

GUIDE DE RADIOPROTECTION



Juin 2023

TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE	7
ORGANIGRAMME DE LA RADIOPROTECTION À L'UQAC	8
LISTE DES ABRÉVIATIONS	8
SECTION 1	10
RESPONSABILITÉS LÉGALES ET ADMINISTRATIVES	10
1.1 La Commission canadienne de sûreté nucléaire	10
1.2 L'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)	10
1.3 Le responsable de la radioprotection	11
1.4 La personne responsable	13
1.5 Le personnel de travaux pratiques	14
1.6 L'utilisateur	15
SECTION 2	16
RADIATIONS IONISANTES ET PRINCIPES DE RADIOPROTECTION	16
2.1 Définition et type de radiations ionisantes	16
2.2 Radio-isotopes	18
2.3 Les appareils de mesure des radiations	18
2.4 Les unités de mesure du système international (S.I.)	19
2.4.1 Activité	19
2.4.2 Exposition	19
2.4.3 Dose absorbée	19
2.4.4 Dose équivalente	20
2.4.5 Dose efficace	20
2.4.6 Facteur de conversion de la dose (FCD)	21
2.4.7 Limite annuelle d'incorporation (LAI)	21
2.4.8 Quantité d'exemption (QE)	21
2.4.9 Niveau de libération conditionnelle	21
2.4.10 Niveau de libération inconditionnelle	21
2.5 La radioprotection	22
SECTION 3	24
LIMITES DE DOSE PAR RAYONNEMENT	24
3.1 Limites de dose efficace	24
3.2 Limites de dose équivalente	24
3.3 Utilisatrice enceinte	24

SECTION 4	25
SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE ET DOSIMÉTRIE	25
4.1 Surveillance environnementale	25
4.1.1 Méthode de contrôle	26
4.1.2 Fréquence des contrôles	26
4.2 Dosimétrie	26
SECTION 5	27
PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES RADIO-ISOTOPES	27
SECTION 6	29
PERMIS ET AUTORISATIONS	29
6.1 Permis institutionnel émis par la CCSN	29
6.2 Autorisation interne d'utilisation et d'entreposage	29
6.3 Vérification interne	29
6.4 Modification des activités de recherche avec les radio-isotopes	30
6.5 Déclassement des installations	30
SECTION 7	32
ACQUISITION, RÉCEPTION, TRANSPORT ET ENTREPOSAGE	32
7.1 Achats	32
7.2 Échange, Transferts, Prêts	32
7.3 Réception	33
7.4 Inspection des colis	33
7.5 Transport et expédition	33
7.6 Entreposage	34
SECTION 8	35
RÈGLES DE SÉCURITÉ	35
8.1 Affichage et signalisation	35
8.2 Sécurité en présence de sources non scellées	35
8.3 Sécurité en présence de sources scellées	37
SECTION 9	38
LES DISPOSITIFS ÉMETTANT DES RADIATIONS	38
9.1 Déclaration	38
9.2 Expertise en radioprotection	38
SECTION 10	39

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	39
10.1 Principes et règlement	39
10.2 Règlements	39
10.3 Modes d'élimination	39
10.3.1 Déchets solides	39
10.3.2 Déchets liquides aqueux	40
10.3.3 Déchets liquides inflammables (tel le liquide à scintillation)	40
10.3.4 Les déchets anatomiques (humains ou animaux)	40
10.3.5 Les objets piquants / tranchants et le matériel jetable utilisé lors des expérimentations avec la radioactivité	40
10.4 Cueillette et élimination	40
SECTION 11	42
AFFICHAGE, REGISTRES ET TENUE DES DOSSIERS	42
11.1 Affichage	42
11.2 Registres	42
11.2.1 Registre du laboratoire pour des sources non scellées	42
11.2.2 Registre du laboratoire pour des sources scellées	44
11.3 Rapport d'évacuation	44
11.4 Rapport de conformité	44
11.5 Rapport de formation	45
11.6 Conservation des documents	45
SECTION 12	46
ACCIDENTS, INCIDENTS ET PROCÉDURES	46
12.1 Intervention d'urgence : plus de 100 QE	46
12.2 Incident ou accident mineur : moins de 100 QE	46
12.3 Décontamination corporelle	46
12.3.1 Contamination interne	46
12.3.2 Contamination externe, non fixée	47
12.3.3 Contamination de la peau	47
12.4 Décontamination environnementale	47
12.4.1 Contamination non fixée (poussière ou aérosol)	47
12.4.2 Contamination fixée	48
12.5 Perte ou vol	48
12.6 Procédure pour le dépassement des limites de dose	48
ANNEXE I	49
QUANTITÉS D'EXEMPTION DE QUELQUES RADIO-ISOTOPES	49
ANNEXE II	51

CLASSIFICATION DES RADIO-ISOTOPES	51
ANNEXE III	53
FORMULAIRE DE DEMANDE D'AUTORISATION INTERNE	53
ANNEXE IV	57
CLASSIFICATION DES LABORATOIRES	57
ANNEXE V	59
LIGNES DIRECTRICES POUR LA MANUTENTION DES COLIS RENFERMANT DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES (INFO-0744)	59
ANNEXE VI	61
ÉTIQUETTE DE DÉCHETS RADIOACTIFS	61
ANNEXE VII	63
PROCÉDURES EN CAS DE DÉVERSEMENT	63
ANNEXE VIII	65
FORMULAIRE D'INVENTAIRE ET DE TRAÇABILITÉ DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES NON SCELLÉES	65
ANNEXE IX	67
REGISTRE D'INSCRIPTION POUR LE CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION APRÈS EXPÉRIMENTATION	67
ANNEXE X	69
REGISTRE POUR SOURCES SCELLÉES	69
ANNEXE XI	71
REGISTRE D'ÉVACUATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	71
ANNEXE XII	73
SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION	73
ANNEXE XIII	75
VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION (SUPPLÉMENT)	75
ANNEXE XIV	77
PROGRAMME DE FORMATION	77
ANNEXE XV	80
VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS DE DÉTECTION DU RAYONNEMENT	80
ANNEXE XVI	82
FORMULAIRE DE DÉCLARATION POUR LES DISPOSITIFS ÉMETTANT DES RADIATIONS	82

ANNEXE XVII	84
RAPPORT DE VÉRIFICATION INTERNE	84
RÉFÉRENCES	86

PRÉAMBULE

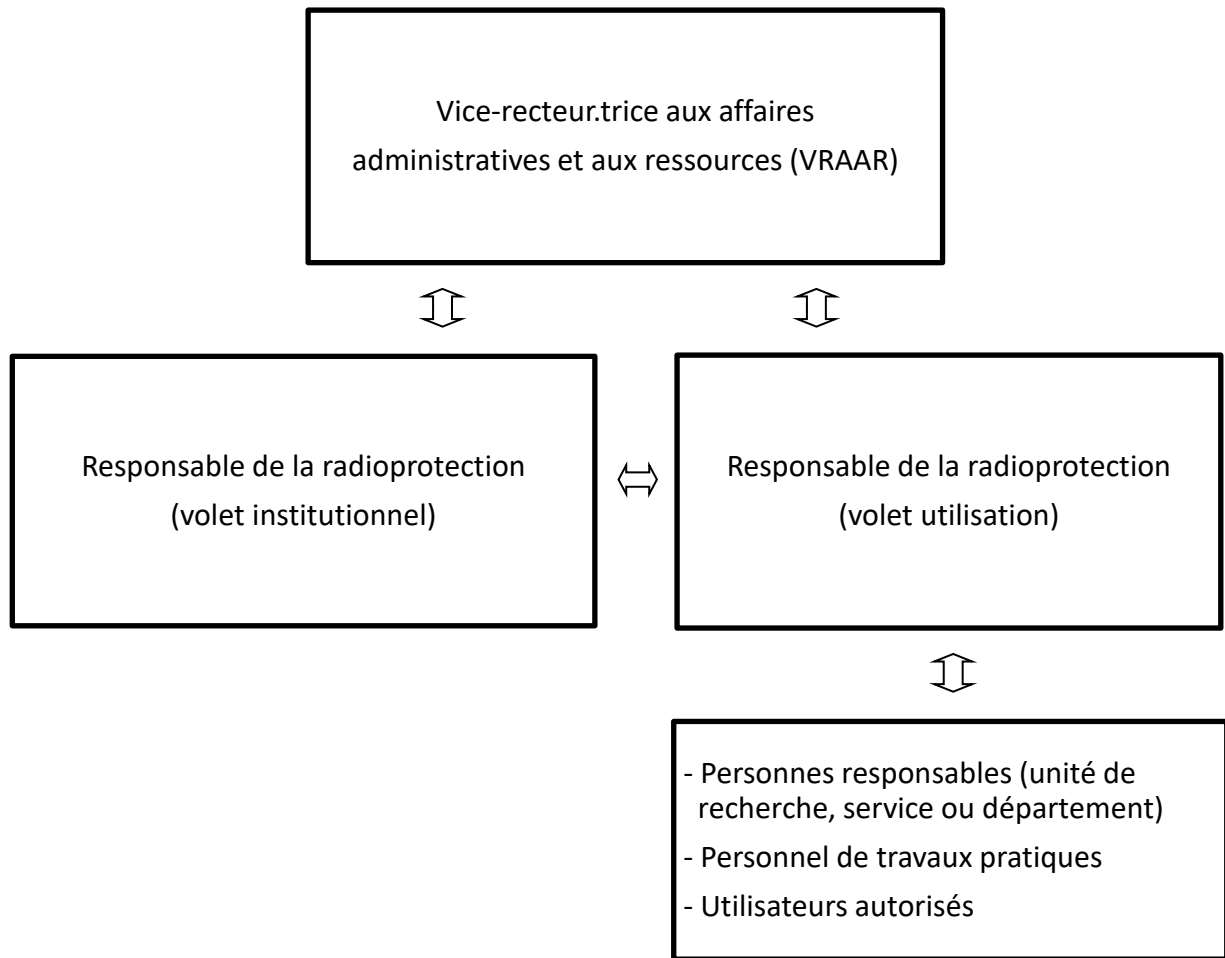
Ce guide a été rédigé conformément aux exigences de la [Commission canadienne de sûreté nucléaire \(CCSN\)](#)¹ pour tout établissement détenteur d'un permis de possession de radio-isotopes. S'adressant à la communauté universitaire, il précise les responsabilités et devoirs de chaque membre de la communauté de façon à assurer une utilisation sécuritaire des radio-isotopes à la fois pour l'utilisateur, pour les autres membres de la collectivité et pour l'environnement.

La dernière mise à jour a été réalisée par un groupe de travail en radioprotection formé de mesdames Marie-Eve Bradette-Hébert et Claude Thibeault de même que de monsieur Tommy Perron.

L'utilisation du masculin dans ce guide n'a que pour unique but d'alléger le texte et s'applique sans discrimination aux personnes des deux sexes. Ce guide fait partie intégrante de la Politique de radioprotection de l'UQAC adoptée lors de la 427^e réunion du Conseil d'administration de l'UQAC ayant eu lieu le 15 mai 2012 (résolution no. CAD-9954).

¹ Référence (1)

ORGANIGRAMME DE LA RADIOPROTECTION À L'UQAC



LISTE DES ABRÉVIATIONS

ALARA : As Low As Reasonably Achievable

Bq : Becquerel

C : Coulomb

CCSN : Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire

DTL : Détecteur ThermoLuminescent

G.-M. : Geiger-Müller

Gy : Gray

LAI : Limite Annuelle d'Incorporation

QE : Quantité d'Exemption

R : Roentgen

RAC : Rapport Annuel de Conformité

RNCan : Ressources Naturelles Canada

RRP : Responsable de la RadioProtection

SIE : Service des Immeubles et Équipements

Sv : Sievert

TMD : Transport de Matières Dangereuses

VRAAR : Vice-Recteur.trice aux Affaires Administratives et aux Ressources

SECTION 1

RESPONSABILITÉS LÉGALES ET ADMINISTRATIVES

1.1 La Commission canadienne de sûreté nucléaire

Au Canada, c'est à la [Commission canadienne de sûreté nucléaire \(CCSN\)](#) que revient le mandat de réglementer la possession et l'utilisation des divers types de sources de rayonnement. Elle fonde ses lois, règlements et procédures sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique, laquelle entretient des liens privilégiés avec plusieurs organismes internationaux dont l'Organisation mondiale de la santé, l'Agence internationale de l'énergie atomique et le Comité scientifique des Nations Unies.

La CCSN règlemente tout ce qui entoure l'utilisation des sources de rayonnements, de leur achat, leur importation ou leur exportation jusqu'à leur élimination. Ceci inclut :

- les sources radioactives non scellées (radio-isotopes) et produits radio-pharmaceutiques utilisés à des fins de diagnostic, de thérapie et de recherche;
- les sources scellées utilisées en recherche, en thérapie ou pour des fins d'étalonnage;
- les sources scellées intégrées à des instruments ou équipements.

Sont cependant exclues des mesures de contrôle et de la nécessité d'obtenir un permis, les substances radioactives, scellées ou non, qui ne dépassent pas leur quantité d'exemption, leur niveau de libération conditionnelle ou leur niveau de libération inconditionnelle². Les appareils à Rayons-X utilisés à des fins médicales ne sont également pas traités par la CCSN puisqu'ils relèvent de la juridiction provinciale.

1.2 L'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Pour obtenir un permis de possession de radio-isotopes de la CCSN, l'Université doit, dans un premier temps, satisfaire aux normes de la Commission et lui fournir les renseignements précisés aux articles 3 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*³ et du *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement*³. Une fois le permis obtenu, l'Université devient « titulaire de permis » et doit, pour le conserver, se conformer aux procédures et règles élaborées par la Commission. C'est le vice-recteur.trice aux affaires administratives et aux ressources (VRAAR) qui est le signataire officiel de tous les engagements que prend l'Université

² Référence (7)

³ Référence (2)

concernant la radioactivité et la radioprotection, celui-ci peut désigner d'autres signataires.

Afin d'aider à administrer le permis ainsi que pour répondre à toutes les responsabilités qui incombent en matière de radioprotection, le.la VRAAR nomme deux personnes à titre de responsables de la radioprotection (RRP) chargées d'administrer le programme de radioprotection et d'assurer la mise en application des politiques, règlements et procédures en matière de radioprotection. L'une de ces personnes est le responsable institutionnel en santé, sécurité et mesures d'urgence (cette personne s'occupe principalement des aspects administratifs) et l'autre est un responsable de laboratoires dans un des départements utilisateurs de radioactivité (cette personne s'occupe principalement des aspects opérationnels).

La Commission doit être informée des personnes responsables de la gestion et du contrôle des matières radioactives et doit être avisée de tout changement dans les quinze (15) jours suivant un changement.

1.3 Le responsable de la radioprotection

Le responsable de la radioprotection est un spécialiste qui, en règle générale, s'occupe de l'administration et du contrôle quotidiens des programmes de radioprotection. Notamment, mais sans s'y limiter, il :

- assure un lien entre le.la VRAAR et les utilisateurs de radio-isotopes et des appareils générant des radiations;
- analyse les demandes de projet d'utilisation de radio-isotopes ou d'utilisation d'appareil à rayonnement ionisant et les soumet pour approbation finale au.la VRAAR;
- s'assure que l'achat, l'utilisation et la disposition des matières radioactives se fassent dans le respect des permis institutionnels et soient conformes aux procédures et règles de la CCSN;
- rédige les rapports annuels de conformité de la CCSN;
- il met à jour le guide de radioprotection de concert avec le.la VRAAR;
- établit, met en œuvre et maintient un programme de contrôle et d'évaluation de la radioprotection de concert avec le.la VRAAR;
- met en œuvre un programme de contrôle radiologique du personnel, y compris les biodosages, s'il y a lieu;
- veille à ce que les registres soient tenus conformément aux exigences de la CCSN;

- vérifie périodiquement les programmes de contrôle des niveaux de rayonnement des appareils producteurs de radiations ainsi que la contamination dans tous les secteurs où des matières radioactives sont utilisées, entreposées ou évacuées;
- veille à ce qu'une formation appropriée en radioprotection soit offerte régulièrement à tous les utilisateurs de matières radioactives ainsi qu'aux personnes qui viennent à l'occasion en contact avec de telles matières (préposés au nettoyage, personnel de maintenance, etc.) dans le cadre d'un programme de sensibilisation à la radioprotection;
- établit les niveaux de blindage en collaboration avec les utilisateurs;
- fait enquête à la suite de toute surexposition à des matières radioactives ou des appareils producteurs de radiations, de toute perte de matières radioactives et de tout accident mettant en cause de telles matières, et en fait rapport aux autorités compétentes, s'il y a lieu;
- surveille les radioexpositions professionnelles des personnes en examinant, au moins, une fois par trimestre leur registre d'exposition;
- supervise la gestion de l'entreposage des déchets conformément aux conditions du permis de radio-isotopes;
- veille à ce que les appareils de mesure soient disponibles, étalonnés et révisés au besoin;
- veille à ce que les sources scellées fassent l'objet des épreuves d'étanchéité, lorsque requis;
- recommande les mesures à prendre lorsque l'examen du registre des expositions révèle des niveaux de radioexposition plus élevés que le seuil admissible;
- supervise les procédures de décontamination;
- conseille les utilisateurs sur les règles à suivre pour le transport des matières radioactives;
- veille à ce que les utilisateurs de radio-isotopes et des appareils producteurs de radiations travaillent dans le respect du principe ALARA (**As Low AS Reasonably Achievable**);
- participe à l'élaboration de plans d'urgence dans des situations impliquant des matières radioactives et ce, sous la responsabilité du responsable des mesures d'urgence;
- propose des procédures d'évacuation;
- participe à la conception et à l'aménagement des installations de laboratoire où seront manipulées des matières radioactives;
- agit comme conseiller en radioprotection auprès de la communauté universitaire;

- agit en première instance pour faire cesser des pratiques qui mettent en péril la santé, la sécurité ou l'environnement et impose les correctifs nécessaires pouvant aller jusqu'à l'arrêt des activités reliées à l'utilisation des radio-isotopes.
- avise le.la VRAAR ainsi que le responsable de la santé, de la sécurité et des mesures d'urgence
 - des mesures prises en cas de pratiques inadéquates;
 - des écarts de pratique non corrigés;
- avise la CCSN
 - de toute perte, vol de substances nucléaires ou vandalisme sur les lieux d'une activité autorisée;
 - de tout rejet non autorisé de substance nucléaire dans l'environnement;
 - de tout évènement susceptible d'entraîner l'exposition de personnes à un rayonnement dépassant les limites de dose;
 - de toute situation ou évènement nécessitant la mise en œuvre d'un plan d'urgences.

1.4 La personne responsable

Personne responsable désigne, de manière générale, la personne en charge d'une unité de recherche accréditée, et ce, nonobstant le titre spécifique qui lui a été conféré lors de l'accréditation de cette unité ainsi que la personne en charge d'un service ou d'un département où sont entreposés et manipulés des appareils à rayonnement, des substances nucléaires ou des dispositifs émettant des radiations. La personne responsable a une responsabilité de supervision du personnel et des étudiants sous son autorité. En conséquence elle doit :

- s'assurer que les conditions précisées dans le Guide de radioprotection sont respectées et que les pratiques de radioprotection permettent de garder les expositions aux radiations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible d'atteindre (principe ALARA);
- veiller à l'application des pratiques sûres en laboratoire;
- transmettre au RRP deux listes des membres de son personnel, l'une indiquant le nom des personnes qui manipulent les substances radioactives et l'autre indiquant le nom des personnes qui ne les manipulent pas;
- afficher dans son unité la liste des personnes autorisées à manipuler des matières radioactives telle que transmise au RRP;
- s'assurer que tout utilisateur de matières radioactives et des appareils à rayonnement, sous sa responsabilité, ait reçu la formation en radioprotection;
- veiller à ce que les utilisateurs qui n'ont pas encore reçu leur formation travaillent sous supervision directe s'ils ont à manipuler du matériel radioactif;

- donner aux utilisateurs qui œuvrent dans le laboratoire un complément de formation spécifique aux radio-isotopes utilisés;
- désigner des aires précises de travail et de stockage pour les matières radioactives;
- veiller à ce que ces aires soient propres et qu'elles respectent les recommandations de la CCSN quant à l'identification par des panneaux de mise en garde contre les rayonnements, la ventilation ou le blindage;
- vérifier que tout utilisateur de radio-isotopes et d'appareils producteurs de radiations porte, si nécessaire, un dosimètre thermoluminescent (DTL) et qu'il participe à des programmes de biodosages si requis;
- informer l'utilisatrice enceinte des limites d'expositions dues à son état lorsqu'elle travaille avec des matières radioactives ou des émetteurs de rayonnements ionisants;
- tenir à jour un inventaire des matières radioactives ainsi que des registres d'entreposage et ne détruire ou s'en défaire qu'après autorisation écrite de la CCSN;
- tenir les registres de contrôle et d'épreuves de contamination par frottis des aires ou par des vérifications avec un moniteur approprié et ne détruire ou s'en défaire qu'après autorisation écrite de la CCSN;
- s'assurer que les déchets radioactifs sont remis adéquatement et étiquetés lisiblement;
- informer le RRP de toute modification pouvant augmenter ou diminuer l'exposition afin d'assurer une classification adéquate des locaux;
- aviser le RRP de tout incident impliquant des matières radioactives;
- faire rapport au.à la VRAAR des mesures correctives mises de l'avant pour rendre les pratiques de son unité conformes aux exigences de la CCSN lorsque les pratiques habituelles sont jugées inadéquates par le RRP.

1.5 Le personnel de travaux pratiques

Lors d'une expérience de laboratoire impliquant l'utilisation de radio-isotopes ou d'appareils producteurs de radiations, le personnel de travaux pratiques (technicien, démonstrateur, moniteur, etc.), sous la responsabilité la personne responsable, doit:

- veiller à ce que les conditions énoncées sur le permis soient respectées;
- veiller à ce que l'on applique des pratiques sûres en laboratoire;
- vérifier que tout utilisateur de radio-isotopes et d'appareils producteurs de radiations porte, si nécessaire, un dosimètre thermoluminescent (DTL);
- rapporter tout incident impliquant des matières radioactives à la personne responsable;

- veiller à ce que les déchets radioactifs soient remisés et étiquetés convenablement;
- s'assurer qu'à la fin de la séance de travaux pratiques :
 - les surfaces de travail, appareils et équipements utilisés lors de l'expérimentation soient décontaminées;
 - le taux de contamination de surface soit vérifié;
 - les résultats du taux de contamination de surface soient consignés dans un registre;
 - les sources de radiations soient bien entreposées et étiquetées;
 - le laboratoire soit fermé à clef.

1.6 L'utilisateur

Toute personne (professeur, chercheur, technicien, étudiant, etc.) qui utilise des matières radioactives ou opère des appareils à rayonnement doit :

- suivre une formation appropriée (**Annexe XIV**);
- dans l'attente de la formation sur les radio-isotopes, ne manipuler les substances radioactives que sous supervision directe d'une personne autorisée;
- adopter des méthodes de travail permettant de minimiser les expositions aux radiations pour lui-même et pour autrui;
- aviser son supérieur lorsque l'utilisatrice est enceinte;
- respecter les conditions d'utilisation énumérées sur le permis;
- respecter les règles de radioprotection émises par la CCSN en fonction du niveau du laboratoire (élémentaire, intermédiaire ou supérieur);
- porter un dosimètre thermoluminescent pour la durée de l'expérimentation si requis;
- informer le responsable de projet et le RRP de toute situation, accident, déversement ou incident suspect qui aurait pu ou qui pourrait conduire à une exposition induite aux radiations pour lui-même ou pour les autres;
- veiller à ce qu'à la fin d'une expérience, d'une journée de travail ou selon la fréquence prescrite par la CCSN que :
 - les taux de contamination de surface soient vérifiés;
 - les résultats des taux de contamination de surface soient consignés dans un registre;
 - les surfaces de travail, appareils et équipements utilisés lors de l'expérimentation soient décontaminés;
 - les sources de radiations soient bien entreposées et étiquetées;
 - le laboratoire soit fermé à clef.

SECTION 2

RADIATIONS IONISANTES ET PRINCIPES DE RADIOPROTECTION ⁴

2.1 Définition et type de radiations ionisantes

Les radiations ionisantes sont des ondes électromagnétiques ou des particules capables de produire des ions directement ou indirectement au contact de la matière. Les radiations ionisantes peuvent être émises par des substances radioactives naturelles ou artificielles ou par des appareils producteurs de radiations, tels les appareils à rayons X ou les accélérateurs de particules.

Certaines substances sont instables (radioactives) parce que leur noyau est trop riche en protons ou en neutrons. Ces substances retrouvent leur stabilité par des transformations nucléaires, appelées désintégrations. Ces transformations nucléaires sont généralement accompagnées de l'émission de rayonnements ionisants. Les principaux types de rayonnements ionisants rencontrés sont les particules alpha, bêta, gamma ainsi que les rayons X. Le tableau 1 présente les caractéristiques des principaux rayonnements ionisants.

⁴ Pour cette section, références (1), (13), (14) et (15)

Tableau 1 – Quelques caractéristiques des rayonnements ionisants

	CHARGE NATURE	ARRÊTÉ PAR	PÉNÉTRATION TISSUS / AIR		VITESSE AIR	ÉNERGIE	APPAREILS DE MESURES IRRADIATION/CONTAMINATIONS		EX.
ALPHA (α)	2 protons 2 neutrons 2 charges positives	Quelques feuilles de papier	Très faibles 0,05 cm	10 cm au max.	Dépend de l'énergie, jusqu'à $1/20c^{(*)}$	Variable de 4 à 12 MeV	G.-M. à fenêtre de mica (1,5 à 2 mg/cm ²)	G.-M. à fenêtre de mica et frottis compté par scintillation liquide	²³⁵ U ²³⁸ U ²²⁶ Ra ²³² Th ²⁴¹ Am
BÉTA (β)	1 électron 1 charge (-)	Carton, feuille d'aluminium, plexiglas	Moyen de 0,06 à quelques dizaines de mm	Jusqu'à plusieurs mètres	Dépend de l'énergie, du parcours déjà fait. Jusqu'à $0,99c^{(*)}$	Variable de keV à 10 MeV	G.-M. à fenêtre mince et dosimétrie	G.-M. à fenêtre mica; frottis compté par scintillation liquide	¹⁹⁸ Au ³² P ⁹⁰ Sr
								Frottis compté par scintillation liquide	³ H ¹⁴ C ³⁵ S ³³ P
GAMMA (γ)	Pas de charge Onde électromagnétique	Quelques cm de plomb, acier, béton; l'épaisseur est calculée en fonction de E (**)	Plus ou moins pénétrante selon E (**)	De plusieurs mètres à l'infini	$c^{(*)}$	Variable de keV à plusieurs MeV	Sonde à scintillation G.-M. et chambre à ionisation	Scintillation, G.-M., chambre à ionisation, frottis	⁶⁰ Co ²⁴ Na ¹³⁷ Cs ¹²⁵ I ¹⁹⁸ Au
RAYONS-X	Pas de charge Onde électromagnétique	Quelques cm de Pb, acier, béton; l'épaisseur est calculée en fonction de l'E (**)	Plus ou moins pénétrant selon E (**)	De plusieurs mètres à l'infini	$c^{(*)}$	Variable de eV à plusieurs dizaines de MeV	G.-M.; dosimétrie, chambre à ionisation	Aucune	⁵⁴ Mn ¹²⁵ I ¹³¹ I ²² Na

* c : est la vitesse de la lumière (300 000 km/s); ** E : est l'énergie du rayonnement

2.2 Radio-isotopes

Les radio-isotopes utilisés dans les laboratoires de recherche et d'enseignement se retrouvent soit sous forme de sources scellées, soit sous forme de sources ouvertes.

Les sources scellées sont généralement emprisonnées dans une capsule ou une enveloppe étanche qui empêche la dispersion de la matière radioactive mais non l'irradiation. Ces sources émettent des rayonnements ionisants de type alpha, bêta ou gamma, selon la nature de la substance radioactive scellée.

Dans le cas des sources ouvertes, les radio-isotopes qu'ils soient à l'état élémentaire, sous forme de composé chimique, d'alliage, d'oxyde, de solution aqueuse, de gaz, etc. sont directement accessibles à l'utilisateur. Comme les sources scellées, les sources ouvertes contribuent à l'irradiation externe. Cependant, à l'encontre des sources scellées, elles présentent de plus un risque d'irradiation interne et un risque de contamination des aires de travail.

2.3 Les appareils de mesure des radiations⁵

Les rayonnements ionisants sont invisibles; on ne peut ni les voir ni les sentir de quelque façon. Pour détecter leur présence et mesurer leur niveau d'énergie, il faut avoir recours à des appareils de mesure spécifiques. Une des difficultés en radioprotection tient au fait qu'aucun appareil de mesure ne détecte tous les types de rayonnements. Il faut donc choisir un dispositif de mesure adapté au type de rayonnement utilisé et s'assurer périodiquement de l'efficacité de la détection par des contrôles d'étalonnage appropriés. Les radiamètres doivent être calibrés de façon conforme aux *Attentes réglementaires relatives à l'étalonnage des radiamètres* de la CCSN et en bon état de fonctionnement (**Annexe XV**).

Les appareils de mesure sont composés de deux éléments essentiels : un détecteur (sonde) et un dispositif de lecture. Selon le type d'appareil, la lecture sera en roentgen/heure (R/h), en coups par minute (CPM), en coups par seconde (CPS), en becquerel par centimètre carré (Bq/cm²), en gray (Gy) ou en sievert (Sv). Le détecteur mesure le rayonnement ionisant.

Ces appareils de mesures sont le plus souvent portatifs mais ils peuvent aussi être fixes. En plus de leur rôle comme outils d'investigation dans le cadre d'expérimentation, ces appareils ont comme fonction de détecter et de quantifier les radiations émises par des sources dans un objectif de radioprotection. Ils permettent de contrôler les taux d'exposition aux radiations auxquels sont exposés les membres d'une unité et d'évaluer

⁵ Voir le chapitre A3 de la référence (16)

la contamination possible du personnel, des équipements, des échantillons ou des aires de travail.

Les appareils les plus courants mesurent soit l'ionisation de gaz induite par les radiations (détecteurs à chambre d'ionisation, compteurs proportionnels, moniteurs Geiger-Müller ou G.-M.), soit la scintillation d'une substance organique ou inorganique suite à l'irradiation. Tout laboratoire autorisé doit avoir à sa disposition un contaminamètre portatif (détecteur) en bon état de fonctionnement lorsque requis (**Annexe XV**).

Pour mesurer l'exposition aux rayonnements en milieu de travail, certaines précautions supplémentaires sont parfois recommandées par la CCSN dont le port du dosimètre personnel pour évaluer la dose de radiations reçue par exposition externe ou la dosimétrie interne pour évaluer les dommages potentiels à certains organes, tel le biodosage prescrit aux utilisateurs d'iode radioactif volatil.

2.4 Les unités de mesure du système international (S.I.)⁶

2.4.1 Activité

L'activité se mesure en **becquerel (Bq)**, un (1) becquerel équivalant à une désintégration par seconde. Cette unité a remplacé le curie dans le système international (SI). Cependant, le curie reste encore largement utilisé et équivaut à 37 milliards de becquerels.

L'activité d'une source donne indirectement certaines informations concernant les risques pour la santé humaine

2.4.2 Exposition

Les radiations ionisantes ont la capacité de donner une charge électrique à l'air qu'elles traversent (c'est le phénomène d'ionisation). En mesurant cette ionisation par unité de masse exposée à la radiation, on obtient une mesure de la dose d'exposition qui tient compte à la fois de l'intensité de la source, du type de rayonnements émis et de leur niveau d'énergie. Cette mesure est cependant limitée car elle ne dit rien de l'absorption de cette énergie par la matière et conséquemment de son effet sur elle.

L'exposition se mesure en **Coulomb/kg (C/kg)**. Cette unité a remplacé graduellement le Roentgen (R), un Roentgen correspondant à 258 µC/kg d'air.

2.4.3 Dose absorbée

La dose absorbée est la quantité d'énergie absorbée par unité de masse de matière. Elle se mesure en **gray (Gy)**, un (1) Gy correspondant à une énergie d'un (1) joule absorbée par kilogramme de matière. Le gray équivaut à 100 rads.

⁶ Voir les définitions aux articles 1 des références (3) et (7)

2.4.4 Dose équivalente

L'énergie transmise à la matière peut avoir une nocivité variable selon le type de rayonnement. La dose équivalente est la quantité de dose absorbée pondérée pour la nocivité du rayonnement:

$$\text{Dose équivalente (H)} = \text{dose absorbée (D)} \times \text{facteur de pondération (Q)}$$

Le facteur de pondération tient compte de la nature du rayonnement et de son efficacité biologique. Par exemple, les rayonnements alpha sont considérés comme 20 fois plus nocifs que les rayonnements gamma. Le tableau 2 présente les facteurs de pondération pour différents rayonnements.

La dose équivalente se mesure en **sievert (Sv)**. Le Sv équivaut à 100 rems.

Tableau 2 - Facteurs de pondération pour les rayonnements⁷

Type de rayonnement et gamme d'énergie	Facteur de pondération (Q)
Beta	1
Gamma	1
Photons, toutes énergies	1
Électrons et muons, toutes énergies	1
Neutrons, énergie < 10 keV	5
Neutrons, énergie de 10 keV à 100 keV	10
Neutrons, énergie > 100 keV à 2 MeV	20
Neutrons, énergie > 2 MeV à 20 MeV	10
Neutrons, énergie > 20 MeV	5
Protons, autres que les protons de recul énergie > 20 MeV	5
Particules alpha, fragments de fission et noyaux lourds	20

2.4.5 Dose efficace

La dose efficace, exprimée en sievert (Sv), rend mieux compte des dangers potentiels auxquels s'expose une personne en contact avec des radio-isotopes puisqu'elle tient compte de la sensibilité relative des différents tissus et organes aux rayonnements. (Tableau 3). La dose efficace se calcule en multipliant la dose équivalente par le facteur de pondération attribuée au tissu ou à l'organe considéré (Tableau 3). La dose efficace totale se calcule en faisant la sommation des doses efficaces pour chacun des organes ou tissus et s'exprime également en sievert (Sv).

⁷ Voir les annexes 1 et 2 de la référence (3)

Tableau 3 - Facteurs de pondération pour les organes et les tissus⁸

Organe ou tissu	Facteur de pondération
Gonades (testicules ou ovaires)	0,20
Moelle rouge	0,12
Côlon	0,12
Poumon	0,12
Estomac	0,12
Vessie	0,05
Sein	0,05
Foie	0,05
Œsophage	0,05
Glande thyroïde	0,05
Peau	0,01
Surface des os	0,01
L'ensemble de tous les organes et tissus ne figurant pas dans ce tableau, y compris la glande surrénale, le cerveau, les voies respiratoires supérieures, l'intestin grêle, le rein, les muscles, le pancréas, la rate, le thymus et l'utérus	0,05

2.4.6 Facteur de conversion de la dose (FCD)

Le facteur de conversion de dose se définit comme la dose efficace engagée par activité unitaire d'un radio-isotope d'une forme donnée. Le FCD s'exprime en sievert/becquerel.

2.4.7 Limite annuelle d'incorporation (LAI)

La limite annuelle d'incorporation se définit comme l'activité d'un radio-isotope exprimée en Bq qui délivre une dose efficace de 20mSv durant les cinquante années suivant l'incorporation. La LAI peut obtenue en divisant le FCD par 0,02 Sv.

2.4.8 Quantité d'exemption (QE)

La quantité d'exemption est la quantité de matière radioactive, exprimée en activité massique (Bg/g) ou en activité (Bq), en dessous de laquelle la demande de permis n'est pas nécessaire. Cette quantité varie en fonction de la nature précise du radio-isotope et des directives de la CCSN (**Annexe I**).

2.4.9 Niveau de libération conditionnelle

Le niveau de libération conditionnelle peut se définir de façon générale par l'activité massique ne résultant pas en une dose efficace supérieure à 10µSv par année.

2.4.10 Niveau de libération inconditionnelle

Le niveau de libération inconditionnelle concerne les quantités de radio-isotopes dépassant une tonne ou une tonne par année par installation nucléaire. Ce niveau, déterminé par la CCSN, correspond à une activité massique établie pour chaque radio-isotope. Les niveaux de libération inconditionnelle se retrouvent à l'Annexe 2 du règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement.

⁸ Voir les annexes 1 et 2 de la référence (3)

2.5 La radioprotection⁹

La radioprotection est l'ensemble des moyens devant être utilisés pour protéger les personnes exposées aux radiations ionisantes. Ces moyens doivent être adaptés à la nature des radiations ainsi qu'aux conditions particulières de leur utilisation et se conformer au principe ALARA (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable).

Les besoins de protection sont liés au fait que les radiations affectent les propriétés des macromolécules biologiques telles que les protéines, les acides nucléiques et les lipides en modifiant leur structure. Si la modification induite par la radiation est facilement réparable, les conséquences pour les cellules et l'individu sont nulles. Cependant, les modifications peuvent aussi entraîner des effets déterministes et des effets stochastiques. Les effets déterministes aboutissent à la mort des cellules touchées et donc à des pertes de fonction pouvant entraîner la mort de l'individu. Ces effets sont dépendants de la dose et commencent à être observés à une dose supérieure à 3Gy. Les effets stochastiques sont associés à une réparation inadéquate des macromolécules. Les conséquences les plus graves auxquels ils sont associés sont les maladies héréditaires et la carcinogénèse, toutes deux causées par des mutations au niveau de l'ADN. Bien que la probabilité que ces effets se produisent augmente avec la dose, il n'y a pas de dose seuil comme c'est le cas pour les effets déterministes. Les effets stochastiques peuvent donc être observés de façon aléatoire même à des doses très faibles, d'où l'importance du principe ALARA.

Les règles de bases en radioprotection sont relativement simples et consistent essentiellement à réduire au maximum l'exposition de l'utilisateur aux radiations :

- s'assurer de l'efficacité et de la sécurité de la procédure expérimentale en simulant l'expérience au préalable;
- empêcher la propagation des rayonnements ionisants en ayant recours à des blindages et/ou au confinement;
- choisir et manipuler des sources radioactives de la plus faible activité possible pour le résultat recherché;
- travailler en arrière d'un blindage ou le plus à distance possible de la source;
- réduire le temps d'exposition;
- manipuler dans une hotte ou une boîte à gants s'il y a production d'aérosol;
- utiliser des moyens de protection personnels adéquats : sarrau, gants, tablier de plomb si requis, etc.;

⁹ Référence (5)

- vérifier les taux d'exposition et les contaminations possibles

Dans tous les cas, il faut que le personnel soit adéquatement formé et informé des risques et des mesures de protection en situation normale et en cas d'incidents ou d'accidents.

SECTION 3

LIMITES DE DOSE PAR RAYONNEMENT¹⁰

3.1 Limites de dose efficace

Compte tenu du niveau d'activité et de la nature des isotopes utilisés à l'Université, les utilisateurs sont soumis à une limite de dose efficace de 1 mSv/ année, limite autorisée pour le public en général ou le travailleur autorisé. Dans les secteurs où l'utilisation des radio-isotopes est plus importante (secteur nucléaire), des mesures de surveillance et de protection plus strictes doivent être mises en place et dans ces conditions, une limite de dose efficace annuelle de 50 mSv est tolérée.

3.2 Limites de dose équivalente

Les limites de dose équivalente, autorisées par la CCSN, sont indiquées au tableau 4. Les indications consignées font référence aux doses équivalentes pour les tissus et organes les plus susceptibles d'être exposés aux radiations.

Tableau 4 - Limites de dose équivalente par organe ou tissu pour une année¹¹

Organe ou tissu	Dose équivalente (mSv)/a pour le public et le travailleur autorisé
Cristallin	15
Peau	50
Mains et pieds	50

La limite de dose efficace de 1 mSv/a ainsi que les limites de doses équivalentes présentées au tableau 4 ne s'appliquent ni aux rayonnements ionisants reçus par un patient lors d'un examen médical ou de soins donnés par un médecin compétent, ni aux rayonnements ionisants reçus par une personne exécutant des mesures d'urgence pour prévenir un danger pour la vie humaine.

3.3 Utilisatrice enceinte

Par mesure préventive, une utilisatrice enceinte doit aviser de son état le détenteur de permis ainsi que le RRP.

¹⁰ Articles 13 et 14 de la référence (3)

¹¹ Article 14 de la référence (3)

SECTION 4

SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE ET DOSIMÉTRIE

4.1 Surveillance environnementale

L'utilisateur de radio-isotopes est tenu d'exercer une surveillance environnementale et d'évaluer la contamination à l'intérieur et à l'extérieur des pièces où il travaille. Il doit pour ce faire maintenir un registre de ses contrôles de contamination et respecter les règles suivantes :

- aucune source de radiations ionisantes n'est permise en dehors des pièces enregistrées. À l'extérieur de ces pièces, le taux de dose équivalente doit être maintenu au plus bas niveau possible et ne doit en aucun cas dépasser 2,5 µSv/h; les taux de radiation dans les endroits adjacents au lieu d'utilisation et d'entreposage seront vérifiés pour s'assurer qu'aucun travailleur ne va recevoir une dose supérieure à la limite pour le public;
- à l'intérieur des pièces enregistrées, le taux de dose équivalente doit être maintenu au plus bas niveau possible et ne doit pas dépasser 25 µSv/h aux endroits peu accessibles ou peu occupés et 2,5 µSv/h dans les espaces réguliers de travail;
- pour toutes les surfaces de travail normalement accessibles dans un laboratoire où l'on manipule ou entrepose des radio-isotopes, la contamination non fixée ne doit pas dépasser 3 Bq/cm² pour les radio-isotopes de catégorie A (**Annexe II**) de 30 Bq/cm² pour les radio-isotopes de catégorie B et de 300 Bq/cm² pour les radio-isotopes de catégorie C (³H, ¹⁴C, ³²P, ¹²⁵I, ³⁵S) selon une moyenne établie pour des surfaces de 100 cm²
- pour toutes les autres surfaces, la contamination non fixée ne doit pas dépasser 0,3 Bq/cm² pour les radio-isotopes de catégorie A, 3 Bq/cm² pour les radio-isotopes de catégorie B et 30 Bq/cm² pour les radio-isotopes de catégorie C 30 Bq/cm² selon une moyenne établie pour des surfaces de 100 cm²;
- un contaminamètre approprié et fonctionnel pour les radio-isotopes utilisés doit être disponible lors des manipulations.

En plus des vérifications faites par les utilisateurs de radio-isotopes dans leur laboratoire, le RRP ou un agent de la CCSN ont la responsabilité d'effectuer des contrôles aléatoires afin de veiller à la bonne tenue des registres.

Des renseignements supplémentaires sur la mise en pratique des contrôles se trouvent aux annexes XII et XIII du présent Guide.

4.1.1 Méthode de contrôle

La méthode à utiliser est indirecte par frottis sur une surface de 100 cm² ou n'excédant pas 100 cm². Dans le cas de surfaces inférieures à 100 cm², la surface utilisée doit être prise en compte dans l'établissement du niveau en Bq/cm².

4.1.2 Fréquence des contrôles

De façon générale, la fréquence des contrôles est sur une base hebdomadaire. Dans le cas où il n'y a pas d'utilisation dans un laboratoire pendant la semaine, un énoncé à cet effet doit être inscrit dans le registre des relevés de contamination, pour justifier l'absence de vérification de la contamination. Cette information et la durée de cette période doivent être clairement indiquées dans le registre.

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 qu'il y a un déversement.

4.2 Dosimétrie

La dosimétrie personnelle est une méthode de mesure faisant appel à des détecteurs placés directement sur le corps d'une personne afin de déterminer la dose à la peau et la dose au corps entier reçue pendant une période de temps donnée.

Le dosimètre personnel est un excellent moyen de contrôle mais il comporte certaines limites puisqu'il n'enregistre pas les doses reçues aux niveaux des extrémités ni celles reçues par ingestion ou inhalation et qu'il n'est pas sensible aux rayonnements bêtas de basse énergie (ex. : tritium et ¹⁴carbone).

La CCSN oblige les titulaires de permis de radio-isotopes à mettre en place, pour les utilisateurs, des programmes de surveillance biologique adaptés à la nature et à l'activité des radio-isotopes utilisés et peut recommander l'utilisation de dosimètre¹².

Le RRP contrôle l'exposition des utilisateurs par évaluation, en se fondant sur la surveillance des lieux de travail. Les travailleurs sont informés de leur dose individuelle par écrit.

¹² Références (3), (4) et (5)

SECTION 5

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES RADIO-ISOTOPES

Tableau 5 - Propriétés générales des radio-isotopes utilisés en recherche et en enseignement¹³

Caractéristiques	³ H		¹⁴ C	³² P	³⁵ S		¹²⁵ I
Demi-vie physique	12,3 a		5 730 a	14,3 j	87,4 j		60 j
Demi-vie biologique	12 j		10 j	257 j	257 j		138 j
Organisme entier			12 j	18 j (foie)	600 j (os)		
Organe critique				1 155 j (os)	1530 j (peau)		
Nature et maximum d'énergie des radiations (MeV)	β^- E _{max} = 0,0186 E _{moy} = 0,0057		β^- E _{max} = 0,156 E _{moy} = 0,049	β^- E _{max} = 1,71 E _{moy} = 0,70	β^- E _{max} = 0,167		γ E = 0,0355 X E = 0,0310 β^- E _{moy} = 0,022
Détection et mesures	Frottis comptés par scintillation liquide. Interne : analyse d'urine		Détecteur G.-M. à fenêtre mince en bout. Frottis par scintillation liquide. Interne : analyse d'urine	Détecteur G.-M., gammamètres avec des détecteurs à l'iodure de sodium. Externe : DTL corps entier ou d'extrémité; interne : analyse d'urine	Détecteur G.-M. avec fenêtre amincie en bout. Frottis par scintillation liquide. Interne : analyse d'urine.		Détecteur G.-M., gammamètres avec des détecteurs au NaI. Externe : DTL corps entier ou d'extrémité; interne : analyse d'urine
Organes critiques	Organisme entier		Organisme entier et graisse	Os	Os, peau, testicules		Thyroïde
Facteurs de conversion de la dose (FCD) par inhalation (Sv/Bq) réf. GD-52	H-3, eau tritiée (inorganique)	H-3 (organique)	2 x 10 ⁻¹¹	2,9 x 10 ⁻⁰⁹	S-35 (inorganique)	S-35 (organique)	1,4 x 10 ⁻⁰⁸
	2 x 10 ⁻¹¹	4,1 x 10 ⁻¹¹			1,1 x 10 ⁻⁰⁹	1,2 x 10 ⁻¹⁰	
Limite annuelle d'incorporation (LAI) par inhalation (Bq) réf. GD-52	1 x 10 ⁰⁹	4,9 x 10 ⁰⁸	1 x 10 ⁰⁹	6,9 x 10 ⁰⁶	1,8 x 10 ⁰⁷	1,7 x 10 ⁰⁸	1,4 x 10 ⁰⁶
Facteurs de conversion de la dose (FCD) par ingestion (Sv/Bq) réf. GD-52	2 x 10 ⁻¹¹	4,2 x 10 ⁻¹¹	5,8 x 10 ⁻¹⁰	2,4 x 10 ⁻⁰⁹	1,9 x 10 ⁻¹⁰	7,7 x 10 ⁻¹⁰	1,5 x 10 ⁻⁰⁸
Limite annuelle d'incorporation (LAI) par ingestion (Bq) réf. GD-52	1 x 10 ⁰⁹	4,8 x 10 ⁰⁸	3,4 x 10 ⁰⁷	8,3 x 10 ⁰⁶	1,1 x 10 ⁰⁸	2,6 x 10 ⁰⁷	1,3 x 10 ⁰⁶
Toxicité (Classification IAEA)	Faible		Moyenne	Moyenne	Moyenne		Élevée
Portée maximale dans l'air	6 mm		24 cm	790 cm	26 cm		---
Portée maximale dans l'eau	6 x 10 ⁻³ mm		0,28 cm	---	0,32 cm		---
Couche de plomb pour atténuation à 10 %	---		---	---	---		2,1x10 ⁻² cm
Blindage recommandé	Aucun		Aucun	Plexiglass 1 cm	Plexiglass 1 cm		Plomb 0,02 cm

¹³ Références (1), (6) et (10)

Caractéristiques	³ H	¹⁴ C	³² P	³⁵ S	¹²⁵ I
<p>Mesures préventives</p>	<p>Le tritium ne constitue pas un danger d'exposition sauf s'il pénètre dans le corps. Une fois dans le corps, l'eau tritiée se mélange uniformément avec l'eau du corps et peut irradier les tissus vivants. S'il est inhalé, le tritium gazeux irradiera les poumons. L'eau tritiée est dix mille fois plus radiotoxique que le tritium gazeux. La thymidine marquée au tritium se concentre dans les noyaux des cellules qui produisent de l'ADN, ce qui peut endommager les chromosomes. L'eau tritiée peut traverser la peau et être absorbée, ce qui se traduit par une exposition interne.</p> <p>Vêtements protecteurs recommandés : sarrau de laboratoire. Nous préconisons les gants de PVC (épais de 0,5 mm), puisque cette substance est peu perméable à l'eau tritiée. En effet, plusieurs composés tritiés peuvent traverser facilement les gants et la peau. Manipulez ces composés à distance, portez deux paires de gants et changez les gants externes, à toutes les vingt minutes. Les tabliers de plastique offrent une protection supplémentaire, particulièrement contre l'eau tritiée.</p> <p>Ne manipulez l'eau, les gaz et les liquides volatiles tritiés que dans des enceintes ventilées. Entreposez l'eau tritiée à la température de la pièce. En effet, la contamination du givre des congélateurs est un phénomène bien connu. Conservez les composés tritiés dans des contenants de verre, puisque l'eau et les solvants organiques échappent au travers des plastiques.</p>	<p>Dangers : Monoxyde de carbone : anoxie chimique et asphyxie. Dioxyde de carbone : asphyxie. Production de dioxyde de carbone qui pourrait être inhalé.</p> <p>Vêtements protecteurs recommandés : sarrau de laboratoire jetable, gants jetables (choisissez des appropriés aux produits chimiques manipulés) et serre-poignets jetables. Puisque certains composés organiques peuvent traverser les gants et être absorbés, portez deux paires de gants et changez souvent les gants externes. Optimisez le temps, la distance et le blindage. Veuillez à ne pas produire du dioxyde de carbone. Si vous manipulez des composés potentiellement volatiles ou poudreux, faites-le sous une hotte. Consultez le permis de la CCSN pour connaître les exigences relatives aux contrôles techniques, aux appareils de protection et aux exigences particulières d'entreposage.</p>	<p>Chauffer une solution de Phosphocol ou de phosphate de sodium contenant du ³²P jusqu'au point où elle se décompose peut produire des vapeurs radioactives.</p> <p>Vêtements protecteurs recommandés : gants jetables de plastique, de latex ou de caoutchouc; sarrau; lunettes de protection. Minimisez le temps de manipulation de l'isotope. Pour éviter un contact direct avec la peau, blindez les seringues (avec une feuille d'aluminium ou de plomb) et utilisez des pinces. Si possible, travaillez derrière un écran de plexiglas. Portez une bague-dosimètre si vous utilisez des quantités dépassant 50 MBq (1,35 mCi). Les fioles devraient gainées de lucite. Optimisez le temps, la distance et le blindage pour minimiser la dose. Consultez le permis de la CCSN pour connaître les exigences relatives aux contrôles techniques, aux appareils de protection et aux exigences particulières d'entreposage.</p>	<p>Dioxyde de soufre : irritant pour les yeux, le nez, la gorge, les poumons; cause la bronchoconstriction; mutagène, effets présumés sur la reproduction. Sulfure d'hydrogène : irritant modéré de l'œil (conjonctivites) et des poumons; toxicité aiguë et généralisée; effets sur le système nerveux central. Le soufre est combustible.</p> <p>Vêtements protecteurs recommandés : portez comme protection secondaire un sarrau, des gants et des manchettes, tous jetables. Portez des gants choisis en fonction des produits chimiques utilisés. Manipulez les composés potentiellement volatils dans des enceintes ventilées. Veuillez à ne pas produire du dioxyde de soufre ou du sulfure d'hydrogène qui pourraient être inhalés. Consultez le permis de la CCSN pour connaître les exigences relatives aux contrôles techniques, aux appareils de protection et aux exigences particulières d'entreposage.</p>	<p>L'exposition à des quantités importantes d'iode radioactif accroît les risques de cancer de la thyroïde. L'iode, s'il est ingéré ou inhalé, est toxique. C'est un irritant puissant des yeux et de la peau. L'iode peut être absorbé à travers la peau. Chauffer des injections d'albumine iodée à l'isotope ¹²⁵I jusqu'à la décomposition peut produire l'émission de vapeurs radioactives contenant de l'¹²⁵Iode. L'iode est sujet à la volatilisation.</p> <p>Vêtements protecteurs recommandés : gants jetables de plastique, de latex ou de caoutchouc. Portez un sarrau qui devra être contrôlé avant de quitter le laboratoire. Portez aussi des lunettes de protection. Certains composés de l'iode peuvent traverser les gants de chirurgie en caoutchouc. Portez deux paires de gants ou des gants de polyéthylène au-dessus de gants de caoutchouc. Minimisez le temps de manipulation de l'isotope. Utilisez des seringues blindées et des pinces. Si possible ne manipulez les composés contenant de l'iode que sous une hotte. Consultez le permis de la CCSN pour connaître les exigences relatives aux contrôles techniques, aux appareils de protection et aux exigences particulières d'entreposage.</p>

SECTION 6

PERMIS ET AUTORISATIONS

6.1 Permis institutionnel émis par la CCSN

Sur demande, la CCSN peut autoriser l'Université à gérer des substances radioactives et émet, en conséquence, le permis qui précise la nature, les quantités ainsi que les conditions d'utilisation des radio-isotopes.

L'UQAC détient actuellement un permis de substances nucléaires et d'appareil à rayonnement autorisant l'activité : études de laboratoires (813).

Le permis doit être affiché dans un endroit bien en évidence sur les lieux de l'activité autorisée.

6.2 Autorisation interne d'utilisation et d'entreposage

Pour obtenir une autorisation interne d'utilisation et d'entreposage, la personne responsable doit en faire la demande au VRAAR sur le formulaire prévu à cet effet (**Annexe III**). Le VRAAR mandate alors le RRP pour qu'il s'assure que les utilisateurs sont correctement formés, que les quantités manipulées n'excèdent pas les limites permises selon la classification du laboratoire et les équipements disponibles (**Annexe IV**), que les aménagements du laboratoire répondent aux exigences du *Guide de conception des laboratoires de substances nucléaires et des salles de médecine nucléaire (GD-52)*, que le responsable de projet tienne à jour les registres et que toutes les conditions prévues par la CCSN soient respectées. Le RRP fait rapport au VRAAR sur le formulaire prévu à cet effet (**Annexe III**), lequel accorde ou non l'autorisation interne d'utilisation et d'entreposage et justifie par écrit sa décision auprès du demandeur.

6.3 Vérification interne

Lors de l'inspection annuelle (ou plus fréquente) des laboratoires, le RRP vérifie si les résultats de frottis hebdomadaires sont disponibles, si l'affichage est adéquat et veille à ce que tous les règlements reliés à l'utilisation de matières radioactives soient respectés. Un rapport de vérification interne (**Annexe XVII**) est remis à la personne responsable du laboratoire et une copie est conservée par le RRP. Le RRP agit en première instance pour faire cesser des pratiques qui mettent en péril la santé, la sécurité ou l'environnement et impose les correctifs nécessaires pouvant aller jusqu'à l'arrêt des activités reliées à l'utilisation des radio-isotopes. La CCSN effectue aussi des inspections au cours desquelles ils peuvent visiter le(s) laboratoire(s) pour des vérifications ou des entrevues.

Le RRP doit réviser annuellement le guide de radioprotection pour s'assurer que les procédures sont à jour et acceptables.

6.4 Modification des activités de recherche avec les radio-isotopes

Tout changement dans la nature de l'isotope manipulé ou dans les quantités stockées de même que tout réaménagement majeur dans le laboratoire exige qu'une nouvelle demande soit adressée au.à la VRAAR afin que ce dernier s'assure du respect des règles de la CCSN.

6.5 Déclassement des installations

Pour déclasser une zone, une pièce ou une enceinte certifiée conforme à l'utilisation de matières radioactives, la personne responsable doit obtenir l'approbation du RRP.

Voici une liste non-exhaustive des éléments à mettre en place pour procéder au déclassement d'une zone, d'une pièce ou d'une enceinte :

- Confirmer l'arrêt des activités autorisées;
- Enlever toutes substances nucléaires;
- Transférer les substances nucléaires à un titulaire autorisé pour leur possession;
- Créer un croquis indiquant les endroits contaminés;
- Vérifier la contamination ;
- Décontamination dans les endroits où la contamination est supérieure au critère de déclassement. C'est-à-dire 3 Bq/cm² pour tous les radionucléides selon une moyenne établie pour une surface de 100 cm²;
- Vérification suite à la décontamination;
- Enlever les placards et affiches de radioprotection;
- Soumettre un rapport de déclassement à la CCSN incluant les renseignements suivants :
 - Numéro de permis de la CCSN;
 - Date de déclassement;
 - Substance nucléaire utilisée dans les salles déclassées;
 - Date à laquelle les substances nucléaires ont été utilisées pour la dernière fois;
 - Confirmation du transfert des substances nucléaires incluant le nom du titulaire, son numéro de permis de la CCSN et la preuve de transfert;
 - Description ou diagramme du déclassement;
 - Les critères de décontaminations utilisés;
 - Méthode, résultats et instrument utilisés pour la décontamination (en Bq/cm², sinon inclure le calcul utilisé pour effectuer la conversion);

- Efficacité de comptage de l'instrument utilisé pour les mesures du taux de radiation;
 - Confirmation que les affiches sont enlevées.
- Demander une révocation du permis lorsque le déclassement a été accepté par la CCSN (si applicable);
- Enlever la salle du contrôle réglementaire;
- Garder les registres pour une période de 3 ans après l'expiration du permis.

SECTION 7

ACQUISITION, RÉCEPTION, TRANSPORT ET ENTREPOSAGE

7.1 Achats

Après obtention de l'autorisation interne d'utilisation et d'entreposage par le/la VRAAR, la personne responsable peut effectuer des achats de substances radioactives. Cependant, avant de procéder à la commande, il doit en avertir par courriel le RRP (volet utilisation) ou, en son absence, le RRP (volet institutionnel) et recevoir son aval. Le courriel doit indiquer :

- à la rubrique « Objet » : Radioactif : autorisation d'achat
- dans le corps du sujet :
 - la description du produit:
 - le nom
 - l'isotope (Ex. : ^{14}C , ^3H , ^{32}P , ^{125}I)
 - l'activité en becquerel
 - le fournisseur
 - le code de produit

Le RRP s'assure de la conformité de la demande avec les exigences de la CCSN, les conditions du permis et demande, si nécessaire, les modifications qui s'imposent. Il transmet par courriel copie de son approbation au demandeur ainsi qu'au service de l'approvisionnement. Ce n'est qu'après réception de l'autorisation donnée par le RRP que le service de l'approvisionnement pourra procéder à la commande que lui aura adressé le demandeur sur le formulaire de réquisition habituel.

Il revient au demandeur de planifier ses achats en tenant compte de ces délais administratifs ainsi que des absences ou vacances des RRP. En cas d'urgence, il peut toutefois s'adresser directement au/à la VRAAR.

7.2 Échange, Transferts, Prêts

Les échanges, transferts et prêts de matières radioactives entre les détenteurs de permis à l'UQAC et ceux d'autres institutions doivent recevoir l'approbation du RRP. La personne responsable adresse un courriel au RRP avec l'information pertinente, comme pour un achat, et il précise avec qui il veut procéder à un échange, un transfert ou un prêt. Le RRP doit ensuite effectuer une vérification du permis du destinataire (si destinataire externe) pour s'assurer que les substances nucléaires qui seront transférées se trouvent sur le permis et que les activités maximales seront respectées. Dans le cas d'un prêt, le détenteur de permis demeure toujours légalement responsable de son produit.

Les radio-isotopes échangés, transférés ou prêtés à l'interne doivent être utilisés dans les locaux où l'activité est autorisée.

7.3 Réception

La réception et le transport de matière radioactive doivent se faire conformément aux règles publiées par la CCSN dans son INFO-0744 intitulé « Lignes directrices pour la manutention des colis renfermant des substances nucléaires » (**Annexe V**) et ces lignes directrices doivent être affichées dans le laboratoire autorisé ainsi qu'au bureau de la réception des marchandises du service de l'approvisionnement. Seules les personnes possédant un certificat de transport interne des marchandises dangereuses (TMD, classe 7) valide, dont une copie est également disponible au laboratoire, sont autorisées à effectuer la réception et à transporter à l'interne des matières radioactives.

Dès réception d'une matière radioactive, le personnel de la réception contacte le requérant de la commande pour qu'une personne autorisée vienne en prendre possession avec le radiamètre approprié à la substance. Si le colis est intact, s'il n'y a pas de fuite détectée et si l'indice de transport est conforme, le colis peut être transporté au laboratoire auquel il est destiné. S'il décelé une anomalie, elle ou il doit placer le colis dans un sac de plastique transparent, le remettre dans un endroit à accès limité et en aviser immédiatement le destinataire et le RRP.

À l'interne, le transport doit s'effectuer avec un chariot ou un diable, en maintenant une distance entre le colis et l'usager et en utilisant, si nécessaire, un écran blindé.

7.4 Inspection des colis

Au moment d'ouvrir le colis dans le laboratoire, la personne autorisée doit suivre les instructions 5 à 8 de l'INFO-0744 (**Annexe V**). Si le carton d'expédition n'est pas contaminé, elle doit retirer la glace sèche ainsi que le symbole de radioactivité et le mettre au rebut comme déchet non radioactif.

Toute anomalie doit être rapportée au RRP.

7.5 Transport et expédition

Le transport de matières radioactives est réglementé par la Loi et le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses de Transport Canada. À l'Université, le transport entre les pavillons, lorsqu'il nécessite un véhicule pour les matières dangereuses, est assuré par le personnel de la réception des marchandises du service de l'approvisionnement.

Le transport de matières radioactives sur la voie publique, dans les transports en commun ou dans des véhicules non placardés est totalement interdit, sauf s'il s'agit d'une substance ayant une activité inférieure à la quantité d'exemption.

En toute autre circonstance, seules les personnes détenant un certificat de formation en transport des matières dangereuses (classe 7) valide peuvent procéder à l'envoi d'un colis. Si besoin est, il faut s'adresser au RRP.

7.6 Entreposage

Les matières radioactives doivent être entreposées dans un local à accès limité aux personnes autorisées. Le débit de dose à tout endroit occupé à l'extérieur de la salle d'entreposage doit être inférieur à 2,5 $\mu\text{Sv/h}$, et ne résultera pas en une dose annuelle supérieure à 1 mSv pour les membres du public et les travailleurs qui ne sont pas des travailleurs du secteur nucléaire.

SECTION 8

RÈGLES DE SÉCURITÉ

8.1 Affichage et signalisation¹⁴

Toute personne responsable d'une zone, d'une pièce ou d'une enceinte où sont utilisées ou entreposées les substances nucléaires et les appareils à rayonnement doit apposer, aux limites et à chaque point d'accès, un panneau durable et lisible affichant le symbole de mise en garde, les mots « RAYONNEMENT-DANGER-RADIATION » dans cet ordre, les coordonnées du RRP ainsi que des renseignements sur la nature et l'importance du danger d'irradiation.

L'affichage est obligatoire dans les lieux

- où se trouvent des isotopes radioactifs présentant une activité supérieure à 100 fois la quantité d'exemption (QE) ;
- où une personne pourrait recevoir une dose de rayonnement ionisant supérieure à 25 $\mu\text{Sv/h}$

Le symbole de mise en garde doit être enlevé si ladite zone, pièce ou enceinte ne répond plus aux critères mentionnés ci-dessus.

Les armoires, les réfrigérateurs ainsi que les congélateurs où les radio-isotopes sont entreposés doivent être identifiés avec le symbole trifolié et l'inventaire des matières radioactives qu'ils contiennent doit être affiché et maintenu à jour.

8.2 Sécurité en présence de sources non scellées

Afin de protéger l'utilisateur et son environnement, les règles de sécurité suivantes ont été établies lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées. Elles doivent être considérées comme un standard minimal et doivent être respectées dans tous les laboratoires.

Les principales règles sont :

- planifier son travail :
avant de commencer, s'assurer que le matériel requis pour l'expérience est sur le comptoir, dans un cabaret ou sur une section recouverte de papier absorbant. Pour une expérience complexe, il est recommandé de faire une simulation des gestes (i.e. sans radioactivité) ;
- ne conserver aucun matériel pouvant venir en contact avec la bouche (nourriture, boisson, etc.) dans un lieu identifié radioactif ;
- éviter tout contact direct avec les matières radioactives :

¹⁴ Articles 20 et 21 de la référence (3)

le port du sarrau, de gants jetables et, si nécessaire, de couvre-chaussures, de tablier, de protection respiratoire est recommandé ; les vêtements de protection utilisés avec les radio-isotopes doivent être exclusivement portés dans la pièce de manutention ; ils doivent donc être retirés pour se rendre à tout autre endroit (salle de comptage, salle à manger, corridor, ascenseur, etc.) ;

- travailler avec les radio-isotopes dans la zone la plus calme du laboratoire identifié à cette fin ;
- recouvrir les surfaces de travail (cabarets, paillasses) de papier absorbant ;
- jeter immédiatement les papiers absorbants dans le contenant de récupération si un déversement se produit ;
- utiliser des écrans de blindage appropriés lorsque nécessaire ;
- manipuler et transporter les solutions radioactives dans un contenant incassable et dans un cabaret avec suffisamment de produit absorbant pour empêcher une contamination en cas de déversement ;
- utiliser toute matière radioactive volatile sous la hotte ou dans une boîte à gants reliée au système de ventilation des hottes ;
- ne pas appliquer de flamme sur une solution radioactive :
pour chauffer, utiliser un bain-marie ou une lampe infrarouge.
- protéger les yeux d'une source émettrice de radiations bêta fort ou gamma ;
- indiquer la date à la réception d'une substance radioactive ;
- identifier le matériel contenant une matière radioactive avec le symbole trifolié de mise en garde, le nom du produit, l'activité et la date où l'activité a été mesurée ;
- ne transférer une solution radioactive d'un contenant à un autre qu'à l'aide d'une pipette ;
- utiliser une verrerie réservée pour le travail avec les radio-isotopes ;
- laver la verrerie réservée avec un détergent approprié ;
- récupérer les déchets radioactifs conformément à la procédure décrite à la section 10.3 ;
- vérifier la présence de contamination au niveau des mains et des pieds à la fin de l'expérimentation si l'isotope utilisé est détectable à l'aide d'un contaminamètre ;
- effectuer des relevés de contamination au maximum cinq (5) jours après le début d'une expérimentation ;
- conserver les résultats des contrôles de contamination dans un registre jusqu'à autorisation écrite de la CCSN.

8.3 Sécurité en présence de sources scellées

En plus des règles de sécurité décrites précédemment, il faut se conformer aux règles suivantes en présence de sources scellées :

- identifier au moyen du symbole trifolié ;
- maintenir une distance appropriée ;
- indiquer la nature de l'isotope, son activité et la date du dernier étalonnage de la source ;
- tenir sous clef les sources qui ne sont pas en usage dans un endroit identifié radioactif ;
- éviter tout contact physique avec les sources ;
- faire les contrôles d'étanchéité conformément aux Attentes réglementaires relatives aux épreuves d'étanchéité des sources scellées de la CCSN¹⁵ pour toute source radioactive scellée d'une activité supérieure à 50 MBq, à l'exception des sources gazeuses :
 - tous les 24 mois pour chaque source scellée entreposée de façon continue ou immédiatement avant son utilisation lorsque la source scellée a été entreposée pendant 12 mois ou plus ;
 - tous les 12 mois pour chaque source scellée de plus de 50 MBq incluse dans un dispositif ou un appareil ;
 - immédiatement après tout événement susceptible d'avoir endommagé la source scellée ;
- stopper toute utilisation d'une source scellée si une fuite supérieure à 200 Bq est décelée, isoler la source défectueuse pour limiter la propagation de la contamination radioactive et faire rapport immédiatement à la CCSN en conformité avec les exigences réglementaires ;
- conserver les résultats des épreuves d'étanchéité jusqu'à ce que la CCSN en autorise la destruction.

¹⁵ Article 18 de la référence (7) et référence (8)

SECTION 9

LES DISPOSITIFS ÉMETTANT DES RADIATIONS

9.1 Déclaration

Toute personne responsable d'un dispositif émettant des radiations doit en faire la déclaration à un RRP en utilisant le formulaire prévu à cet effet (Annexe XVI). La déclaration doit être faite à l'acquisition du dispositif et/ou lorsqu'il y a des changements. Les détails du dispositif sont précisés, de même que les opérateurs certifiés (si applicable) par l'organisme réglementaire concerné (ex. : RNCan).

9.2 Expertise en radioprotection

Avant la mise en marche d'un nouvel appareil producteur de radiations (tout appareil fonctionnant à une tension > 15 000 volts), une expertise en radioprotection est nécessaire afin de s'assurer qu'il n'y a pas de fuite de rayons X et ceci, avant que quiconque ne soit autorisé à l'utiliser. Les règles de sécurité s'appliqueront le cas échéant.

SECTION 10

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

10.1 Principes et règlement

Les produits marqués avec un ou des radio-isotopes génèrent des déchets radioactifs : résidus de préparations, contenants non recyclables (fliales, éprouvettes, etc.), échantillons, solides contaminés, carcasses d'animaux radioactives, etc. Ces déchets doivent être éliminés en conformité avec les règles suivantes :

- respect de la réglementation et des conditions du permis d'utilisation des radio-isotopes ;
- respect du principe ALARA en ce qui concerne l'exposition des individus impliqués dans la gestion des déchets radioactifs ;
- procédures de rejet planifiées de façon à ce qu'elles soient applicables simplement et de façon routinière.

10.2 Règlementation

La CCSN autorise l'évacuation des déchets radioactifs dans l'environnement à certaines conditions qui sont précisées dans la Loi sur la sûreté nucléaire. Ces conditions se conforment au principe ALARA afin d'éviter tout risque d'exposition inacceptable pour le public.

À l'Université, c'est le service des immeubles et équipements (SIE) qui voit à la cueillette et à l'évacuation de ces déchets selon les normes. Le RRP est aussi responsable de recueillir les données de disposition et d'inventaire selon les normes afin d'en faire un rapport annuel de conformité (RAC) à la CCSN.

10.3 Modes d'élimination

10.3.1 Déchets solides

Tous les déchets solides (papier absorbant, gants, embouts de pipettes, etc.) doivent être récupérés dans des contenants de plastique ou de métal fournis à cet effet par le SIE. Ces contenants réservés aux déchets radioactifs sont munis de sacs de polyéthylène. Les contenants sont fournis avec un sigle de radioactivité qui ne doit être accolé qu'au moment où les contenants contiennent effectivement des déchets radioactifs.

Lors de la cueillette, les sacs doivent être bien fermés, intacts et posséder une étiquette « DÉCHETS RADIOACTIFS » sur laquelle doivent figurer les renseignements suivants :

- l'isotope
- l'activité
- la date
- le nom de l'utilisateur
- le numéro de local (**Annexe VI**).

10.3.2 Déchets liquides aqueux

Tous les déchets liquides aqueux doivent être récupérés dans des contenants de plastique fournis à cet effet par le SIE. Une poudre absorbante ou un gélifiant peut être fournie pour ce contenant. L'utilisateur a le devoir de s'assurer que tout le liquide a été bien absorbé.

Lors de la cueillette, les contenants doivent être bien fermés, intacts et posséder une étiquette « DÉCHETS RADIOACTIFS » (**Annexe VI**).

10.3.3 Déchets liquides inflammables (tel le liquide à scintillation)

Les fioles contenant du liquide à scintillation doivent être récupérées séparément dans des contenants de plastique ou de métal réservés aux déchets radioactifs et fournis à cet effet par le SIE. Ces contenants sont munis de sacs de polyéthylènes et identifiés avec le sigle de la radioactivité.

Lors de la cueillette, les contenants doivent être bien fermés, intacts et posséder une étiquette « DÉCHETS RADIOACTIFS » (**Annexe VI**).

10.3.4 Les déchets anatomiques (humains ou animaux)

Tous les déchets anatomiques radioactifs doivent être récupérés dans deux sacs de polyéthylène superposés, étiquetés et gardés congelés.

Lors de la cueillette, les sacs doivent être bien fermés, intacts et posséder une étiquette « DÉCHETS RADIOACTIFS » (**Annexe VI**).

10.3.5 Les objets piquants / tranchants et le matériel jetable utilisé lors des expérimentations avec la radioactivité

Les objets piquants, tranchants, ainsi que tout autre matériel jetable contaminé aux substances radioactives doivent être placés dans des contenants rigides fermant hermétiquement et fournis à cet effet par le SIE. Ce matériel peu contaminé doit être néanmoins identifié (**Annexe VI**).

10.4 Cueillette et élimination

La cueillette des déchets s'effectue lorsque justifié par le SIE. Toutefois, il est possible de faire une requête de service pour obtenir des contenants additionnels ou faire effectuer une collecte supplémentaire. L'élimination sera faite selon les exigences prescrites.

Les substances nucléaires et les appareils à rayonnement qui ne répondent plus à un besoin doivent être utilisés et évacués de façon à prévenir un risque inacceptable pour la population ou l'environnement. Les caractéristiques et les limites acceptables de chaque méthode d'évacuation font partie des conditions de permis.

De façon générale, le permis autorise des méthodes d'évacuation propres aux radionucléides, notamment les suivantes :

- rejet dans les déchets municipaux de substances nucléaires sous forme solide uniformément réparties avec une concentration en poids inférieure à la limite prévue; cette méthode est autorisée si la quantité annuelle évacuée est inférieure à trois tonnes par bâtiment;
- rejet dans les égouts municipaux de substances nucléaires hydrosolubles sous forme liquide, en quantités annuelles inférieures à la limite prévue pour chaque bâtiment;
- rejet dans l'atmosphère de substances nucléaires sous forme gazeuse, en quantités qui découlent d'activités normales et qui sont réparties en fonction d'une concentration moyenne par semaine;
- transfert à un titulaire de permis de la CCSN autorisé à accepter des déchets contenant des substances nucléaires;
- transfert au fournisseur.

Toute étiquette de radioprotection doit être retirée ou rendue non lisible lorsqu'il n'y a plus de risque d'irradiation ou de contamination, avant de transférer des déchets pour la disposition finale. Tout affichage frivole du symbole est interdit.

SECTION 11

AFFICHAGE, REGISTRES ET TENUE DES DOSSIERS

11.1 Affichage¹⁶

La CCSN exige que les endroits contenant des radio-isotopes soient clairement identifiés pour éviter toute exposition non contrôlée. Elle exige ainsi que soit affiché :

- une affiche de mise en garde contre le rayonnement ayant le sigle trifolié, les mots « Rayonnement – Danger – Radiation » et le nom et numéro de téléphone (24 heures sur 24 et 7 jours sur 7) de la personne à rejoindre en cas d'urgence, aux points d'accès d'une zone si la quantité de radio-isotopes dépasse 100 fois la quantité d'exemption ou si le débit de dose de rayonnement dépasse 25µSv/h ;
- le symbole trifolié sur tout endroit où sont entreposés ou utilisés des radio-isotopes ;
- les permis d'autorisation d'utilisation décernés par la CCSN dans un endroit bien en évidence sur les lieux de l'activité autorisée ;
- la fiche signalétique de la CCSN concernant la classification du laboratoire (**Annexe IV**) ;
- la fiche signalétique de la CCSN concernant les lignes directrices pour la manutention des colis renfermant des substances nucléaires (**Annexe V**).
- la fiche signalétique de la CCSN concernant le déversement de radio-isotopes (**Annexe VII**).

Tout affichage doit être retiré lorsqu'il n'y a plus de risque d'irradiation ou de contamination. Tout affichage frivole du symbole est interdit¹⁷.

11.2 Registres

11.2.1 Registre du laboratoire pour des sources non scellées

Chaque laboratoire utilisant des radio-isotopes sous forme de sources non scellées doit tenir un registre permettant d'assurer le suivi des matières radioactives dans le but de protéger l'environnement ainsi que toute personne susceptible d'entrer en contact avec les radiations. Pour ce faire, le laboratoire doit consigner dans un cahier toutes les informations permettant d'assurer le suivi, incluant l'inventaire, les déchets générés et les tests de contamination.

Le registre doit contenir :

- une copie du permis d'utilisation de substances radioactives (excluant les annexes non autorisées) ;
- un inventaire à jour des radio-isotopes ;

¹⁶ Article 21 de la référence (3)

¹⁷ Article 23 de la référence (3)

- les reçus d'achat ou de transfert de matières radioactives ;
- les contrôles de contamination à l'arrivée ;
- les contrôles quotidiens de contamination directe après utilisation ;
- les contrôles hebdomadaires de contamination par frottis (dans les cinq jours suivant la première manipulation ;
- le schéma des différents endroits vérifiés pour contamination ;
- les copies des formulaires d'élimination des déchets ;
- les certificats de transport ;
- les rapports d'incidents ;
- tout autre document pertinent exigé par les règlements de la CCSN.

L'inventaire

À la réception de toute source radioactive, une fiche d'inventaire doit être initiée, laquelle sera complétée au fur et à mesure de l'utilisation de la source et ce, jusqu'à son élimination.

La fiche doit contenir les informations suivantes :

- le nom du composé ;
- l'isotope ;
- l'activité spécifique initiale en Bq/ μ L ;
- la quantité initiale totale en Bq ;
- la date de mesure de l'activité initiale (qui permet de calculer l'activité résiduelle) ;
- le numéro du bon de commande ;
- le fournisseur ;
- le code du produit ;
- le numéro de lot ;
- la date de réception ;
- l'indice de transport indiqué ;
- les contrôles de contamination à la réception.

À chacun des prélèvements de ce radio-isotope, l'utilisateur doit indiquer :

- son nom ;
- la date du prélèvement ;
- la quantité prélevée ;
- l'activité de la quantité prélevée ;
- la quantité résiduelle ;
- les modes d'élimination de la quantité prélevée ;
- les quantités éliminées par chacun des modes. (**Annexe VIII**).

À la réception de la source et après chaque utilisation, l'utilisateur doit s'assurer de la sécurité des espaces en effectuant des contrôles de contamination fixée à l'aide de contaminamètre et de contamination non fixée à l'aide de frottis. Les espaces à vérifier sont identifiés sur un schéma du laboratoire qui figure aussi dans le registre. Les contrôles de contamination doivent être effectués après chaque utilisation ou, dans le cas d'utilisation quotidienne, dans les cinq jours

suivant le premier prélèvement. (**Annexe IX**)

11.2.2 Registre du laboratoire pour des sources scellées

Dans le cas de sources scellées, c'est le RRP qui tient l'inventaire et les registres nécessaires en collaboration avec le responsable du laboratoire. (**Annexe X**)

11.3 Rapport d'évacuation

Pour chaque opération d'évacuation, le RRP conserve un document d'évacuation qui comprend les renseignements suivants :

- une liste des radio-isotopes présents dans les déchets évacués;
- l'activité résiduelle des déchets (Bq);
- l'état physique de la substance nucléaire (solide, liquide ou gazeux) ;
- la masse ou le volume de matière évacuée;
- la méthode d'évacuation;
- la date d'évacuation. (**Annexe XI**).

11.4 Rapport de conformité

Le rapport annuel de conformité (RAC) est produit par le RRP au nom du titulaire du permis. Il doit faire mention des quantités annuelles évacuées ou rejetées ainsi que fournir les informations suivantes :

- nom des substances nucléaires non scellées ;
- les quantités reçues (Bq) ;
- les quantités évacuées dans les déchets municipaux (Bq) ;
- les quantités évacuées dans l'égoût municipal (Bq) ;
- les quantités évacuées dans l'atmosphère (Bq) ;
- stockage et décroissance (Bq) ;
- évacué avec les animaux (Bq);
- autres méthodes (Bq)

11.5 Rapport de formation

Le RRP doit tenir un registre de tous les utilisateurs de radio-isotopes et de la date de leur formation en radioprotection.

11.6 Conservation des documents

Tous les documents doivent être disponibles aux fins d'inspection. Le Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires précise le type de documents et de rapports à conserver et à éliminer, ainsi que les conditions qui s'y appliquent. Les documents à conserver :

- le nom des personnes qui manipulent des substances nucléaires et des appareils à rayonnement
- le nom des personnes désignées comme TSN et leur catégorie d'emploi
- la formation des travailleurs qui manipulent des substances nucléaires et des appareils à rayonnement
- la liste des lieux où sont stockées des substances nucléaires
- les résultats de dosimétrie
- l'inventaire des sources non scellées
- l'inventaire des sources scellées et des appareils à rayonnement
- les détails sur les incidents mettant en cause des substances nucléaires et des appareils à rayonnement
- les achats et transferts de substances nucléaires et d'appareils à rayonnement
- les résultats du contrôle de contamination par frottis pour les substances nucléaires non scellées
- les résultats du contrôle de contamination fixée
- les résultats du déclassement
- la liste des équipements de détection des rayonnements
- les renseignements concernant l'évacuation des déchets radioactifs
- les documents de transport

Conserver ces documents jusqu'à ce que le RRP autorise leur élimination aux termes de la Loi, de ses règlements ou d'un permis. Le RRP devra préalablement transmettre un avis écrit à la CCSN sollicitant son autorisation à l'égard de la date prévue pour l'élimination des documents en indiquant leur nature. L'avis sera transmis au moins 90 jours avant la date prévue pour l'élimination des documents. La période de rétention des documents est d'un an suivant l'expiration du permis pour tous les documents, sauf les documents de formation des travailleurs qui doivent être gardés pour trois ans suivant le départ du travailleur et pour les résultats de dosimétrie qui doivent être conservés pour cinq ans.

SECTION 12

ACCIDENTS, INCIDENTS ET PROCÉDURES

Tous les incidents décrits dans la présente section, sauf les déversements mineurs, doivent être rapportés immédiatement à l'agent de service de la CCSN (1-844-879-0805). Un rapport doit aussi être soumis dans les 21 jours suivant l'incident.

12.1 Intervention d'urgence : plus de 100 QE

Pour tout incident ou accident dont l'ampleur ou la gravité nécessite une intervention d'urgence, l'utilisateur de matières radioactives et d'appareils producteurs de radiations doit :

- faire évacuer le lieu de l'accident ;
- **appeler la sécurité qui avise ensuite le responsable de la radioprotection**, lequel :
 - consignera dans un rapport les coordonnées de toutes les personnes visées par l'incident ;
 - informera, selon le cas, le médecin et les ambulanciers que des matières radioactives sont en cause ;
 - établira la nature de l'exposition (accidentelle sans contamination, contamination corporelle ou environnementale, feu, explosion, etc.) ;
 - informera le responsable du laboratoire dans les meilleurs délais
 - avisera immédiatement la CCSN et leur soumettra par écrit un rapport d'incident dans un délai de 21 jours.
 - coordonne la décontamination en suivant la procédure sur les déversements de radio-isotopes affichée au laboratoire (**Annexe VII**).

12.2 Incident ou accident mineur : moins de 100 QE

Pour tout incident ou accident mineur causé par des matières radioactives ou par des appareils producteurs de radiations, tels l'exposition involontaire à un environnement contaminé ou l'ingestion et l'inhalation de matériel radioactif, l'utilisateur doit suivre la procédure sur les déversements de radio-isotopes affichée au laboratoire (**Annexe VII**).

Une fois la situation sous contrôle, il en avise le responsable du laboratoire ainsi que le RRP. Le responsable du laboratoire devra s'assurer de mettre en place les correctifs nécessaires pour éviter tout incident similaire.

12.3 Décontamination corporelle

12.3.1 Contamination interne

À la suite d'inhalation de matières radioactives, il faut obliger la personne à tousser et à se

moucher immédiatement. Conserver les expectorations et les sécrétions nasales aux fins d'examen.

En cas d'ingestion accidentelle de matières radioactives, rincer immédiatement la bouche avec beaucoup d'eau et informer le médecin traitant.

12.3.2 Contamination externe, non fixée

La meilleure façon d'enlever la contamination non fixée est de se laver avec de l'eau et du savon doux. On recommande aussi de décontaminer les yeux en utilisant beaucoup d'eau ou une solution médicale approuvée. Il faut enlever tout vêtement contaminé et le jeter dans un contenant de récupération.

12.3.3 Contamination de la peau

Les contaminations de la peau doivent être rapportées à la CCSN. Les exigences imposées aux titulaires de permis dans le cas d'évènements entraînant une contamination de la peau sont présentées dans l'article de la DRSN disponible à l'adresse suivante :

<http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/pdfs/cnsc-expectations-for-licensee-response-during-skin-contamination-events-fra.pdf>

12.4 Décontamination environnementale

La procédure de décontamination d'un site varie en fonction de l'état, de l'activité et du volume de matière radioactive.

12.4.1 Contamination non fixée (poussière ou aérosol)

- se munir de masques respiratoires efficaces ou d'un appareil de respiration autonome, si nécessaire ;
- limiter la propagation en fermant les issues ;
- laisser fonctionner la hotte ;
- procéder à la décontamination par lavage à l'eau avec un savon approprié ou avec un solvant et des serviettes jetables ;
- éviter d'étendre la contamination ;
- vérifier le taux de contamination ;
- répéter l'étape de décontamination jusqu'à ce que le taux de contamination des surfaces de travail et des autres surfaces soit respectivement égal ou inférieur à 30 Bq/cm² et 3 Bq/cm² pour une surface de 100 cm² ;
- consigner les résultats dans un registre ;
- récupérer tout le matériel utilisé ainsi que l'équipement de protection individuel jetable selon la procédure décrite à la section 10.3 ;

- informer le RRP.

12.4.2 Contamination fixée

- mesurer le débit de dose et s'assurer que la dose équivalente ne dépasse pas 50 mSv/an aux extrémités ;
- apposer sur la surface contaminée un autocollant « Matières radioactives », identifiant le contaminant et son activité ;
- mettre en place du blindage, si nécessaire.

12.5 Perte ou vol

En cas de perte ou de vol de substances nucléaires, appeler la sécurité qui avise ensuite le RRP.

12.6 Procédure pour le dépassement des limites de dose¹⁸

Le titulaire de permis qui apprend qu'une dose de rayonnement reçue par une personne, un organe ou un tissu, ou engagée à leur égard, peut avoir dépassé une limite de dose applicable qui est prévue aux articles 13 ou 14 du Règlement sur la radioprotection¹⁹ :

- a. avise immédiatement la personne et la CCSN de la dose ;
- b. exige de la personne qu'elle cesse tout travail susceptible d'augmenter la dose ;
- c. fait enquête pour établir l'ampleur de la dose et les causes de l'exposition ;
- d. dégage et prend les mesures nécessaires pour éviter qu'un incident semblable se reproduise ;
- e. dans les 21 jours après avoir pris connaissance du fait, informe la CCSN des résultats ou du progrès de l'enquête.

¹⁸ Article 16 de la référence (3)

¹⁹ Articles 13 et 14 de la référence (3)

ANNEXE I

QUANTITÉS D'EXEMPTION DE QUELQUES RADIO-ISOTOPES

Substance nucléaire radioactive	Activité massique (Bq/g)	Activité (Bq)
Américium 241	1×10^0	1×10^4
Américium 242	1×10^3	1×10^6
Calcium 45	1×10^4	1×10^7
Calcium 47	1×10^1	1×10^6
Carbone 14	1×10^4	1×10^7
Chrome 51	1×10^3	1×10^7
Hydrogène 3	1×10^6	1×10^9
Iode 125	1×10^3	1×10^6
Iode 131	1×10^2	1×10^6
Phosphore 32	1×10^3	1×10^5

Extrait du Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement. CCSN. Mars 2015.

ANNEXE II

CLASSIFICATION DES RADIO-ISOTOPES

Classe	Radio-isotope
Classe A	Tous les émetteurs alpha et leur descendance Na-22, Na-24, Co-60, Zn-65, Ir-192, Ta-182
Classe B	F-18, Sc-46, Co-58, Fe-59, Ga-67, As-74, Se-75, Br-82, Rb-84, Sr-85, Rb-86, Sr-90, Nb-95, In-111, Sn-113, In-114m, Sn-123, I-131, Gd-153, Sm-153, Au-198, Hg-203
Classe C	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Cl-36, Ca-45, Cr-51, Co-57, Ni-63, Kr-81m, Sr-89, Y-90, Nb-98, Tc-99, Tc-99m, Ru-103, Cd-109, I-123, I-125, Xe-127, Xe-133, Ce-144, Yb-169, Re-186, Re-188, Au-195m, Tl-201

ANNEXE III
FORMULAIRE DE DEMANDE D'AUTORISATION INTERNE

**FORMULAIRE D'AGRÉMENT POUR L'UTILISATION DE PRODUITS RADIOACTIFS
(scellés ou non-scellés)
À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI**

S.V.P., remplir le formulaire, garder une copie dans vos registres et envoyer une copie par courriel au vice-rectorat aux affaires administratives et aux ressources (VRAAR).

Pour toute question, contacter un responsable de la radioprotection (RRP)

1. Date de la demande: _____

Nom du demandeur: _____

Titre ou statut: _____ Département: _____

Nom du laboratoire de recherche: _____

N° de local du responsable: _____ Poste téléphonique: _____

2. Titre du projet: _____

Date souhaitée du début du projet: _____ Nombre de mois estimé: _____

3. S'agit-il d'une source intégrée dans un appareil?

Oui / Non Si oui, lequel? _____

4. Indiquer tous les locaux d'utilisation et ceux d'entreposage.

Locaux d'utilisation	Local d'entreposage des sources ou jauges
Espace Réservé	

5. Si des manipulations ou l'entreposage de radio-isotopes sont présentement effectués pour les présents locaux pour un projet autre que celui-ci, veuillez cocher ici

6. Indiquer les radio-isotopes nécessaires au projet:

Radio-isotope (ex. : ¹⁴ C, ³ H, ³² P, ¹²⁵ I, etc.)	Nom du produit	Nom du fournisseur et numéro de catalogue	Quantité maximale, (toutes les sources d'un même isotope y compris les déchets dans un même lieu d'utilisation) en possession en MBq)	Classification du local (selon le GD-52, à l'usage du RRP)

Ajouter des lignes si nécessaires

7. Dernière formation en radioprotection que vous avez suivie:

Nom du cours	Quelle institution	Mois/an

8. Noms de toutes les personnes occupant les locaux visés et spécifier ceux qui manipuleront les matières radioactives:

(Si nécessaire, ajouter une feuille en annexe)

Pavillon-Local	Nom complet	Statut (étudiant, technicien, professionnel)	Cocher s'il manipule	Formation en radioprotection reçue dans les derniers 3 ans (oui ou non)

Ajouter des lignes si nécessaires

9. Les locaux sont pourvus de matériel pour faire face à un déversement mineur (moins de 100 fois la quantité d'exemption) ou une décontamination de surface? Oui Non

10. Décrivez brièvement votre protocole utilisant des radio-isotopes. On devrait mettre l'emphase sur les aspects de la sécurité:

Prendre tout l'espace requis

11. Quelle(s) quantité(s) (activité en Bq) de matière radioactive sera utilisée dans une expérience typique et à quelle fréquence?

Prendre tout l'espace requis

12. Décrivez le genre de déchets qui seront produits dans votre recherche en spécifiant la forme physique et chimique et indiquer tout autre source de déchet (ex.: scintillant inflammable):

Prendre tout l'espace requis

Signature du demandeur: _____

Nom en lettre moulée: _____

Le formulaire modifiable est disponible auprès d'un RRP.

RAPPORT DU RESPONSABLE DE LA RADIOPROTECTION POUR L'UTILISATION DE PRODUITS RADIOACTIFS (scellés ou non-scellés)

Le responsable de la radioprotection (RRP) a vérifié que les conditions énumérées à la section 6.2 du guide de radioprotection sont respectées. Le/la vice-recteur.trice aux affaires administratives et aux ressources (VRAAR) accorde l'autorisation, d'utilisation et d'entreposage des produits radioactifs (scellés ou non-scellés).

Signature du RRP

Signature : _____

Date : _____

Commentaires :

Approuvé par le/la VRAAR

Signature : _____

Date : _____

Date d'expiration : _____

Signature de la personne responsable : _____

Date : _____

ANNEXE IV

CLASSIFICATION DES LABORATOIRES

Les affiches de sûreté pour la classification des laboratoires sont disponibles en format électronique à l'adresse suivante :

<http://suretenucleaire.gc.ca/fra/nuclear-substances/licensing-nuclear-substances-and-radiation-devices/index.cfm#posters>

Le titulaire de permis est responsable de compléter, imprimer et afficher les affiches applicables.

ANNEXE V

LIGNES DIRECTRICES POUR LA MANUTENTION DES COLIS RENFERMANT DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES (INFO-0744)


L'affiche de sûreté pour les lignes directrices pour la manutention des colis renfermant des substances nucléaires (INFO-0744) est disponible en format électronique à l'adresse suivante :

http://nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/I0744_f.pdf

Le titulaire de permis est responsable de compléter, imprimer et afficher les affiches applicables.

ANNEXE VI

ÉTIQUETTE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

No. déchet : ○ # _____		
DÉCHETS RADIOACTIFS		
 Rayonnement – Danger – Radiation		
Liquide à scintillation <input type="checkbox"/> Aqueux non toxique <input type="checkbox"/> Solide <input type="checkbox"/>		
Indiquer tout autre catégorie de danger		
<i>Inflammable</i> <input type="checkbox"/> <i>Comburant</i> <input type="checkbox"/> <i>Corrosif</i> <input type="checkbox"/> <i>Gaz comprimé</i> <input type="checkbox"/> <i>Toxique</i> <input type="checkbox"/> <i>Réactif</i> <input type="checkbox"/> <i>Infectieux</i> <input type="checkbox"/>		
Local et pavillon : _____ Responsable : _____		
Date	Isotope	Activité (kBq)
Urgence : 5015		Aide : 5670 ou 2432
Usage réservé	Date de cueillette	:
Décroissance	Poids	Bq/kg, cueillette
Date prévue	Date disposée	Bq/kg, disposition
Commentaires : _____ _____ _____		
Université du Québec à Chicoutimi		
Copie du laboratoire		

ANNEXE VII

PROCÉDURES EN CAS DE DÉVERSEMENT

L'affiche de sûreté pour les procédures en cas de déversement est disponible en format électronique à l'adresse suivante :

<http://suretenucleaire.gc.ca/fra/nuclear-substances/licensing-nuclear-substances-and-radiation-devices/index.cfm#posters>

Le titulaire de permis est responsable de compléter, imprimer et afficher les affiches applicables.

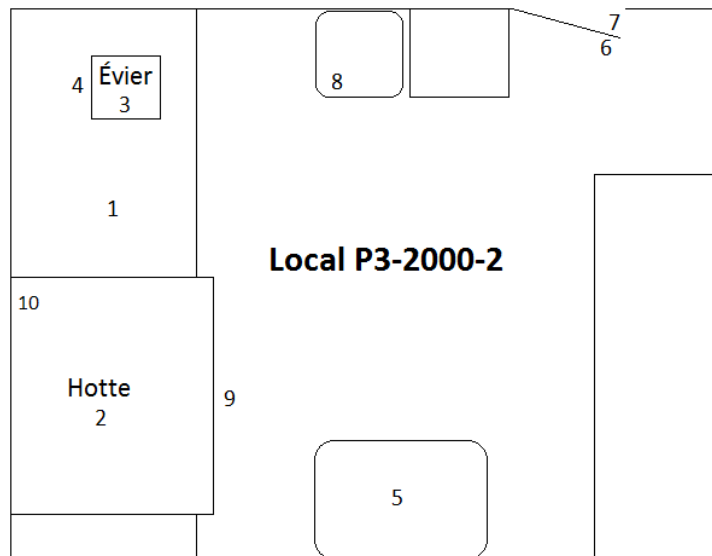
ANNEXE VIII
FORMULAIRE D'INVENTAIRE ET DE TRAÇABILITÉ DES SUBSTANCES NUCLÉAIRES
NON SCELLÉES

Formulaire d'inventaire et de traçabilité des substances nucléaires non scellées

(1 feuille par flacon ou source radioactive)

Université du Québec à Chicoutimi		Responsable du laboratoire : _____				
Date de réception (jj/mm/aa) :	Isotope :	Composé :	Colis pris en charge par :			
# bon de commande :		Volume (ex. 50 µL) :	Colis reçu en bon état : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>			
# code du produit :	# de lot :	Indice de transport sur l'emballage :	Frottis à l'intérieur de l'emballage Bq/cm ² :			
Date de fabrication (jj/mm/aa) :	Activité en Bq à la date de fabrication :		Frottis sur le contenant primaire Bq/cm ² :			
Date (jj/mm/aa)	Utilisateur	Quantité prélevée	Quantité résiduelle	Forme des déchets ¹	Quantité (%) dans les déchets	Date d'évacuation
¹ Forme des déchets		Commentaires				
A = Aqueux O = Solvant organique S = Solide M = Matière absorbante						

ANNEXE IX
REGISTRE D'INSCRIPTION POUR LE CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION APRÈS
EXPÉRIMENTATION



Salle/laboratoire :		Seuil d'intervention : cpm = 0,5 Bq/cm ² au compteur à scintillation. (si dépassé -> décontaminer, recompter et consigner)		
Vérificateur(trice) :				
N°	Endroit essuyé	Comptage initial	Recomptage après décontamination	Notes
0	Fond			
1	Dessus de la paillasse			
2	Intérieur de la hotte			
3	Évier			
4	Robinet			
5	Compteur à scintillation			
6	Poignée intérieure			
7	Poignée extérieure			
8	Réfrigérateur			
9	Plancher - hotte			
10	Contenant à déchets			
11	Optionnel			
12	Optionnel			
13	Optionnel			
14	Optionnel			
15	Optionnel			

ANNEXE X
REGISTRE POUR SOURCES SCELLÉES

Fabricant :				Nom et numéro du modèle :			
Radio-Nucléide	Taille de la source	Date d'essai	Numéro de série	Lieu	Date de réception	Date de transfert	Transféré à

ANNEXE XI
REGISTRE D'ÉVACUATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

ANNEXE XII

SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION

Les consignes générales pour assurer la surveillance et le contrôle de la contamination radioactive sont disponibles dans le *Guide de présentation d'une demande de permis : Substances nucléaires et appareils à rayonnement (annexe BB) REGDOC-1.6.1* en format électronique à l'adresse suivante :

<http://nuclearsafety.gc.ca/fra/acts-and-regulations/regulatory-documents/>

ANNEXE XIII
VÉRIFICATION DE LA CONTAMINATION (SUPPLÉMENT)

Le chapitre 4 et l'annexe XII donnent suffisamment d'information quant aux exigences et aux méthodes permettant d'exercer un contrôle efficace de la contamination. Cette annexe ajoute quelques commentaires supplémentaires d'ordre pratique.

Choix du compteur

L'annexe XII oriente votre choix du compteur à utiliser selon le radio-isotope. Avant d'arrêter votre choix sur un compteur, il faut vous assurer qu'il est capable de mesurer un niveau de 0,5 Bq/cm² ou de 50 Bq/frottis (de 100 cm²) au-dessus du bruit de fond; sinon, il faudra choisir une méthode plus sensible.

Considérant l'équipement standard disponible dans nos laboratoires, les choix recommandés sont :

Isotopes bêta de faible énergie (H-3, C-14, S-35, etc.)

Les compteurs à scintillation liquide sont le meilleur choix dans ce cas.

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 contaminamètre doit être capable de mesurer le bruit de fond et devrait avoir une fenêtre d'au moins 10 cm² (diamètre de 3,5 cm) ou de préférence plus grande.

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 détecteur 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 de vos locaux si vous êtes une utilisatrice ou un utilisateur régulier de ce type de radioisotopes (ex : contrôle de l'iode-125 par une sonde NaI avec fenêtre mince).

Rappelons 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.

ANNEXE XIV
PROGRAMME DE FORMATION

Les RRP doivent être formés par un(e) expert(e) dans le domaine de la radioprotection et mettre à jour leurs connaissances à tous les 5 ans.

Une formation de base en radioprotection est offerte aux nouveaux utilisateurs exposés aux rayonnements dans le cadre de leur travail, laquelle doit être suivie à nouveau après 3 ans. Par ailleurs, le RRP doit informer les travailleurs dès qu'il y a des changements/modifications aux procédures et aux règlements.

La formation de base devrait comprendre les sujets ci-dessous. Certains de ces sujets pourraient aussi servir de base à un programme de formation pour celles et ceux qui sont exposés occasionnellement aux rayonnements :

Introduction

Le rayonnement

Les sources naturelles de radioactivité

Les sources artificielles

Connaissances fondamentales

La radioactivité et la loi de la désintégration

Les caractéristiques du rayonnement ionisant

L'interaction des rayonnements avec la matière

Les unités de désintégration

Dosimètres individuels et moniteurs

Les principes de base des détecteurs de rayonnements

L'interaction avec les radioprotectionnistes

Les appareils de contrôle-étalonnage et limites

Exposition aux rayonnements

Les unités de doses de rayonnement

Les effets biologiques des rayonnements ionisants

L'établissement des équivalents de doses

Les modes d'expositions (interne et externe)

Considérations spéciales sur l'exposition des femmes en âge de procréer

Radioprotection

Les principes de la radioprotection : temps, distance, blindage

Les programmes et procédures de contrôle des rayonnements (biodosage, dosimètre-thermoluminescents)

Le contrôle de la contamination, les vêtements protecteurs, la conception des lieux de travail

La décontamination du personnel

Les procédures en cas d'urgence

Les précautions à prendre au sujet de certains radio-isotopes (phosphore 32, iode 125, etc.)

Les épreuves d'étanchéité

Programme de radioprotection

Les responsabilités des usagères, usagers et de l'établissement

La procédure d'achat des matières radioactives

La réception et l'entreposage des matières radioactives

L'inventaire et le contrôle des stocks

La gestion des déchets radioactifs

Les autorisations internes d'utilisation de matières radioactives

Le Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement (transport, emballage, conception des laboratoires, etc.)

Transport des matières dangereuses (TMD classe 7) – Rappel de formation aux 3 ans

Classification

Emballage

Indications de danger

Documents d'expédition

Précautions particulières

Rapports sur un cas de danger

Mesures d'urgence

Mode d'utilisation de l'équipement

Utilisation de l'équipement de sécurité

ANNEXE XV

VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS DE DÉTECTION DU RAYONNEMENT

Contaminamètres

Points à vérifier régulièrement :

1. état des piles
2. connexion du fil électrique
3. tension (HV)
4. fonction audio
5. efficacité de comptage selon l'isotope utilisé*

* Pour estimer l'efficacité, on peut préparer un standard en contaminant un frottis avec une quantité connue soit 0,1 μCi . En sachant que $1 \mu\text{Ci} = 2,22 \times 10^6 \text{ DPM}$, nous sommes en mesure d'appliquer la formule suivante :

% efficacité = valeur expérimentale du standard en CPM / valeur calculée du standard en DPM

Radiamètres

Vérifications préopérationnelles :

1. état des piles
2. état de l'appareil
3. date d'étalonnage

ANNEXE XVI
FORMULAIRE DE DÉCLARATION POUR LES DISPOSITIFS ÉMETTANT DES
RADIATIONS

Université du Québec à Chicoutimi
Formulaire de déclaration pour les dispositifs émettant des radiations

Identification de la personne responsable du dispositif

Nom
Titre
Poste téléphonique
Adresse courriel

Description du dispositif émettant des radiations

Marque	Modèle	Autres détails pertinents (ex. : voltage)	Localisation à l'UQAC
---------------	---------------	--	----------------------------------

S'agit-il d'un appareil portatif? Oui Non

Certification des opérateurs (si applicable) *					
Nom de l'opérateur	Matricule RNCAN	Méthode	Niveau	Date certification	Date expiration

* Joindre une copie de la carte de certification émise par *Ressources naturelles Canada* pour chaque opérateur.

ANNEXE XVII
RAPPORT DE VÉRIFICATION INTERNE

RADIOPROTECTION : Rapport de vérification interne

Date : _____ Local : _____
 Personne responsable : _____
 Inspecteur(trice) : _____

#	Description	Conforme	Non conforme	Sans objet	Commentaires	À corriger immédiatement	À corriger prochainement	Mesures correctives	Échéancier du responsable
1	Inventaire et localisation des substances nucléaires								
2	Affichage approprié et lisible								
3	Port des DTL et bagues dosimètre								
4	Dépistage thyroïdien est effectué								
5	Vérification des registres de vérification de contamination								
6	Contrôle des substances nucléaires (seulement accessible par les travailleurs autorisés)								
7	Procédures de radioprotection disponibles à tous les travailleurs								
8	Port de vêtements de protection								
9	Bonne utilisation des radiamètres et contaminamètres								
10	Bon fonctionnement de la hotte								
11	Vérification des débits de dose des salles de stockage et des surfaces de travail								
12	Bonnes pratiques de laboratoire sont suivies, tel que pas de nourriture ou de breuvage								

Autres recommandations :

RÉFÉRENCES

Liens révisés le 9 septembre 2022

1. Loi : sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN)
<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/N-28.3/>
2. Règlement : Général sur la sûreté et la réglementation nucléaires (RGSRN)
<http://lois-laws.justice.gc.ca/PDF/SOR-2000-202.pdf>
3. Règlement : La radioprotection (RR)
<http://lois-laws.justice.gc.ca/PDF/SOR-2000-203.pdf>
Quelques documents d'application du RR :
4. RD-58 Dépistage de l'iode radioactif déposé dans la thyroïde, juillet 2008
http://www.cnsccsn.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/RD-58_pdf_f.pdf
5. REGDOC-2.7.1 Radioprotection, juillet 2021
https://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/pdfs/regulatory-documents/regdoc2-7-1/REGDOC-2_7_1_Radioprotection_2021.pdf
6. GD-52 Guide de conception des laboratoires de substances nucléaires et des salles de médecine nucléaire, mai 2014
http://www.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
7. Règlement : Les substances nucléaires et les appareils à rayonnement (RSNAR)
<http://lois-laws.justice.gc.ca/PDF/SOR-2000-207.pdf>
Quelques documents d'application du RSNAR :
8. Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire, Guide de présentation d'une demande de permis : Substances nucléaires et appareils à rayonnement (Annexe AA), Attentes réglementaires relatives aux épreuves d'étanchéité des sources scellées (Avril 2017)
http://www.nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/REGDOC-1-6-1-Licence-Application-Guide-Nuclear-substances-and-Radiation-Devices-version2-fra.pdf
9. Règlement : L'emballage et le transport des substances nucléaires (RETSN)
<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2015-145>
10. Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire, Livret d'information sur la radionucléides (février 2017)
http://www.nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/Radionuclide-Information-Booklet-2016-fra.pdf
11. Santé Canada, Services nationaux de dosimétrie
<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/occup-travail/radiation/dosim/index-fra.php>

12. Politique de radioprotection, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), mai 2012.
http://www.ugac.ca/direction_services/secretariat_general/manuel/5/071.pdf
13. Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire, Introduction au rayonnement
<https://www.cnsccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/index.cfm>
14. Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), Radiation, People and the Environment
<https://www.iaea.org/sites/default/files/radiation0204.pdf>
15. [LaRadioactivite.com](http://www.laradioactivite.com) - *Un site expliquant ce qu'est la radioactivité, réalisé par des chercheurs du CNRS.*
<http://www.laradioactivite.com>
16. Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire, Manuel à l'intention des responsables de la radioprotection, Partie A, INFO-0718, octobre 2000
http://nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/10718f.pdf