transporteur sans que l'emballage, l'étiquetage et les documents de transport n'aient été préparés ou approuvés par une personne chargée de la radioprotection formée à cette fin.

4. Sources scellées et appareil contenant une source radioactive

a. Toute possession ou acquisition d'une source scellée et d'un appareil contenant une source doit être approuvée par une personne chargée de la radioprotection.

b. Aucune source scellée ou appareil contenant une source ne peut être éliminé sans l'autorisation d'une personne chargée de la radioprotection.

5. Entreposage

a. Les substances radioactives qui ne sont pas utilisées doivent être entreposées dans une salle ou une enceinte cadenassée, qui est uniquement accessible au personnel autorisé. Seules les salles identifiées sur le permis peuvent être utilisées pour l'entreposage.

b. Chaque site d'entreposage, chaque source originale en entreposage et chaque stock d'échantillons doit être identifié par la signalisation appropriée décrite dans les règles d'affichage.

EXEMPLE

c. La ou le titulaire du permis doit tenir à jour et conserver un registre d'entreposage et d'utilisation de toutes les substances radioactives en sa possession. Ce registre doit être conçu de façon à ce qu'il soit facile, en tout temps, de retracer chaque source et de connaître les quantités totales possédées par le détenteur de permis. Ce registre doit être conservé et accessible aux personnes chargées de la radioprotection et aux inspecteurs de la CCSN.

d. Les sites d'entreposage ne doivent pas laisser fuir un débit de rayonnement ambiant supérieur à 0,5 μSv/h.

e. La ou le titulaire du permis doit voir à ce que le ménage des lieux d'entreposage soit fait régulièrement et que les sources vides, périmées ou inutiles soient éliminées régulièrement (selon les procédures prévues à la section 9).

f. Tout changement du lieu ou de l'enceinte d'entreposage (exemple réfrigérateur, congélateur) qui suppose un changement de salle doit être autorisé par les personnes chargées de la radioprotection.

6. Manipulation

Les procédures de manipulation doivent être conformes aux règles de sécurité des affiches du laboratoire produite par la CCSN et aux règles du GUIDE DE RADIOPROTECTION de l'Université de Sherbrooke (référence du site internet).

a. La ou le titulaire doit s'assurer qu'aucune boisson ou nourriture n'est consommée ou entreposée dans les laboratoires. **Un manquement à cette règle entraîne l'application des sanctions prévues dans le Guide de radioprotection.**

b. La ou le titulaire doit s'assurer que toutes les personnes qui manipulent des substances radioactives dans les locaux indiqués sur son permis portent l'équipement de protection individuel lors des manipulations ou en tout temps s'il s'agit de laboratoires de niveau intermédiaire ou supérieure. Cet équipement comprend un sarrau fermé, des gants, des lunettes de sécurité au besoin, des pantalons longs, des souliers fermés, des bas et si requis, un dosimètre.

c. La ou le titulaire doit aménager les places d'utilisation des substances radioactives de façon adéquate et fournir des écrans de protection appropriés, des poubelles pour les résidus radioactifs blindées et un contaminamètre adapté au type de rayonnement produit par les substances manipulées.

d. La ou le titulaire doit assurer que, sur toute surface dédiée, la contamination non fixée ne dépasse pas 0,5 Bq/cm^2 de radioactivité bêta ou gamma sur une surface moyenne ne dépassant pas 100 cm^2. Il doit s'assurer que le programme de vérification de la contamination exigé dans ces conditions particulières de permis est appliqué et que les résultats sont compilés sur le formulaire approprié et conservés dans un registre.

e. La ou le titulaire doit aviser les personnes chargées de la radioprotection lorsqu'une salle identifiée sur le permis n'est plus utilisée pour les manipulations radioactives ou lorsqu'elle ou il compte y effectuer de nouvelles manipulations radioactives.

f. La ou le titulaire doit effectuer les contrôles de contamination, le nettoyage et toute autre action qui lui seront demandées lorsqu'une salle inscrite sur son permis doit être déclassée, c'est-à-dire qu'elle cesse complètement d'être utilisée pour la manipulation et l'entreposage de substances radioactives.

7. Formation du personnel

a. La ou le titulaire doit s'assurer que toutes les personnes qui doivent manipuler des substances radioactives sous son permis reçoivent la formation de base en radioprotection de l'Université, ainsi que la formation de rappel aux 3 ans. Ces personnes sont les chercheurs (incluant la ou le titulaire, s'il manipule), les professionnels de recherche, les techniciens, les étudiants gradués, les stagiaires et les chercheurs invités ou stagiaires post-doctoraux.

b. Seules les personnes inscrites sur la fiche des *Personnes autorisées* du permis sont autorisées à manipuler les substances radioactives en vertu de ce permis.

c. La ou le titulaire doit s'assurer que les noms des personnes autorisées à manipuler et qui effectivement manipulent, sont inscrits sur la fiche des *Personnes autorisées*. Elle ou il doit fournir aux personnes chargées de la radioprotection le nom des nouvelles personnes et celui de celles qui quittent le laboratoire.

EXEMPLE

d. La ou le titulaire doit s'assurer que toute nouvelle personne exécute ses premières manipulations sous la supervision d'une personne compétente, jusqu'à ce qu'elle ait reçu un entraînement suffisant.

8. Surveillance dosimétrique

a. Si un radio-isotope requiert le port d'un dosimètre personnel pour le corps entier, la personne qui l'utilise doit porter son dosimètre sur l'avant du corps, sous le sarrau, lors des manipulations dans une salle élémentaire ou en tout temps dans des salles de niveau intermédiaire ou supérieur.

b. La personne qui manipule plus de 2 MBq sur comptoir (en 24h) ou 200 MBq sous hotte d'iode radioactif doit être soumise à **un dépistage thyroïdien dans les cinq (5) jours suivant la manipulation**. Cette condition s'applique aussi lors d'un déversement ou de la détection d'une contamination sur la personne. Il est de la responsabilité de l'utilisatrice ou l'utilisateur de voir à respecter le délai réglementaire.

c. La personne qui manipule plus de 50 MBq de P-32 doit porter en plus de son dosimètre de corps, une bague dosimètre et être inscrite au programme de dosimétrie des extrémités.

d. Les personnes détentrices d'un dosimètre ont l'obligation d'en prendre soin, de l'utiliser et de l'entreposer correctement. Les frais encourus pour un dosimètre abîmé, perdu ou remis en retard lors du changement trimestriel seront à la charge de la directrice ou du directeur de laboratoire.

9. Matières résiduelles radioactives

a. Le tri, l'empaquetage, l'étiquetage et la gestion des résidus radioactifs doivent être conformes aux règles décrites dans le Guide de radioprotection.

b. La ou le titulaire s'engage à éliminer régulièrement tous les résidus radioactifs qu'il génère et doit les transporter aux endroits prévus suivant l'horaire prévu et inscrire l'information sur ces résidus dans le système SOFE.

c. Aucun résidu radioactif ne doit être jeté avec les déchets domestiques.

d. Aucun résidu radioactif liquide ne doit être jeté dans l'évier.

e. Les résidus qui n'ont pas été en contact avec des substances radioactives doivent être éliminés suivant les exigences liées à leur nature (résidus chimiques, résidus biologiques ou déchets ordinaires).

Engagement du titulaire :

En tant que titulaire de permis, je comprends et accepte les responsabilités liées à l'obtention d'un permis interne de radio-isotopes. Je m'engage à maintenir et à développer, avec la collaboration des personnes chargées de la radioprotection, les mesures nécessaires au respect des conditions du permis mentionnées plus haut.

Nom du titulaire : **<Prénom> <NOM>**

*Signature :*_____ *Date :*_____

Autorisations du permis interne:

Responsable de la radioprotection : **<Prénom> <NOM>**

*Signature :*_____ *Date :*_____

Président du Comité de radioprotection : **<Prénom> <NOM>**

*Signature :*_____ *Date :*_____

EXEMPLE

ANNEXE 6. AFFICHES DE SIGNALISATION

Les affiches présentées dans cette annexe sont disponibles auprès de la personne responsable de la radioprotection. Elles seront distribuées lors de l'émission de chaque permis.

A. Affiche pour signaler une zone exposée à un débit de dose efficace supérieur à 25 µSv/h

B. Affiche pour signaler une zone où sont manipulées plus de 100 quantités d'exemption de produits radioactifs dans les laboratoires intermédiaires ou supérieurs.

C. Affiche pour signaler une zone où sont manipulées plus de 100 quantités d'exemption de produits radioactifs dans les laboratoires élémentaires. Le verso doit être apparent lorsque les quantités deviennent sous les 100 quantités d'exemption.

D. Affiche pour signaler une zone de manipulation, dans les laboratoires, où sont manipulés des produits radioactifs pour les 100 quantités d'exemption.

E. Affiche pour signaler un site d'entreposage de plus de 100 quantités d'exemption de produits radioactifs.

F. Affiches pour signaler l'entreposage de substances radioactives sous les 100 quantités d'exemption.

G. Affiches pour identifier les appareils à rayonnement contenant une quantité d'exemption ou plus d'une matière radioactive sous forme de source scellée.

H. Étiquette pour contenants de 4 litres avec absorbant utilisés pour récolter les matières résiduelles radioactives liquides. La plus petite étiquette portant le symbole de radioactivité est apposée à l'endroit approprié si le contenant contient une quantité d'exemption ou plus d'un radionucléide donné.

I. Affiche pour signaler une poubelle ou tout autre lieu d'entreposage temporaire de matières résiduelles radioactives solides. Le nom du radionucléide présent doit être inscrit sur l'affiche à l'endroit prévu.

J. Petite étiquette destinée à identifier les stocks d'échantillons radioactifs ou tout autre produit radioactif généré durant les expériences de laboratoires et conservé pour la durée du protocole expérimental.

K. Petite étiquette servant à identifier les appareils, montages, outils ou tout autre matériel de laboratoire utilisés pour la manipulation de produits radioactifs, mais pour lesquels il n'y a aucune contamination résiduelle.

L. Fiche de laboratoire permanente, apposée à l'extérieur des locaux sous un protecteur de plexiglas par la Division SSMTE et faisant état des matières dangereuses présentes dans les laboratoires.

Affiche A. **Affiche pour signaler une zone exposée à un débit de dose efficace supérieur à 25 µSv/h**

Affiche B. **Affiche pour signaler une zone où sont manipulées plus de 100 quantités d'exemption de produits radioactifs dans les laboratoires intermédiaires ou supérieurs**

Affiche C. **Affiche pour signaler une zone où sont manipulées plus de 100 quantités d'exemption de produits radioactifs dans les laboratoires élémentaires (recto).**

Le verso doit être apparent lorsque les quantités deviennent sous les 100 quantités d'exemption.

Affiche D. **Affiche pour signaler une zone de manipulation, dans les laboratoires, où sont manipulés des produits radioactifs sous les 100 quantités d'exemption**

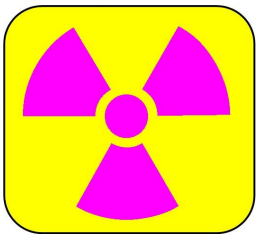
Zone de manipulation de substances radioactives

Radio-isotopes : _____

Avertissements : Possibilité de contamination radioactive

Urgence : 811

Affiche E. **Affiche pour signaler un site d'entreposage de plus de 100 quantités d'exemption de produits radioactifs**



RAYONNEMENT
DANGER - RADIATION

ENTREPOSAGE DE PLUS DE 100 QUANTITÉS D'EXEMPTION

P-32 (≥1 MBq)

« L'UTILISATION DES SOURCES EST LIMITÉE AU PERSONNEL AUTORISÉ »

Avertissements : Possibilité de contamination radioactive
Possibilité d'exposition aux radiations

Urgence : 511

Affiche F. **Affiche pour signaler l'entreposage de substances radioactives sous les 100 quantités d'exemption**

Entreposage de substances radioactives sous les 100 quantités d'exemption

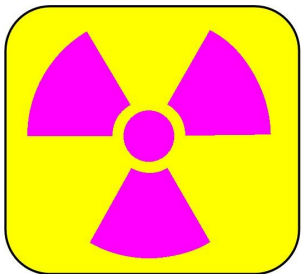
Radio-isotopes : _____

« L'UTILISATION DES SOURCES EST LIMITÉE AU PERSONNEL AUTORISÉ »

Avertissements : { Possibilité de contamination radioactive

Urgence : 511

Affiche G. **Affiche pour identifier les appareils à rayonnement contenant une quantité d'exemption ou plus d'une matière radioactive sous forme de source scellée**



RAYONNEMENT
DANGER - RADIATION

CET APPAREIL CONTIENT UNE SOURCE SCELLÉE

Cs-137

1,1 MBq (sept. 2010)

« SON UTILISATION EST LIMITÉE AU PERSONNEL AUTORISÉ »

Urgence : 511

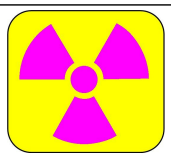
Affiche H. Étiquettes pour contenants de 4 litres avec absorbant utilisés pour récolter les matières résiduelles radioactives liquides

La plus petite étiquette portant le symbole de radioactivité est apposée à l'endroit approprié si le contenant contient une quantité d'exemption ou plus d'un radionucléide donné

Contenants pour matières résiduelles radioactives

LIQUIDES AQUEUX SEULEMENT

(**bien agiter avant la première utilisation**)



Rayonnement – Danger – Radiation

Type de radionucléide : _____

Date d'ouverture : _____

★Le niveau de liquide ne doit pas dépasser ★ celui de l'absorbant

Lorsque le contenant est plein, attacher à la poignée l'étiquette de matières résiduelles radioactives **dûment remplie**

Contenants pour matières résiduelles radioactives

LIQUIDES AQUEUX SEULEMENT

(**bien agiter avant la première utilisation**)

Apposer l'étiquette de radioactivité avant la première utilisation si l'activité contenue est supérieure à la quantité d'exemption

Type de radionucléide : _____

Date d'ouverture : _____

★Le niveau de liquide ne doit pas dépasser ★ celui de l'absorbant

Lorsque le contenant est plein, attacher à la poignée l'étiquette de matières résiduelles radioactives **dûment remplie**

Affiche I. Affiches pour signaler une poubelle ou tout autre lieu d'entreposage temporaire de matières résiduelles radioactives solides

Le nom du radionucléide présent doit être inscrit sur l'affiche à l'endroit prévu.

A.

RAYONNEMENT - DANGER - RADIATION

Entreposage de matières résiduelles radioactives solides

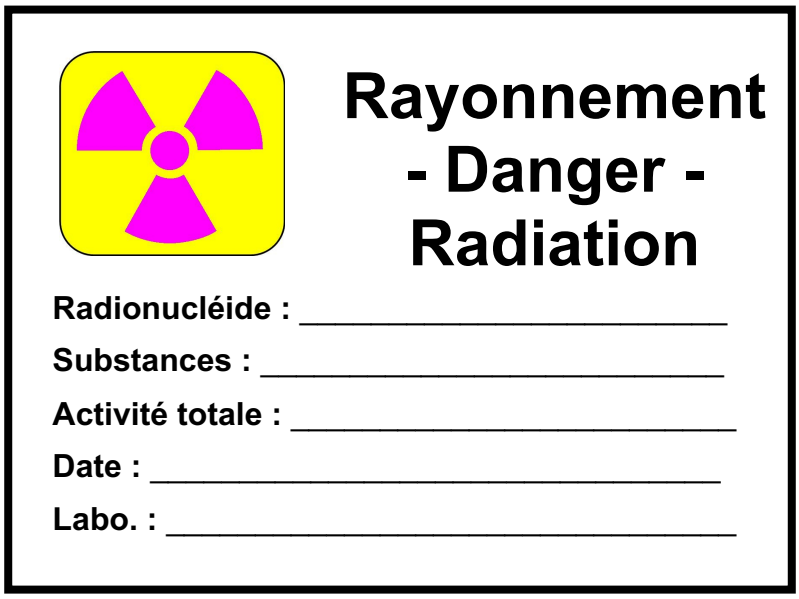
Radionucléide : _____

B.

Entreposage de matières résiduelles radioactives sous les quantités d'exemption

Radio-isotope: _____

Affiche J. **Petite étiquette destinée à identifier les stocks d'échantillons radioactifs ou tout autre produit radioactif généré durant les expériences de laboratoires et conservé pour la durée du protocole expérimental**



Affiche K. **Petite étiquette servant à identifier les appareils, montages, outils ou tout autre matériel de laboratoire utilisés pour la manipulation de produits radioactifs, mais pour lesquels il n'y a aucune contamination résiduelle**

Affiche L. **Fiche de laboratoire permanente, apposée à l'extérieur des locaux sous un protecteur de plexiglas par la Division SSMTE, et faisant état des matières dangereuses présentes dans les laboratoires**

ANNEXE 7. FORMATION DE BASE EN RADIOPROTECTION

Module 1 : Introduction et cadre réglementaire

1.1 Introduction aux rayonnements
1.2 Programme de formation
1.3 Exigences réglementaires

Module 2 : Physique des radiations

2.1 Structure de l'atome
2.2 Radionucléides
2.3 Rayonnements

Module 3 : Interaction du rayonnement avec la matière et effets biologiques

3.1 Ionisation par les rayonnements
3.2 Unités de dose
3.3 Type d'effets
3.4 Danger d'irradiation dans une perspective appropriée

Module 4 : Radioprotection

4.1 Détection et mesure du rayonnement, du débit de dose et de la dose
4.2 Contrôle de la radio-exposition
4.3 Contrôle de la contamination
4.4 Affichage

Module 5 : Utilisation des substances radioactives dans les laboratoires

5.1 Achats
5.2 Réception
5.3 Entreposage
5.4 Utilisation
5.5 Contrôle de la contamination
5.6 Élimination
5.7 Principaux radio-isotopes utilisés en recherche

Module 6 : Récapitulatif interactif des notions pratiques

ANNEXE 8. LIGNES DIRECTRICES POUR LA MANUTENTION DES COLIS RADIOACTIFS

Commission canadienne de sûreté nucléaire | Canadian Nuclear Safety Commission

INFO-0744

LIGNES DIRECTRICES POUR LA MANUTENTION DES COLIS RENFERMANT DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES

Identification des colis renfermant des substances nucléaires

L'emballage et l'étiquetage des substances nucléaires sont régis par le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires (RETSN)* de la Commission canadienne de sûreté nucléaire. Les substances nucléaires peuvent être expédiées à titre de « colis exceptés », de colis du « type A » ou du « type B », de « colis industriels du type 1, 2 ou 3 », et de « colis de matières fissiles ». L'étiquette de catégorie « radioactive » montre également les débits de dose de rayonnement.

Sur les colis exceptés, aucun étiquetage externe n'est requis, et la mention « RADIOACTIVE » doit être visible lorsqu'on ouvre le colis. Le niveau de rayonnement en tout point de la surface externe du colis ne doit pas dépasser 5 µSv/h. Tous les autres colis doivent être classés par niveau de rayonnement et comporter l'une des étiquettes de mise en garde contre les rayonnements suivantes :

Catégorie I - BLANC
Ne dépasse pas 5 µSv/h en aucun point de la surface externe du colis

Catégorie II - JAUNE
Ne dépasse pas 500 µSv/h en aucun point de la surface externe du colis et l'indice de transport ne dépasse pas 1

Catégorie III - JAUNE
Ne dépasse pas 2 mSv/h en aucun point de la surface externe du colis et l'indice de transport ne dépasse pas 10

L'indice de transport est le niveau de rayonnement maximal en microsieverts par heure à une distance d'un mètre de la surface externe du colis, divisé par 10.
Exemple : 1 µSv/h (0,1 mrem/h) à 1 m correspond à IT = 0,1.

Dès réception d'un colis renfermant des substances nucléaires, respectez une certaine distance. Examinez le colis afin de vérifier s'il est endommagé ou s'il y a une fuite. Si le colis est endommagé ou que vous constatez une fuite, confinez-le et isolez-le afin de réduire au minimum l'exposition au rayonnement et la contamination et conformez-vous à l'article 19 du *RETSN*.

Ouverture des colis renfermant des substances nucléaires

Responsable de la radioprotection	Numéro de téléphone

1. Si vous disposez d'un radiamètre approprié, vérifiez les champs de rayonnement autour du colis. Veuillez noter tout écart.
2. Évitez tout contact direct inutile avec des contenants non blindés.
3. Vérifiez la substance nucléaire, la quantité et d'autres renseignements précisés sur le bordereau d'expédition et sur le bon de commande. Enregistrez les renseignements détaillés sur l'expédition et notez toute anomalie dans le registre d'inventaire.
4. Signalez toute anomalie (niveau de rayonnement dépassant celui indiqué sur le colis, indice de transport inexact, contamination, fuite, expédition non rendue à destination ou mauvaise expédition) au responsable de la radioprotection.

Au moment d'ouvrir les colis renfermant des substances nucléaires non scellées, il convient de prendre les mesures additionnelles suivantes :

5. Portez des vêtements de protection lorsque vous manipulez le colis.
6. Si la matière est volatile (iode non lié, tritium, gaz radioactifs, etc.) ou sous forme de poudre, ouvrez le colis sous une hotte.
7. Ouvrez le colis extérieur et vérifiez si le contenu est endommagé, si les sceaux sont brisés, ou si le matériel d'emballage est décoloré. Si le contenu semble endommagé, isolez le colis afin d'éviter toute contamination ultérieure et avisez le responsable de la radioprotection.
8. Si aucun dommage n'est évident, effectuez un frottis sur le colis intérieur ou sur le contenant primaire qui contient la substance nucléaire non scellée. Si une contamination est détectée, effectuez une vérification de la contamination de l'emballage et, le cas échéant, de tout endroit en contact avec le colis. Confinez le produit contaminé, décontaminez-le, et évacuez-le conformément aux conditions du permis de substances nucléaires et d'appareils à rayonnement.

Pour plus de renseignements, communiquer avec la Direction de la réglementation des substances nucléaires, Commission canadienne de sûreté nucléaire, C.P. 1046, Succursale B, Ottawa (Ontario) K1P 5S9. Téléphone : 1 888 229-2672 Télécopieur : (613) 995-5086

Canada

ANNEXE 9. LISTE DES QUANTITÉS RÉGLEMENTAIRES

Radio-nucléide	Quantité d'exemption (MBq)	LAI[a] estimée (MBq/an)	Classification des salles[b] (MBq)		
			E	I	S
C-14	10	34	170	1 700	17 000
Ca -45	10	26	130	1 300	13 000
Co-57	1	95	475	4 750	47 500
Co-60	0,1	6	30	300	3 000
Cr-51	10	530	2 650	26 500	265 000
Cs-137	0,01	1,5	7,5	75	750
F-18	1	410	2 050	20 500	205 000
Fe-55 (oxydes, halides hydroxydes,)	1	61	305	3 050	30 500
Fe-55 (autres composés)	1	22	110	1 100	11 000
Fe-59	1	11	55	550	5 500
Ga-67	1	110	550	5 500	55 000
H-3 (eau tritiée)	1 000	1 000	5 000	50 000	500 000
H-3 (lié matière organique)	1 000	480	2 400	24 000	240 000
I-125	1	1,3	6,5	65	650
I-131	1	1	5	50	500
Na-22	1	6	30	300	3 000
P-32	0,1	8	40	400	4 000

Radio-nucléide	Quantité d'exemption (MBq)	LAI[a] estimée (MBq/an)	Classification des salles[b] (MBq)		
			E	I	S
P-33	100	80	400	4 000	40 000
Ra-226	0,01	0,074	0,37	3,7	37
S-35 (organique)	100	26	130	1 300	13 000
S-35 (inorganique)	100	110	550	5 500	55 000
Tc-99m	10	910	4 550	45 500	450 000
Tc-99	10	26	130	1 300	13 000

a) Limite annuelle d'ingestion b) E : Élémentaire ; I : Intermédiaire ; S : Supérieur

ANNEXE 10. AFFICHE DE NIVEAU ÉLÉMENTAIRE

NIVEAU ÉLÉMENTAIRE

L'organisme de réglementation nucléaire du Canada

CNSC CCSN

Utilisation de substances nucléaires non scellées

Conformément aux exigences de la Commission canadienne de sûreté nucléaire, cette pièce a été classée dans la catégorie « niveau élémentaire » pour l'utilisation de substances nucléaires non scellées. Vous trouverez ci-dessous une liste de pratiques de travail sécuritaires à respecter lorsque vous travaillez dans cette pièce.

Personne à contacter en tout temps en cas d'urgence (nom et numéro de téléphone)

Identification de la pièce

- Il est interdit de manger, de boire, de conserver de la nourriture ou de fumer dans la pièce.
- Portez des vêtements et de l'équipement de protection appropriés lors de la manipulation des substances nucléaires.
- Désignez clairement les surfaces de travail qui servent à la manipulation des substances nucléaires.
- Vérifiez, à la réception, tous les colis contenant des substances nucléaires pour vous assurer qu'ils n'ont pas été endommagés.
- Entreposez les substances nucléaires non utilisées dans une salle ou une enceinte fermée à clé.
- En cas de déversement ou d'incident mettant en cause une substance nucléaire, avisez les autres employés du secteur, suivez les procédures d'urgence et avisez immédiatement le responsable de la radioprotection.

Notes

Une pièce est classée « niveau élémentaire » pour l'utilisation de substances nucléaires non scellées lorsque plus d'une quantité d'exemption y est manipulée et lorsque la plus grande quantité (en becquerels) d'une substance nucléaire manipulée par un travailleur ne dépasse pas cinq fois la limite annuelle d'incorporation (en becquerels) pour cette substance. Veuillez contacter votre responsable de la radioprotection pour obtenir la liste des limites annuelles d'incorporation.

Pour en savoir plus, communiquez avec la :
Direction de la réglementation des substances nucléaires
Commission canadienne de sûreté nucléaire
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Téléphone : 1-888-229-2672
Télécopieur : 613-995-5086

suretenucleaire.gc.ca

YouTube

Commission canadienne de sûreté nucléaire
Canadian Nuclear Safety Commission

Canada

ISBN: 978-0-662-03917-4, Cat. No.: CC172-127/1-2016F-PDF

DÉCEMBRE2016

ANNEXE 11. AFFICHE DE NIVEAU INTERMÉDIAIRE

NIVEAU INTERMÉDIAIRE

Utilisation de substances nucléaires non scellées

L'organisme de réglementation nucléaire du Canada

Conformément aux exigences de la Commission canadienne de sûreté nucléaire, cette pièce a été classée dans la catégorie « niveau intermédiaire » pour l'utilisation de substances nucléaires non scellées. Vous trouverez ci-dessous une liste de pratiques de travail sécuritaires à respecter lorsque vous travaillez dans cette pièce.

Personne à contacter en tout temps en cas d'urgence (nom et numéro de téléphone)

Identification de la pièce

- Il est interdit de manger, de boire, de conserver de la nourriture ou de fumer dans la pièce.
- Portez un dosimètre comme indiqué dans votre programme de radioprotection.
- Portez des vêtements et de l'équipement de protection appropriés lors de la manipulation des substances nucléaires.
- Désignez clairement les surfaces de travail qui servent à la manipulation des substances nucléaires.
- Lavez-vous souvent les mains et soumettez-les à de fréquents contrôles de contamination.
- Après toute manipulation de substances nucléaires, effectuez un contrôle de contamination de l'aire de travail.
- Vérifiez, à la réception, tous les colis contenant des substances nucléaires pour vous assurer qu'ils n'ont pas été endommagés.
- Entreposez les substances nucléaires non utilisées dans une salle ou une enceinte fermée à clé.
- En cas de déversement ou d'incident mettant en cause une substance nucléaire, avisez les autres employés du secteur, suivez les procédures d'urgence et avisez immédiatement le responsable de la radioprotection.

Notes

Une pièce est classée « niveau intermédiaire » pour l'utilisation de substances nucléaires non scellées lorsque la plus grande quantité (en becquerels) d'une substance nucléaire manipulée par un travailleur ne dépasse pas 50 fois la limite annuelle d'incorporation (en becquerels) pour cette substance. Veuillez contacter votre responsable de la radioprotection pour obtenir la liste des limites annuelles d'incorporation.

Pour en savoir plus, communiquez avec la :
Direction de la réglementation des substances nucléaires
Commission canadienne de sûreté nucléaire
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Téléphone : 1-888-229-2672
Télécopieur : 613-995-5086

suretenucleaire.gc.ca

YouTube

Commission canadienne de sûreté nucléaire | Canadian Nuclear Safety Commission

Canada

ISBN: 978-0-662-03921-1, Cat. No.: CC172-127/2-2016F-PDF DÉCEMBRE2016

ANNEXE 12. AFFICHE DE NIVEAU SUPÉRIEUR

NIVEAU SUPÉRIEUR

L'organisme de réglementation nucléaire du Canada

CNSC CCSN

Utilisation de substances nucléaires non scellées

Conformément aux exigences de la Commission canadienne de sûreté nucléaire, cette pièce a été classée dans la catégorie « niveau supérieur » pour l'utilisation de substances nucléaires non scellées. Vous trouverez ci-dessous une liste de pratiques de travail sécuritaires à respecter lorsque vous travaillez dans cette pièce.

Personne à contacter en tout temps en cas d'urgence (nom et numéro de téléphone)

Identification de la pièce

- N'accordez l'accès qu'aux travailleurs autorisés.
- Il est interdit de manger, de boire, de conserver de la nourriture ou de fumer dans la pièce.
- Portez un dosimètre comme indiqué dans votre programme de radioprotection.
- Portez des vêtements et de l'équipement de protection appropriés en tout temps.
- Désignez clairement les surfaces de travail qui servent à la manipulation des substances nucléaires.
- Travaillez sous une hotte lorsque le responsable de la radioprotection ou votre programme de radioprotection l'exige.
- Lavez-vous souvent les mains et soumettez-les à de fréquents contrôles de contamination.
- Après toute manipulation de substances nucléaires, effectuez un contrôle de contamination de l'aire de travail.
- Vérifiez, à la réception, tous les colis contenant des substances nucléaires pour vous assurer qu'ils n'ont pas été endommagés.
- Entreposez les substances nucléaires non utilisées dans une salle ou une enceinte fermée à clé.
- En cas de déversement ou d'incident mettant en cause une substance nucléaire, avisez les autres employés du secteur, suivez les procédures d'urgence et avisez immédiatement le responsable de la radioprotection.

Notes

Une pièce est classée « niveau supérieur » pour l'utilisation de substances nucléaires non scellées lorsque la plus grande quantité (en becquerels) d'une substance nucléaire manipulée par un travailleur ne dépasse pas 500 fois la limite annuelle d'incorporation (en becquerels) pour cette substance. Veuillez contacter votre responsable de la radioprotection pour obtenir la liste des limites annuelles d'incorporation.

Pour en savoir plus, communiquez avec la :
Direction de la réglementation des substances nucléaires
Commission canadienne de sûreté nucléaire
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Téléphone : 1-888-229-2672
Télécopieur : 613-995-5086

suretenucleaire.gc.ca

YouTube

Commission canadienne de sûreté nucléaire
Canadian Nuclear Safety Commission

Canada

ISBN: 978-0-662-03925-9, Cat. No.: CC172-127/3-2016F-PDF

DÉCEMBRE2016

ANNEXE 13. VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION – INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES

Le chapitre 8 et l'information disponible sur le site de la CCSN concernant la surveillance la contamination[19] donnent suffisamment d'information quant aux exigences et aux méthodes permettant d'exercer un contrôle efficace de la contamination des locaux. L'ANNEXE 13 ajoute quelques commentaires supplémentaires d'ordre pratique.

Choix du compteur

Le type de radioisotope manipulé oriente directement le choix du compteur à utiliser selon le radio-isotope.

Avant d'arrêter un choix sur un compteur, il faut s'assurer qu'il est capable de mesurer un niveau de 0.5 Bq/cm^2 ou de 50 Bq/frottis (de 100 cm^2) au-dessus du bruit de fond; sinon, il faudra choisir une méthode plus sensible.

Considérant l'équipement standard disponible dans les laboratoires, les choix recommandés sont :

Radio-isotopes bêta de faible énergie (H-3, C-14, S-35, etc.)

Les compteurs à scintillation liquide sont le meilleur choix dans ce cas. L'utilisation de détecteur à scintillation à cristal organique ou en plastique (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**) n'est possible que si on possède un compteur, muni d'une fenêtre de grandes dimensions, spécialement conçu pour le contrôle de la contamination (auparavant, il faut s'assurer que sa sensibilité est suffisante).

Radio-isotopes bêta de grande énergie (P-32)

Les compteurs à scintillation liquide et les contaminamètres portatifs (Type Geiger-Muller) à fenêtre mince peuvent être utilisés. Le détecteur Geiger doit être capable de mesurer le bruit de fond et devrait avoir une fenêtre d'au moins 10 cm^2 (diamètre de 3,5 cm) ou de préférence plus grande.

Radio-isotopes émetteurs de rayons X et gamma (photons)

Les compteurs gamma à puits demeurent l'outil idéal pour ces radio-isotopes. L'utilisation d'un contaminamètre portatif n'est possible que s'il est muni d'une sonde solide (Iodure de sodium, cristal organique ou au plastique); ce type de détecteur peut être extrêmement utile pour exercer un contrôle régulier et rapide des locaux en tant qu'utilisatrice ou utilisateur régulier de ce type de radio-isotopes (ex. : Contrôle de I-125 par une sonde NaI avec fenêtre mince).

Il est important de rappeler qu'à cause de son manque d'efficacité pour la détection des photons, l'utilisation d'un Geiger est inadéquate tant pour le contrôle de la contamination que pour la surveillance générale des locaux.

Méthodes d'étalonnage

Rappelons que :

- un étalonnage de la méthode de mesure choisie doit être fait régulièrement pour chaque radio-isotope contrôlé et les résultats doivent être consignés dans la première section du registre (section 8.3);
- à chaque contrôle, les paramètres de réglage du compteur doivent être vérifiés afin qu'ils correspondent bien à ceux utilisés lors de l'étalonnage de la méthode de mesure choisie;
- à chaque contrôle, il faut s'assure que le niveau de bruit de fond (mesure d'échantillons témoins) est normal. Un appareil démontrant un fonctionnement ou un niveau de bruit de fond anormal ne doit pas être utilisé.

Le premier objectif est de s'assurer qu'un contrôle efficace de la contamination est exercé et qu'il réponde aux critères de la CCSN. Il n'est pas nécessaire de connaître le facteur d'étalonnage avec une grande précision, mais il faut s'assurer que le facteur utilisé correspond raisonnablement à la méthode de mesure.

[19] https://suretenucleaire.gc.ca/fra/nuclear-substances/licensing-class-ii-nuclear-facilities-and-prescribed-equipment/information-class-ii-licensed-facilities/radioisotope-safety-monitoring-contamination.cfm

En cas de doutes, il est suggéré d'utiliser un facteur conservateur (supposant une efficacité minimale de détection pour le radio-isotope) qui entraîne une surévaluation de la contamination.

Facteurs du fabricant

Dans certains cas, il est possible d'utiliser les données fournies par le fabricant du compteur (efficacité de détection vs radio-isotope) pour déduire le facteur d'étalonnage.

Facteurs expérimentaux standards

Le facteur d'étalonnage déjà déterminé peut être utilisé pour le compteur employé dans le cadre de votre travail régulier. Il faut s'assurer dans ce cas que le comptage est effectué dans les mêmes conditions. Par exemple, il faudrait évaluer approximativement la perte d'efficacité conséquente à la présence d'un tampon de frottis dans une fiole à scintillation.

Étalonnage maison

Autant que possible, il est recommandé de déterminer le facteur d'étalonnage en reproduisant exactement la méthode de mesure à partir d'une quantité connue de radioactivité. Par exemple, on peut déposer sur un tampon de frottis une petite quantité de radioactivité (quelques centaines ou milliers de becquerels, préparés par dilution à partir d'une source maîtresse) et procéder au comptage comme s'il s'agissait d'un frottis. Pour plus de précision, il est recommandé de faire la moyenne sur quelques échantillons préparés avec diverses activités.

Le principal problème survenant lors de l'application de cette procédure provient du fait que les concentrations en activité indiquées sur les sources par les fabricants sont souvent imprécises; la seule façon de remédier à ce problème serait de répéter la procédure avec différents stocks de sources.

Facteur théorique - exemple Geiger vs P-32

Le facteur d'étalonnage du P-32 sera déduit pour un compteur Geiger à fenêtre mince de 10 cm^2 pour un bruit de fond mesuré de 30 cpm. Il sera considéré que l'efficacité intrinsèque de détection est de 100 % (en général de 98 % pour le P-32 avec ce type de compteur).

En lecture directe des surfaces

En plaçant la sonde très près d'une surface, elle contrôle l'activité sur une surface d'environ 10 cm^2.

La sonde ne détectera que la moitié des radiations émises vers l'extérieur de la surface, soit une efficacité géométrique de 50 % et donc une efficacité totale (100 % (eff. intrinsèque) x 50 % (eff. géométrique)) égale à 50 %.

Si 1 Bq (60 DPM) est présent sur la surface de 10 cm^2, la sonde mesurera 30 cpm (60 DPM x 50 %) au-dessus du bruit de fond, donc 30 cpm net pour 0,1 Bq/cm^2.

Ceci correspond à un facteur d'étalonnage de 0,0033 Bq/cm^2 par cpm et à une sensibilité d'environ 0,1 Bq/cm^2 (correspondant à un résultat net égal au bruit de fond de 30 cpm, soit une lecture directe de deux (2) fois le bruit de fond).

De façon générale, le facteur d'étalonnage en lecture directe d'un Geiger[20] à fenêtre mince sera de 0,033 Bq/cm^2 par cpm divisé par la surface de la sonde en cm^2.

En lecture directe des frottis

On peut procéder à la lecture des frottis à l'aide du Geiger à condition que la surface du tampon soit inférieure à celle de la sonde (*et en attendant aussi la stabilisation du compteur*).

L'efficacité totale pour la mesure du tampon sera la même que celle établie précédemment, soit 50 % ou 30 cpm nets pour 1 Bq présent sur le tampon, soit 0,033 Bq/cpm par frottis avec une sensibilité de 1 Bq par frottis.

[20] Comme les compteurs Geiger réagissent très lentement à la mesure de très faibles activités, il faut que le compteur soit laissé en position fixe plusieurs secondes (jusqu'à sa stabilisation, environ 15 secondes) sur chaque point avant de procéder à la lecture.

Pour convertir ce résultat en niveau de contamination, il faut considérer la surface essuyée (100 cm^2) et le facteur de rétention (10 %); dans l'exemple, 1 Bq sur le tampon correspond à 0,1 Bq/cm^2 de contamination.

Pour le P-32, le facteur de 0,033 Bq/cpm par frottis est valable pour tous les Geiger à fenêtre mince.

ANNEXE 14. REGISTRE DE VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

REGISTRE DE VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION

DATE:		**N° LOCAL:**	
Nom du titulaire du permis :			

Motif du contrôle :

- ☐ Manipulations suite à un prélèvement
- ☐ Manipulation d'un sous-produit >>> Date manip.:_____ Date réf. produit:_____
- ☐ Frottis sans manipulation/ Déclassement
- ☐ Frottis sur appareil >>> Préciser:___Frigo entreposage des sources_____

Plan du local ou des locaux contenant les points de vérification: Se référer au plan en annexe

Radio-isotope:		**Efficacité de comptage =**			**%**
Compteur:		**Compte équivalent à 0,5 Bq/cm² =**		**0**	**cpm**
Salle de comptage:		**Bruit de fond (maximum 50 cpm) =**			**cpm**

Identification des points de vérification (Zone dédiée)	Résultats bruts (cpm)	État de la contamination		Résultats après décontamination	
		Bq/cm²	< 0,5 Bq/cm² Contaminé???	cpm	< 0,5 Bq/cm2
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Identification des points de vérification (Hors zone dédiée ou déclassement)	Résultats bruts (cpm)	État de la contamination		Résultats après décontamination	
		Bq/cm²	< 0,05 Bq/cm² Contaminé???	cpm	< 0,05 Bq/cm2
11 Plancher de la zone dédiée (obligatoire)					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Préparer une fiole contenant un tampon vierge pour déterminer le bruit de fond.
Pour que le test soit valable, la valeur du bruit de fond doit être d'une valeur jugée normale.
Effectuer le frottis sur une surface maximum de 100 cm² ou moins, s'il y a lieu corriger le résultat pour la surface essuyée.
S'il y a contamination positive, faire un nouveau frottis et indiquer le résultat après décontamination.

Cocher s'il n'y a aucune manipulation durant la semaine ou la période indiquée ☐

SIGNATURE : _____

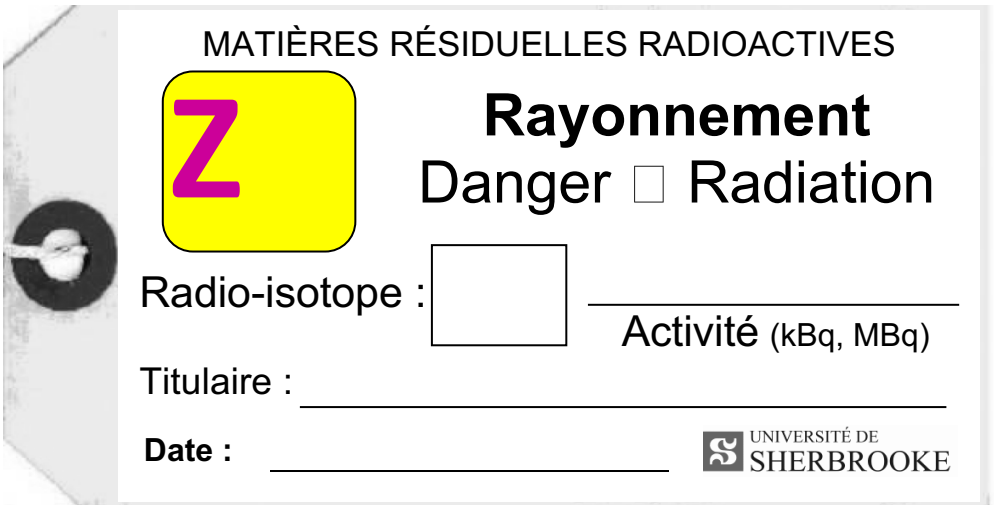
1 de 1

ANNEXE 15. ÉTIQUETTES – MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES

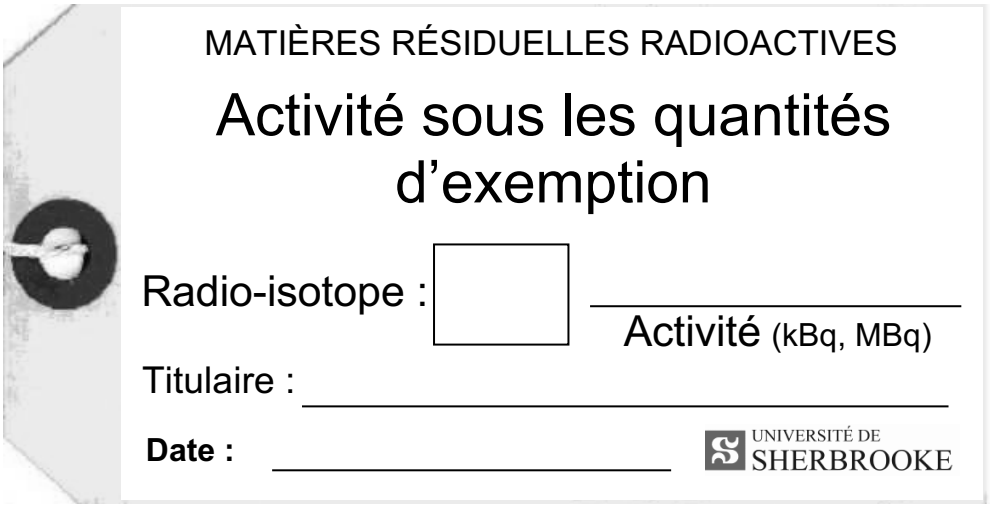
Chaque colis ou contenant individuel de déchets doit être muni d'une étiquette indiquant l'isotope, l'activité totale, la date et identifiant le ou la titulaire du permis.

Choisir l'étiquette appropriée en fonction de l'activité contenue dans le colis. Si l'activité est supérieure ou égale à la quantité d'exemption, choisir l'étiquette « A », et si elle est inférieure, choisir l'étiquette « B ».

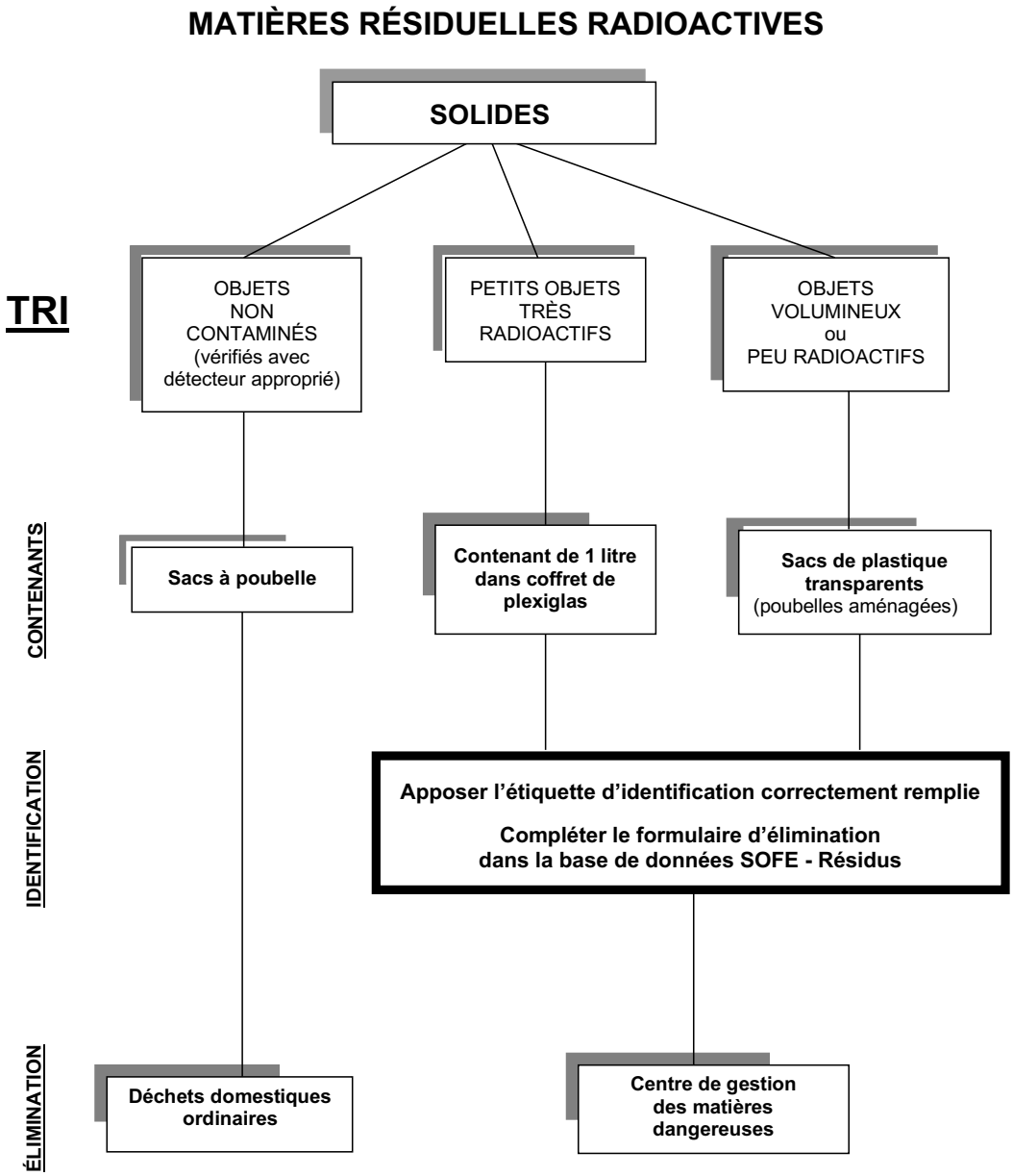
A.



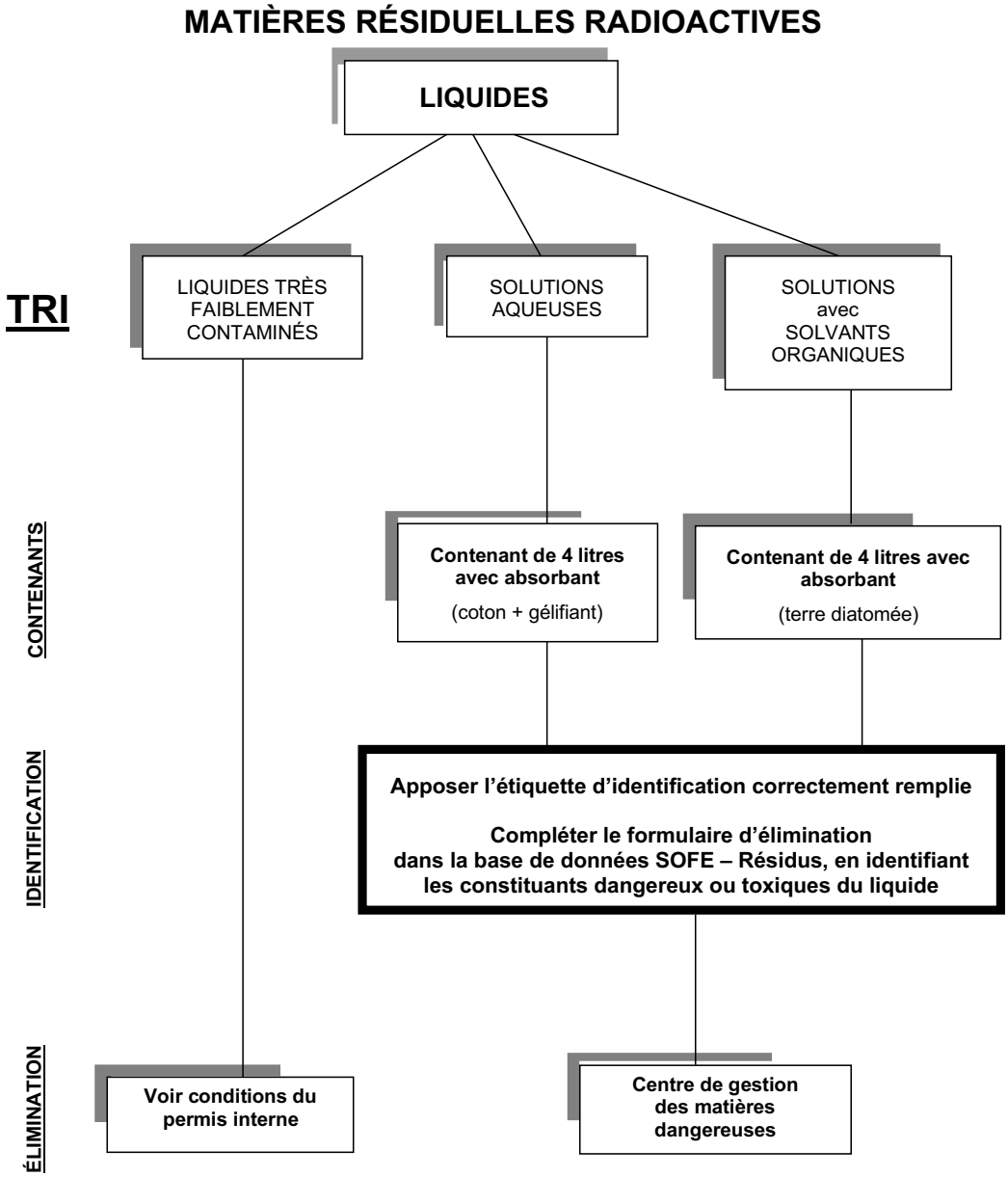
B.



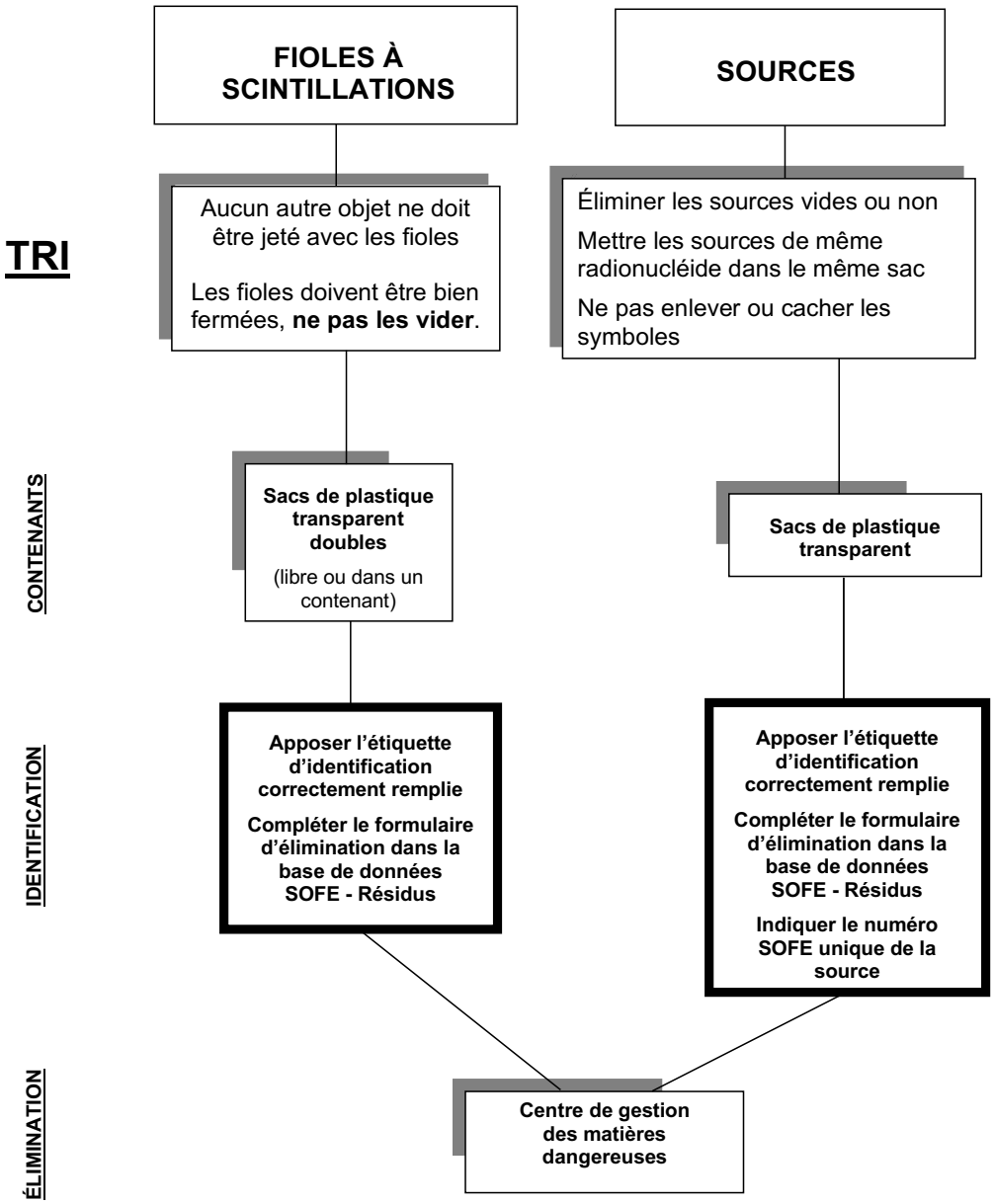
ANNEXE 16. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES (SOLIDES)



ANNEXE 17. MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES (LIQUIDES)



MATIÈRES RÉSIDUELLES RADIOACTIVES



URGENCE: 811
ou 819 780-0811 sur cell.

DÉVERSEMENT (produit toxique, corrosif, inflammable, infectieux, radioactif) :

1. avisez vos collègues,
2. fermez les fenêtres et les portes,
3. évacuez le local,
4. appelez la sécurité (811).

En cas de **déversement sur vous**, enlevez vos vêtements contaminés, rincez-vous 15 à 30 minutes sous la douche ou le lave-yeux.

FEU :

1. avisez vos collègues,
2. fermez les fenêtres et les portes,
3. évacuez le local,
4. appelez la sécurité (811).

Utilisez un extincteur si la situation le permet.
Déclenchez une station manuelle au besoin.

BLESSURE : avisez la sécurité (811).

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ANNEXE 20. ACCIDENT MATIÈRES DANGEREUSES (CAMPUS DE LA SANTÉ – CIUSSS DE L'ESTRIE-CHUS)

Au Z8 : URGENCE: 511
ou 819 780-0811 sur cell.

DÉVERSEMENT (produit toxique, corrosif, inflammable, infectieux, radioactif) :

1. avisez vos collègues,
2. fermez les fenêtres et les portes,
3. évacuez le local,
4. appelez la sécurité (511).

En cas de déversement sur vous, enlevez vos vêtements contaminés, rincez-vous 15 à 30 minutes sous la douche ou le lave-yeux.

FEU :

1. avisez vos collègues,
2. fermez les fenêtres et les portes,
3. évacuez le local,
4. appelez la sécurité (511).

Utilisez un extincteur si la situation le permet.
Déclenchez une station manuelle au besoin.

BLESSURE : avisez la sécurité (511).

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ANNEXE 22. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS PRINCIPAL (INCENDIE)

CAMPUS PRINCIPAL
PLAN D'URGENCE – INCENDIE

Ce plan s'applique en cas d'incendie qui pourrait survenir dans un laboratoire au cours de manipulations radioactives.

1. Restez calme;

2. Cessez vos manipulations immédiatement, déposez tout contenant renfermant des substances radioactives dans la zone de manipulation;

3. Retirez votre sarrau, vos gants et quittez le local en REFERMANT la porte;

4. Déclenchez une station manuelle d'alarme d'incendie;

5. À moins qu'il ne s'agisse d'un début d'incendie que vous pouvez tenter de maîtriser avec un extincteur environnant, ne perdez pas de temps pour vous éloigner et alertez la sécurité :
   - par téléphone en appelant au 811;
   - par cellulaire en appelant au 819 780-0811;
   - par appareil mobile, en utilisant le bouton « Rapporter une urgence » de l'application mobile téléchargeable « SécuritéUdeS ».

6. NE METTEZ JAMAIS VOTRE VIE EN DANGER pour une expérience ou pour l'équipement;

7. Rendez-vous vers le point de rassemblement;

8. L'utilisation du GROS BON SENS est fortement recommandée. Elle complète toutes les directives, procédures et manuels qui pourraient être écrits. Par exemple, n'hésitez pas à demander de l'aide si vous croyez être contaminé ou blessé. La communication est une clé importante de l'efficacité et de la sécurité.

ANNEXE 23. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS DE LA SANTÉ (INCENDIE)

CAMPUS DE LA SANTÉ
PLAN D'URGENCE – INCENDIE

Ce plan s'applique en cas d'incendie qui pourrait survenir dans un laboratoire au cours de manipulations radioactives.

1. Restez calme;

2. Cessez vos manipulations immédiatement, déposez tout contenant renfermant des substances radioactives dans la zone de manipulation;

3. Retirez votre sarrau, vos gants et quittez le local en REFERMANT la porte;

4. Déclenchez une station manuelle d'alarme d'incendie;

5. À moins qu'il ne s'agisse d'un début d'incendie que vous pouvez tenter de maîtriser avec un extincteur environnant, ne perdez pas de temps pour vous éloigner et alertez la sécurité :
   - par téléphone en appelant au 511;
   - par cellulaire en composant le 819-346-1110 poste 14121 pour les pavillons du CIUSSS de l'Estrie – CHUS, ou en composant le 819 780-0811 pour le Z5, Z7 et Z8;
   - Par appareil mobile, en utilisant le bouton « Rapporter une urgence » de l'application mobile téléchargeable « SécuritéUdeS ».

6. NE METTEZ JAMAIS VOTRE VIE EN DANGER pour une expérience ou pour l'équipement;

7. Évacuez et rendez-vous vers le point de rassemblement;

8. L'utilisation du GROS BON SENS est fortement recommandée. Elle complète toutes les directives, procédures et manuels qui pourraient être écrits. Par exemple, n'hésitez pas à demander de l'aide si vous croyez être contaminé ou blessé. La communication est une clé importante de l'efficacité et de la sécurité.

ANNEXE 24. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS PRINCIPAL (ALARME)

CAMPUS PRINCIPAL
PLAN D'URGENCE – ALARME D'INCENDIE

Ce plan s'applique à toute alarme d'incendie qui pourrait survenir dans les laboratoires au cours des manipulations radioactives.

Il existe 2 signaux d'alarme d'incendie :
a) Préalerte : 20 coups / minute
b) Alerte : 120 coups / minute

Dans les deux cas :

1. Restez calme;

2. Cessez vos manipulations immédiatement, déposez tout contenant renfermant des substances radioactives dans la zone de manipulation;

3. Retirez votre sarrau, vos gants et sortez du local pour attendre les instructions des responsables et être prêts à évacuer;

4. En cas d'URGENCE, alertez la sécurité :
   - par téléphone, en appelant au 811;
   - par cellulaire, en appelant au 819 780-0811;
   - par appareil mobile, en utilisant le bouton « Rapporter une urgence » de l'application mobile téléchargeable « SécuritéUdeS ».

5. NE METTEZ JAMAIS VOTRE VIE EN DANGER pour une expérience ou pour l'équipement;

6. Évacuez et rendez-vous vers le point de rassemblement situé (…);

7. L'utilisation du GROS BON SENS est fortement recommandée. Elle complète toutes les directives, procédures et manuels qui pourraient être écrits. Par exemple, n'hésitez pas à demander de l'aide si vous croyez être contaminé ou blessé. La communication est une clé importante de l'efficacité et de la sécurité.

ANNEXE 25. ÉVACUATION GÉNÉRALE CAMPUS DE LA SANTÉ (ALARME)

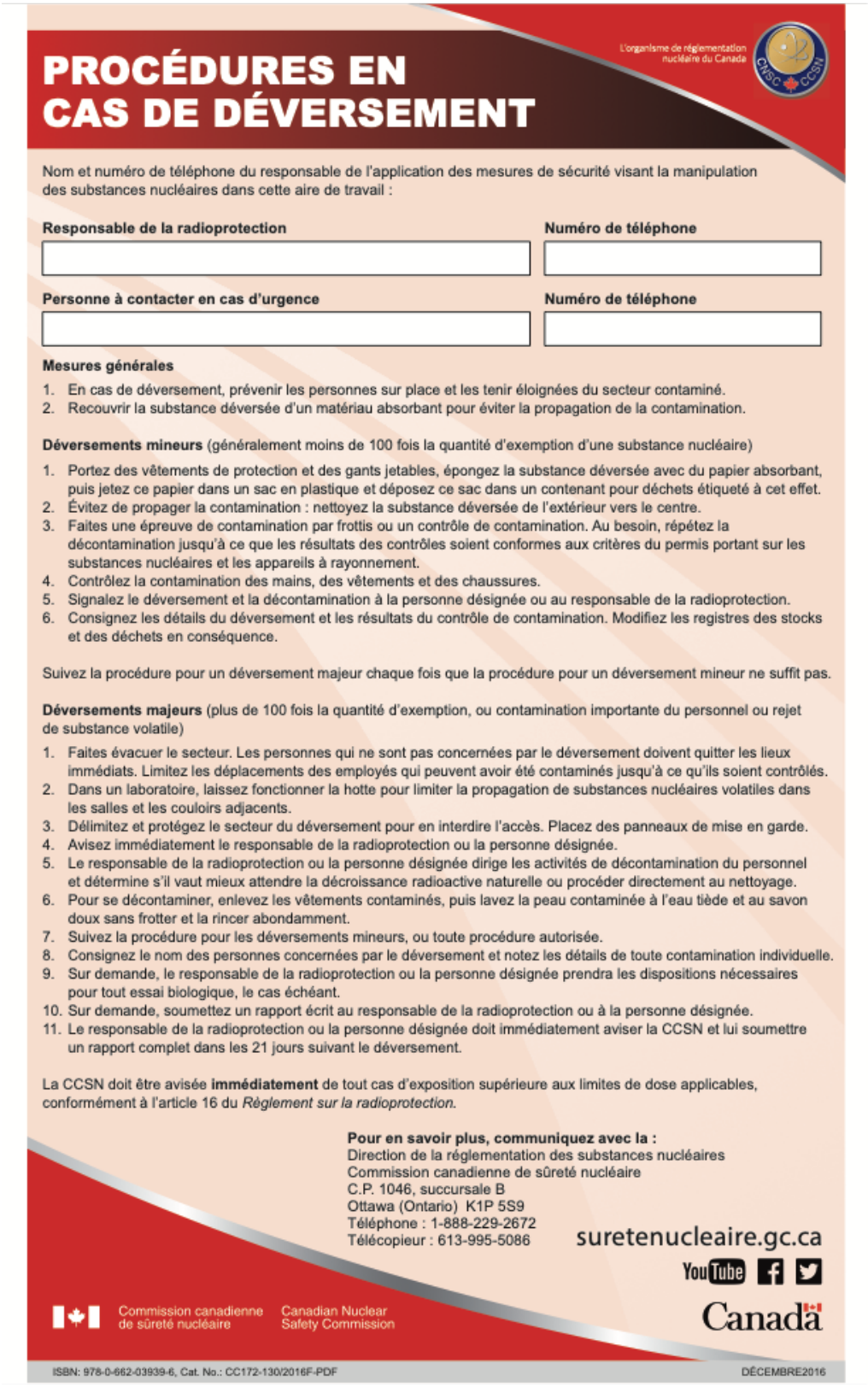
CAMPUS DE LA SANTÉ
PLAN D'URGENCE – ALARME D'INCENDIE

Ce plan s'applique à toute alarme d'incendie qui pourrait survenir dans les laboratoires au cours des manipulations radioactives.

Ailes 1, 2, 3, 4 et 5 CRCHUS et CIUSSS de l'Estrie – CHUS installation Fleurimont	Pavillon Z5 Pavillon Z7 Pavillon Z8
1. Lorsqu'une alarme est déclenchée, aucune sonnerie ne retentit 2. Le poste de garde de la sécurité du CIUSSS de l'Estrie – CHUS, installation Fleurimont envoie automatiquement deux gardiens vérifier sur les lieux de l'alerte. 3. Au besoin, ces derniers prennent alors le contrôle du site et donnent les indications nécessaires pour répondre à l'alerte. Donc si un agent de sécurité vous ordonne de quitter le laboratoire à cause d'une alarme d'incendie, appliquez la procédure suivante :	Il existe 2 signaux d'alarme d'incendie : a) Préalerte : 20 coups / minute b) Alerte : 120 coups / minute Dans les deux cas, appliquez la procédure suivante :

1. Restez calme;
2. Cessez vos manipulations immédiatement, déposez tout contenant renfermant des substances radioactives dans la zone de manipulation;
3. Retirez votre sarrau, vos gants et sortez du local pour attendre les instructions des responsables et être prêts à évacuer;
4. En cas d'URGENCE, alertez la sécurité :
   - par téléphone, en appelant le 511;
   - par cellulaire en composant le 819 346-1110 poste 14121 pour les pavillons du CIUSSS de l'Estrie – CHUS ou en composant le 819 780-0811 pour le Z5, Z7 et Z8;
   - par appareil mobile, en utilisant le bouton « Rapporter une urgence » de l'application mobile téléchargeable « SécuritéUdeS ».
5. NE METTEZ JAMAIS VOTRE VIE EN DANGER pour une expérience ou pour l'équipement;
6. Évacuez et rendez-vous vers le point de rassemblement situé (…);
7. L'utilisation du GROS BON SENS est fortement recommandée. Elle complète toutes les directives, procédures et manuels qui pourraient être écrits. Par exemple, n'hésitez pas à demander de l'aide si vous croyez être contaminé ou blessé. La communication est une clé importante de l'efficacité et de la sécurité.

ANNEXE 26. DÉVERSEMENT DE RADIO-ISOTOPES



PROCÉDURES EN CAS DE DÉVERSEMENT

L'organisme de réglementation nucléaire du Canada

Nom et numéro de téléphone du responsable de l'application des mesures de sécurité visant la manipulation des substances nucléaires dans cette aire de travail :

Responsable de la radioprotection | **Numéro de téléphone**

Personne à contacter en cas d'urgence | **Numéro de téléphone**

Mesures générales

1. En cas de déversement, prévenir les personnes sur place et les tenir éloignées du secteur contaminé.
2. Recouvrir la substance déversée d'un matériau absorbant pour éviter la propagation de la contamination.

Déversements mineurs (généralement moins de 100 fois la quantité d'exemption d'une substance nucléaire)

1. Portez des vêtements de protection et des gants jetables, épongez la substance déversée avec du papier absorbant, puis jetez ce papier dans un sac en plastique et déposez ce sac dans un contenant pour déchets étiqueté à cet effet.
2. Évitez de propager la contamination : nettoyez la substance déversée de l'extérieur vers le centre.
3. Faites une épreuve de contamination par frottis ou un contrôle de contamination. Au besoin, répétez la décontamination jusqu'à ce que les résultats des contrôles soient conformes aux critères du permis portant sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement.
4. Contrôlez la contamination des mains, des vêtements et des chaussures.
5. Signalez le déversement et la décontamination à la personne désignée ou au responsable de la radioprotection.
6. Consignez les détails du déversement et les résultats du contrôle de contamination. Modifiez les registres des stocks et des déchets en conséquence.

Suivez la procédure pour un déversement majeur chaque fois que la procédure pour un déversement mineur ne suffit pas.

Déversements majeurs (plus de 100 fois la quantité d'exemption, ou contamination importante du personnel ou rejet de substance volatile)

1. Faites évacuer le secteur. Les personnes qui ne sont pas concernées par le déversement doivent quitter les lieux immédiats. Limitez les déplacements des employés qui peuvent avoir été contaminés jusqu'à ce qu'ils soient contrôlés.
2. Dans un laboratoire, laissez fonctionner la hotte pour limiter la propagation de substances nucléaires volatiles dans les salles et les couloirs adjacents.
3. Délimitez et protégez le secteur du déversement pour en interdire l'accès. Placez des panneaux de mise en garde.
4. Avisez immédiatement le responsable de la radioprotection ou la personne désignée.
5. Le responsable de la radioprotection ou la personne désignée dirige les activités de décontamination du personnel et détermine s'il vaut mieux attendre la décroissance radioactive naturelle ou procéder directement au nettoyage.
6. Pour se décontaminer, enlevez les vêtements contaminés, puis lavez la peau contaminée à l'eau tiède et au savon doux sans frotter et la rincer abondamment.
7. Suivez la procédure pour les déversements mineurs, ou toute procédure autorisée.
8. Consignez le nom des personnes concernées par le déversement et notez les détails de toute contamination individuelle.
9. Sur demande, le responsable de la radioprotection ou la personne désignée prendra les dispositions nécessaires pour tout essai biologique, le cas échéant.
10. Sur demande, soumettez un rapport écrit au responsable de la radioprotection ou à la personne désignée.
11. Le responsable de la radioprotection ou la personne désignée doit immédiatement aviser la CCSN et lui soumettre un rapport complet dans les 21 jours suivant le déversement.

La CCSN doit être avisée **immédiatement** de tout cas d'exposition supérieure aux limites de dose applicables, conformément à l'article 16 du *Règlement sur la radioprotection.*

Pour en savoir plus, communiquez avec la :
Direction de la réglementation des substances nucléaires
Commission canadienne de sûreté nucléaire
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Téléphone : 1-888-229-2672
Télécopieur : 613-995-5086

suretenucleaire.gc.ca

YouTube

Commission canadienne de sûreté nucléaire | Canadian Nuclear Safety Commission

Canada

ISBN: 978-0-662-03939-6, Cat. No.: CC172-130/2016F-PDF DÉCEMBRE2016