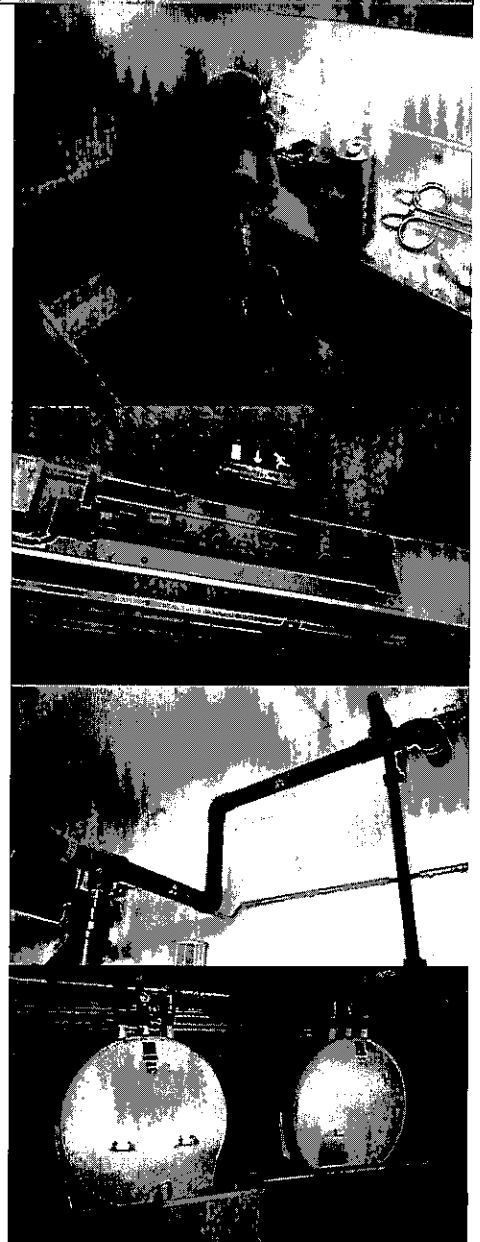




PLAN DE GESTION DES DÉCHETS ET EFFLUENTS RADIOACTIFS

**VERSION 2016
(PROJET V.5bis)**



INTRODUCTION

Le présent document a pour objet de définir les modalités de production, de collecte, de gestion et de contrôle des déchets et effluents radioactifs au sein des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. Il ne concerne pas la gestion des sources radioactives usagées, qui fait l'objet de procédures spécifiques (sources scellées usagées, générateurs de radionucléides,...).

Son contenu est défini par l'arrêté du 23 juillet 2008 portant homologation de la décision n° 2008-DC-0095 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 janvier 2008, fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, prise en application des dispositions de l'article R. 1333-12 du Code de la santé publique.

Outre la description des dispositions techniques relatives à la gestion des déchets et effluents, ce plan doit également permettre d'identifier les points de non-conformité ou d'amélioration et conduire à la mise en place d'un plan d'actions interne. Il tient également compte notamment, le cas échéant, des synthèses d'inspection de l'Autorité de Sûreté Nucléaire et des rapports de contrôles techniques externes périodiques réalisés par un organisme agréé.

Le présent document annule et remplace le plan de gestion des déchets et effluents approuvé le 19 mai 2011 par le chef d'établissement. Il entre en vigueur le *[à préciser]*. Le plan de gestion, ainsi que les plans d'actions associés, font l'objet d'une mise à jour dès que cela est nécessaire et a minima avec une périodicité annuelle.

RÉDACTION	VALIDATION	APPROBATION
	<i>[à préciser]</i>	<i>[Chef d'établissement]</i>
	<i>[date à préciser]</i>	<i>[date à préciser]</i>

SUIVI DES MODIFICATIONS PAR RAPPORT AU PLAN PRÉCÉDENT (PROJET 2016 V4)

Page	Section	Description
Pages 7	Partie 2.1 (§2) tableau 2	Rajout du gallium 68 et d'une note de justification en bas de tableau sur la nécessité d'évacuation des déchets par l'ANDRA.
Page 10	Tableau 4	Rajout du gallium 68 dans les catégories PH et PA, ainsi qu'une note en bas de tableau sur les types de déchets issu du gallium 68 pouvant être gérés par décroissance et ceux devant être évacués par l'ANDRA.
Page 12	Partie 3.1 section 3.2.1	Rajout d'un paragraphe relatif à la gestion des filtres équipant les enceintes de manipulation blindées et les hottes à flux laminaire.
Page 13	Partie 3.2 section 3.2.2	Rajout d'une section relative au contrôle et stockage des déchets au gallium 68 dans l'UF 6236 (T > 100 jours). Cette partie donne notamment une justification des modalités de gestion de ces déchets.
Page 18	Partie 5.2 section 5.2.2	Rajout d'une section relative aux déchets radioactifs générés dans les blocs opératoires de l'Hôpital de Haute-pierre lors des exérèses du ganglion sentinelle.
Page 29	Plans d'actions correctives	Mise à jour de l'action corrective A3 (date prévisionnelle d'installation d'un dispositif de captation des aérosols technéciés au plus près du patient dans le service du Nouvel Hôpital Civil) et C2 (réalisée).
Page 39	Annexe A2, parties A2.1 et A2.2	Rajout du gallium 68 sur la signalétique de tri des déchets (catégories PH et PA) et sur la signalétique pour les locaux de stockage (PH et PA)
Page 45	Annexe A5, partie A5.2	Rajouts de deux logigrammes de gestion des déchets au gallium 68 (UF 6236), l'un pour les kits de synthèse et l'autre pour les flacons d'élutions.

1. <u>RÉGLEMENTATION ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE</u>	PAGE 5
1.1. Références réglementaires	Page 5
1.2. Inspections de l'Autorité de Sûreté Nucléaire	Page 5
1.3. Autres documents de référence	Page 5
2. <u>PRODUCTION DES DÉCHETS ET EFFLUENTS RADIOACTIFS</u>	PAGE 6
2.1. Radionucléides mis en œuvre	Page 6
2.2. Production et collecte des déchets radioactifs solides	Page 6
2.3. Production et collecte des effluents radioactifs liquides	Page 9
2.4. Production et collecte des effluents radioactifs gazeux	Page 10
3. <u>GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES</u>	PAGE 10
3.1. Tri des déchets radioactifs	Page 10
3.2. Gestion des déchets radioactifs en médecine nucléaire (UF 6236 et 2061)	Page 11
3.3. Gestion des déchets radioactifs au laboratoire d'hormonologie (ex-LEFI, UF 1351)	Page 14
3.4. Gestion des déchets radioactifs en imagerie préclinique (UF 6237)	Page 15
3.5. Gestion des déchets générés en dehors des unités de médecine nucléaire	Page 17
3.6. Détection d'un déchet radioactif en sortie d'établissement	Page 18
4. <u>GESTION DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES</u>	PAGE 19
4.1. Description des systèmes de recueil des effluents radioactifs	Page 19
4.2. Gestion des effluents radioactifs	Page 22
4.3. Contrôles des rejets aux émissaires	Page 24

5. <u>CONTRÔLES TECHNIQUES</u>	PAGE 25
5.1. Contrôles techniques relatifs aux déchets radioactifs	Page 25
5.2. Contrôles techniques relatifs aux effluents radioactifs	Page 25
6. <u>PLANS D' ACTIONS CORRECTIVES</u>	PAGE 28
Plan d'actions consécutif aux inspections de l'ASN	Page 28
<u>ANNEXES</u>	PAGE 30
A1. Zones de production et collecte des déchets radioactifs	Page 31
A2. Identification et signalétique associée aux déchets radioactifs	Page 39
A3. Locaux d'entreposage des déchets radioactifs	Page 40
A4. Registre des déchets radioactifs	Page 42
A5. Logigrammes de gestion des déchets radioactifs solides	Page 44
A6. Fiches d'information pour les unités de soins accueillant des patients injectés	Page 49
A7. Zones de production et collecte des effluents radioactifs liquides	Page 53
A8. Plans des canalisations des réseaux actifs	Page 57
A9. Implantations et schémas hydrauliques des cuves de décroissance	Page 59
A10. Logigrammes de gestion des cuves de décroissance	Page 63
A11. Risque chimique spécifique au laboratoire LBBM (UF 1320, NHC)	Page 64
A12. Localisation des émissaires de l'établissement	Page 67

ABRÉVIATIONS

ANDRA – Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs	HTPR - Hôpital de Haute-pierre
ASN – Autorité de Sûreté Nucléaire	HUS – Hôpitaux Universitaires de Strasbourg
Bq – Becquerel	LBBM – Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire
DASRI – Déchets d'Activité de Soins à Risques Infectieux	PCR – Personne Compétente en Radioprotection
DAOM – Déchets Assimilés aux Ordures Ménagères	UF – Unité fonctionnelle

Note : Dans le présent document, « unité de radiophysique et radioprotection » est abrégée en « unité de radioprotection »

1.1. RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

- **Code de la santé publique et Code du travail**
- **Arrêté du 21 mai 2010 portant homologation de la décision n°2010-DC-0175 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 4 février 2010** précisant les modalités techniques et les périodicités des contrôles prévus aux articles R. 4452-12 et R. 4452-13 du code du travail ainsi qu'aux articles R. 1333-7 et R. 1333-95 du code de la santé publique
- **Arrêté du 7 septembre 2009** fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5
- **Arrêté du 23 juillet 2008 portant homologation de la décision n° 2008-DC-0095 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 janvier 2008** fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, prise en application des dispositions de l'article R. 1333-12 du Code de la santé publique
- **Circulaire DGS/DHOS n°2001-323 du 9 juillet 2001** du ministère en charge de la santé relative à la gestion des effluents et des déchets d'activités de soins contaminés par des radionucléides
- **Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006** de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs
- **Arrêté du 16 janvier 2015** portant homologation de la décision n. 2014-DC-0463 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 octobre 2014 relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire in vivo

1.2. INSPECTIONS DE L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

- **Synthèses d'inspection ASN des 23 et 24 janvier 2014 (réf. CODEP-STR-2014-006473)**, services de médecine nucléaire de Haute-pierre et du Nouvel Hôpital Civil Références : INSNP-STR-2014-0884 (Haute-pierre) et INSNP-STR-2014-0827 (Nouvel Hôpital Civil)
- **Courrier de réponse à l'inspection des 23 et 24 janvier 2014, réf. PGIL/DE n°1064/2014 du 19/06/2014**

1.3. AUTRES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- **Guide de l'ASN n°18**, Elimination des effluents et déchets contaminés par des radionucléides dans des installations autorisées au titre du Code de la santé publique, version 26/01/2012

2.1. RADIONUCLÉIDES MIS EN ŒUVRE

Quatre unités fonctionnelles (UF), correspondant à quatre entités géographiques distinctes, ont une autorisation ASN d'utiliser des radionucléides en sources non scellées ([tableau 1](#))

La majorité des radionucléides sont utilisés dans le cadre d'activités diagnostiques in vivo mises en œuvre dans deux unités de médecine nucléaire. Il existe également des activités de radio-analyse in vitro (hormonologie) et d'imagerie préclinique sur le petit animal ([tableau 2](#)). La radiothérapie interne reste limitée à la radio-embolisation hépatique à l'yttrium 90 (SIR-SPHERE®), le traitement des lymphomes l'yttrium 90 (ZEVALIN®), le traitement des métastases osseuses au radium 223 (XOFIGO®), le traitement des tumeurs neuroendocrines de l'intestin au lutétium 177 (LUTATHERA®) et les synoviorthèses isotopiques (rhumatologie). D'autres activités de radiothérapie sont autorisées par l'ASN mais n'ont pas encore été mises en œuvre à la date de rédaction du présent document (gélules d'iode 131 en ambulatoire, Sm153 - QUADRAMET®, Sr89 - METASTRON®, Ra223-XOFIGO®).

La plupart des radionucléides ont des périodes courtes, de quelques heures à quelques jours. Les déchets et effluents correspondants sont gérés en décroissance dans des locaux adaptés (**périodes < 100 jours**). Certains radionucléides de périodes supérieures à 100 jours sont autorisés par l'ASN mais ne sont actuellement pas utilisés. Il ne subsiste à ce jour que des déchets à vie longue contaminés au tritium et au carbone 14 issues d'anciennes activités de marquage in vitro. Conformément à la réglementation en vigueur, ces déchets sont destinés à l'ANDRA.

Code UF	Libellé ¹	Autorisation ASN	Titulaire	Date	Activités
6236	Médecine nucléaire HTPR	M670013	Pr. Izzie-Jacques NAMER	06/05/2013	In vivo, in vitro, recherche biomédicale
6237	Imagerie préclinique HTPR	T670484	Dr. Philippe CHOQUET	21/07/2015	Recherche préclinique
2061	Médecine nucléaire NHC	M670001	Pr. Izzie-Jacques NAMER	25/01/2013	In vivo, in vitro, recherche biomédicale
1320	Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire ²	M670015	Dr. Thomas LAVAUX	19/09/2015	In vitro exclusivement

1. HTPR = Hôpital de Haute-pierre, NHC = Nouvel Hôpital Civil. 2. Ex-Laboratoire des Explorations Fonctionnelles In vitro (LEFI)

Tableau 1 – Unités fonctionnelles concernées par le plan de gestion des déchets radioactifs

2.2. PRODUCTION ET COLLECTE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES

Les plupart des déchets radioactifs sont également des déchets de soins à risques infectieux. Les modalités de collecte de ces déchets doivent donc à la fois respecter la réglementation relative à la radioprotection et celle relative aux déchets de soins à risque infectieux (DASRI). Le [tableau 3](#) donne les différents types de contenants et la nature des déchets qui y sont collectés. [L'annexe A1](#) donne la localisation des points de collecte des déchets solides dans les unités fonctionnelles concernées, ainsi qu'une liste des unités fonctionnelles d'hospitalisation des patients injectés en médecine nucléaire et dans lesquelles des déchets

radioactifs peuvent être potentiellement générés. On notera que la salle d'imagerie interventionnelle à HautePierre devient une zone de collecte de déchets radioactifs lors de la mise en œuvre des protocoles de radio-embolisation hépatique.

On notera que les stockeurs plombés ne sont pas des dispositifs de collecte à proprement parlé. Ils constituent des enceintes de pré-décroissance pour les flacons contenant les reliquats des préparations radiopharmaceutiques. Ces dispositifs sont justifiés par des activités volumiques élevées par rapport autres types de déchets radioactifs.

Radionucléide	Demi-vie	UF 6236 M670013	UF 6237 T670484	UF 2061 M670001	UF 1320 M670015	Utilisations	Filière de gestion
Tritium	12,3 a				X	Diagnostic in vitro (non utilisé)	ANDRA
Fluor 18	2 h	X				Diagnostic in vivo	Décroissance
Carbone 14	5730 a				X	Diagnostic in vitro (non utilisé)	ANDRA
Phosphore 32	14,3 j				X	Diagnostic in vitro (non utilisé)	Décroissance
Soufre 35	87,5 j				X	Diagnostic in vitro (non utilisé)	Décroissance
Chrome 51	27,7 j	X		X	X	Diagnostic in vivo et in vitro	Décroissance
Gallium 67	3,3 j	X	X	X		Diagnostic in vivo	Décroissance
Gallium 68	1,13 h	X				Diagnostic in vivo	ANDRA ¹
Krypton 81m	13 s	X	X	X		Diagnostic in vivo	Décroissance
Strontium 89	50,5 j			X		Thérapie ambulatoire	Décroissance
Yttrium 90	2,7 j	X				Thérapie ambulatoire	Décroissance
Technétium 99m	6 h	X	X	X		Diagnostic in vivo	Décroissance
Indium 111	2,8 j	X	X	X		Diagnostic in vivo	Décroissance
Iode 123	13,2 h	X	X	X		Diagnostic in vivo	Décroissance
Iode 125	59 j				X	Diagnostic in vitro	Décroissance
Iode 131	8 j	X		X		Diagnostic in vivo, thérapie	Décroissance
Samarium 153	46,3 h			X		Thérapie amb. (non utilisé)	ANDRA ¹
Erbium 169	9,4 j	X				Diagnostic in vivo	Décroissance
Rhénium 186	3,8 j	X				Diagnostic in vivo	Décroissance
Thallium 201	3,1 j	X	X	X		Diagnostic in vivo	Décroissance
Radium 223	11,4 j	X				Thérapie ambulatoire	Décroissance ²

1. Bien que la demi-vie du Ga68 soit inférieure à 100 jours, les déchets correspondants sont évacués vers l'ANDRA en raison de la contamination des éluats par le germanium 68 parent, dont la demi-vie est de 271 jours. Il en est de même pour le samarium 153 du fait de la présence dans les déchets d'euporium 154 (demi-vie de 8,6 ans) induit par le processus de fabrication.

2. Le radium 223 est contaminé par l'actinium 227, issu du processus de fabrication (période 21 ans). Le taux de contamination étant très faible, il n'est pas demandé d'évacuation des déchets vers l'ANDRA (courrier ASN CODEP-DIS-2013-035775 du 30/08/2013).

Tableau 2 – Radionucléides utilisés ou potentiellement utilisables dans les différentes unités fonctionnelles

Indépendamment des systèmes de tri des déchets par périodes radioactives (voir partie 3.1), le choix des protections radiologiques dans lesquelles sont placés les collecteurs de déchets doit tenir compte des caractéristiques radiologiques des différents radionucléides afin de réduire l'exposition des travailleurs au niveau le plus faible possible. Les collecteurs situés en dehors des protections plombées ne sont autorisés par l'unité de radioprotection que pour des déchets contenant des radionucléides de faibles énergies, de très faibles activités ou émetteurs bêta et dont le stockage ne modifie pas les conditions d'exposition dans les locaux où ils sont présents. En dehors des fûts ANDRA (tritium ou carbone 14), seule l'UF 1320, qui met en œuvre de l'iode 125 avec des faibles activités ainsi que les déchets émetteurs bêta produits en salle interventionnelle VASC 1 lors des protocoles de radioembolisation hépatique sont concernés par cette disposition.

Enfin, dans les locaux où sont manipulées des substances radioactives, les poubelles pour déchets assimilés à des ordures ménagères (DAOM) sont limitées afin d'y éviter la présence par inadvertance de matériel contaminé pouvant induire une exposition inutile aux rayonnements pour le personnel. Leurs présences sur les chariots d'injection est à proscrire.

Type de contenant	UF 6236 (M670013) Médecine nucléaire	UF 2061 (M670001) Médecine nucléaire	UF 6237 (T670484) Imagerie préclinique	UF 1351 (M670015) Analyse In vitro
Poubelles non Pb (carton à verrerie)	SO	SO	SO	Flacons d'analyse, pipettes usagées, papier absorbant
Poubelles Pb ¹	Gants à usage unique, compresses, cotons et pansements usagés, seringues sans leurs aiguilles, cathéters, papiers absorbants,...		Matériel similaire + litières et cadavres d'animaux	SO
Stockeurs Pb	Flacons des préparations radiopharmaceutiques (reliquats)		SO	SO
Collecteurs Pb ¹	Aiguilles des seringues d'injection, autres déchets tranchants ou piquants potentiellement contaminés			SO
<i>1. Les enceintes blindées de manipulations des produits radiopharmaceutiques contiennent également des équipements dédiés à la collecte des déchets radioactifs.</i>				

Tableau 3 – Production des déchets radioactifs solides

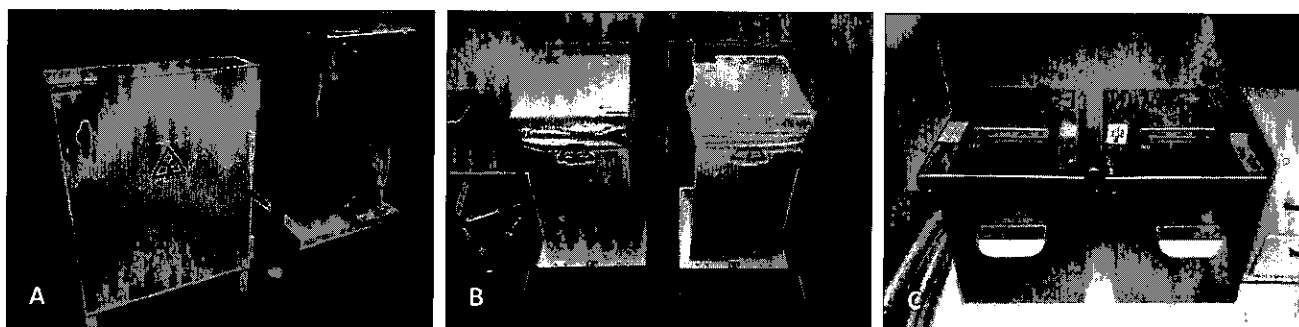




Fig.1 – Contenants pour déchets radioactifs solides

- A. Stockeurs blindés pour la pré-décroissance des reliquats radiopharmaceutiques
- B. Poubelles plombées au sol
- C. Collecteurs à aiguilles sur chariot d'injection
- D. Carton à verrerie DASRI

2.3. PRODUCTION ET COLLECTE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

2.3.1. Unité de médecine nucléaire (UF 6236 et 2061)

Les effluents radioactifs liquides générés par des activités de médecine nucléaire in vivo sont :

- **Les urines et selles des patients** injectés par des radionucléides collectées par des toilettes « chaudes » dédiées et dans une moindre mesure par des lave-bassins.
- **Les eaux de lavage** des matériels (protège-flacons, protège-seringues, verrerie, plateaux, pistolets,...), des mains des patients dans les toilettes chaudes et de décontamination des mains du personnel en cas d'incident.

Les urines et les selles, dont les volumes et les activités sont les plus importants, sont rejetées dans le réseau sanitaire après passage par des fosses septiques pour bénéficier d'une décroissance / dilution. L'évacuation vers le réseau sanitaire est passive par trop plein. Les eaux de lavage, de faibles volumes et activités, sont collectées dans des éviers bien identifiés et reliés à un système de double cuve fonctionnant alternativement en remplissage et en décroissance.

2.3.2. Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire (ex-LEFI, UF 1320)

Ce laboratoire réalisant des activités exclusivement in vitro, un système de récupération d'urines est sans objet. Le laboratoire dispose de son propre réseau actif avec deux cuves de décroissance associées. Les effluents qui y sont déversés, de faibles volumes mais d'activités volumiques élevées, sont essentiellement issus des opérations de siphonage des résidus d'analyse après comptage et secondairement par les opérations de nettoyage du petit matériel (verrerie, pipettes, plateaux,...).

2.3.3. Unité d'imagerie préclinique (UF 6237)

Les activités de recherche préclinique in vivo sur le petit animal ne rendent pas nécessaire des dispositifs de recueil d'urines. Ces dernières, de très petits volumes, sont absorbés par les litières qui sont gérées comme des déchets solides.

En revanche, cette activité produit des eaux de lavages similaires à celles des unités de médecine nucléaire. L'unité d'imagerie préclinique est donc également équipée d'un système d'éviers identifiés relié à un réseau actif commun avec celui de l'UF 6236. L'ensemble des dispositions décrites dans la partie 2.3.1 reste donc valable pour cette activité.

2.4. PRODUCTION ET COLLECTE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX

Les examens de ventilation pulmonaire sont essentiellement des examens réalisés en urgence par l'UF 2061 et plus marginalement par l'UF 6236 (krypton uniquement). On distingue les protocoles suivants :

- **KRYPTOSCAN** - Aucun système de prélèvement de gaz ou d'aérosols n'est nécessaire compte tenu de la très faible période du krypton 81m (13 s).
- **TECHNEGAS (UF 2061 uniquement)** - Utilisé uniquement en cas de pénurie de krypton ou pour des indications médicales spécifiques. Les effluents gazeux sont des aérosols de fuite Tc99m issus du dispositif de ventilation et du masque respiratoire du patient.

Ces aérosols marqués au technétium 99 m, de période 6 heures, peuvent induire des contaminations externes et internes non négligeables en l'absence d'un système de confinement dynamique. Dans le local dédié à la réalisation de ces examens, un système d'aspiration au plus près de la source (type cône de prélèvement) est nécessaire.

3

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES

3.1. TRI DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Dans leurs zones de production les déchets radioactifs solides sont triés selon quatre catégories de radionucléides définies sur la base de leurs périodes radioactives (tableau 4). Elles font l'objet d'une signalétique spécifique affichée sur les différents collecteurs de déchets et que l'on retrouve également dans les lieux de stockages primaires et secondaires (annexe A2).

Des radionucléides de catégories différentes peuvent être collectés dans des mêmes contenants si les radionucléides correspondants ne sont pas utilisés le même jour. En revanche, le mélange de radionucléides, qui doit rester exceptionnel, est toléré uniquement en cas d'impossibilité technique de réaliser un tri (enceintes blindées de manipulation notamment).

Catégories	Désignation	Radionucléides	Activités	Volume
PH	Périodes en heures	F18, Ga68 ¹ , Tc99m, I123	Importantes	Elevé
PJ	Périodes en jours	P32, Ga67, Y90, In111, I131, Er169, Rh186, Tl201, Ra223	Importantes	Elevé
PM	Période en mois	S35, Cr51, Sr89, I125	Faible	Faible
PA	Période en années	Tritium H3, C14, Ga 68 ² , Sm153 ³	Faible	Faible
<ol style="list-style-type: none"> 1. Uniquement les déchets courant issus de la manipulation des sources (gants, champs de protection, compresses...) 2. Uniquement les flacons d'élution et les kits de synthèses, en raison d'une contamination des éluats par le germanium 68 parent. 3. En raison de la présence d'euporium 154 (période 8,6 ans) induit par le processus de fabrication du Sm153. 				

Tableau 4 – Catégories de radionucléides pour le tri des déchets radioactifs solides

3.2. GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS DANS LES UNITÉS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE (UF 6236 ET 2061)

3.2.1. Contrôle et stockage des déchets T < 100 jours

Lorsque les contenants à déchets sont pleins et au moins une fois par semaine, les sacs et boîtes DASRI sont placés par les manipulateurs radio ou les préparateurs en pharmacie dans un local de stockage primaire pour éviter une gestion en flux tendu (fig. 2A). Pour des raisons de radioprotection et étant donné leurs fortes activités volumiques, les flacons contenant les reliquats des préparations radiopharmaceutiques subissent une pré-décroissance dans des stockeurs plombés situés près de leurs lieux de production selon les procédures en vigueur dans le secteur de la radiopharmacie. Ils sont ensuite reconditionnés dans une boîte DASRI avant transfert vers le stockage primaire, où ils rejoignent les autres déchets radioactifs.

Au moins deux fois par mois et selon les besoins du service, un technicien de l'unité de radioprotection achemine l'ensemble des déchets vers le stockage secondaire (fig. 2B) pour une durée minimale de décroissance donnée par le tableau 5. Conformément à la réglementation en vigueur, la durée minimale de décroissance est égale au minimum à 10 fois la période du radionucléide. Pour des raisons pratiques, on retient le radionucléide avec la période la plus longue pour définir la durée minimale de décroissance pour chaque catégorie de tri des déchets PH, PJ et PM. Le tableau 5 est établi pour les radionucléides actuellement en utilisation dans les différentes unités fonctionnelles.

Dans le cas particulier des radionucléides utilisés pour les protocoles de radiothérapie ambulatoire (radio-embolisation hépatique, synoviorthèse isotopique, radium 223...), qui sont de facto collectés à part des radionucléides diagnostics, la durée minimale de décroissance est simplement prise comme égale à 10 fois la période du radionucléide en présence indépendamment de la catégorie de tri. À noter que pour ces radionucléides les collecteurs /stockeurs doivent également être dédiés à ces protocoles, étant donné les risques radiologiques particuliers.

Après la durée minimale de décroissance, un technicien de l'unité de radiophysique et radioprotection réalise une évaluation extrinsèque d'activité au moyen d'un contaminomètre.

- **Si l'activité est inférieure à deux fois le niveau du bruit de fond** (en général les déchets PH contenant du fluor 18 ou du technétium), la mesure est reportée sur le registre pour le numéro d'identification correspondant et le déchet est évacué dans le circuit usuel d'évacuation des déchets DASRI.
- **Si l'activité est supérieure à deux fois le niveau du bruit de fond**, les déchets sont placés en décroissance au stockage secondaire jusqu'à la réalisation d'un nouveau contrôle d'activité. Seul le dernier contrôle d'activité est systématiquement reporté dans le registre de déchets avant évacuation.

Dans les locaux de stockage, les déchets doivent être rangés de manière à conserver le tri par groupes de radionucléides (PH, PJ, PM) tout en respectant une séparation par type de déchets (boîtes / sacs DASRI). En effet, les boîtes contiennent en général une activité plus élevée, cette séparation géographique contribue donc à simplifier la gestion des déchets et permet d'identifier les zones où les niveaux d'exposition aux rayonnements sont les plus élevés. L'annexe A3 donne le zonage déchet des locaux correspondants.

Le tableau 6 donne les références des locaux de stockage primaire et secondaire des déchets radioactifs solides.

On notera que les filtres à charbon actif qui équipent les enceintes de manipulation blindées ou les hottes à flux laminaires sont considérés comme des déchets industriels dont l'élimination correspond à une filière adaptée. La collecte des filtres est assurée par le service environnement des HUS. Un contrôle de contamination préalable est réalisé avant évacuation. Le cas échéant, il subit une décroissance préalable dans les locaux de stockages primaires pour une durée minimale déterminée par le radionucléide le plus pénalisant (tableau 5).

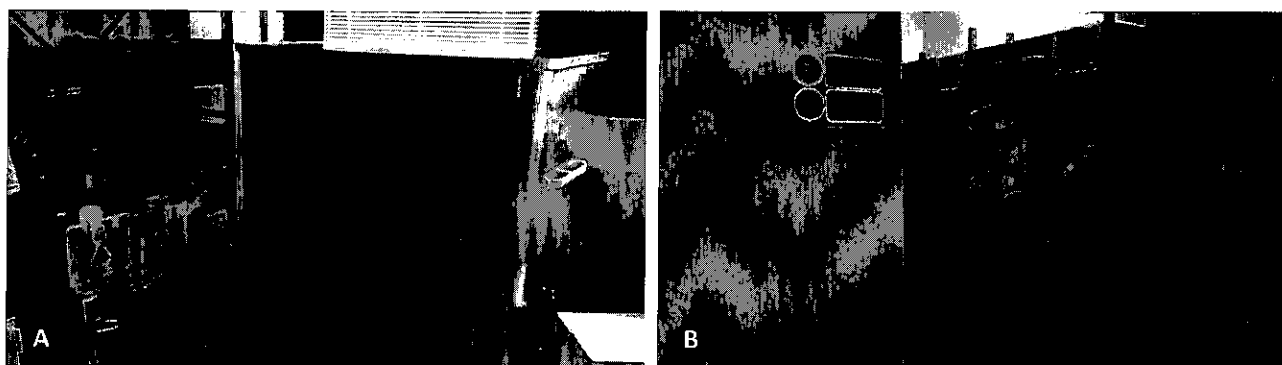


Fig. 2 – Locaux de stockage primaire (A) et secondaire (B) de l'Hôpital de Haute-pierre.

Unité fonctionnelle	Catégorie PH		Catégorie PJ		Catégorie PM	
	RN	Durée minimale	RN	Durée minimale	RN	Durée minimale
UF 6236	I123	1 semaine	Ga67	5 semaines	Cr51	1 an
UF 6237	I123	1 semaine	Tl201	4 semaines		
UF 2061	I123	1 semaine	Tl201	4 semaines		
UF 1320					I125	2 ans

Tableau 5 – Définition des durées minimales de décroissance par UF et par catégories de radionucléides utilisés

Locaux	UF 6236 (M670013) Médecine nucléaire in vivo	UF 2061 (M670001) Médecine nucléaire in vivo
Stockage primaire		
Stockage secondaire		

Tableau 6 – Identification des locaux de stockage des déchets radioactifs

3.2.2. Traçabilité des déchets T < 100 jours

Un registre permet d'assurer la traçabilité des déchets radioactifs, de leurs mouvements et des contrôles radiologiques associés. Pour des unités de médecine nucléaire in vivo (UF 6236 et 2061), ce registre est informatisé au moyen de l'application VENUS®, associée au système XPLORE®.

Chaque source radioactive non scellée livrée est réceptionnée dans le logiciel VENUS® par un préparateur en pharmacie. A chaque source livrée correspond ainsi des numéros d'identification de préparations radiopharmaceutiques et de déchets radioactifs associés. La structure des numéros d'identification VENUS® est la suivante :

14_00138



Année Incrément

Lors de l'ouverture d'un déchet, les manipulateurs radio ou les préparateurs en pharmacie reportent ce numéro sur le contenant DASRI avant de le placer dans leurs protections plombées (poubelles et collecteurs à aiguilles). Ce report est accompagné de la catégorie de tri (PH, PJ, PM) et de l'UF concernée. A la fermeture des contenants, la date de fermeture est inscrite directement sur le contenant afin de permettre leur identification dans les locaux de stockage.

Le numéro d'identification figure automatiquement sur le registre informatique et peut ainsi être retrouvé par le technicien de l'unité de radioprotection lors des opérations de contrôles et d'évacuation des déchets (annexe A4). L'annexe A5 donne le logigramme de gestion des déchets radioactifs pour les unités de médecine nucléaire.

3.2.2. Contrôle et stockage des déchets au gallium 68 dans l'UF 6236 (T > 100 jours)

Bien que la demi-vie du gallium 68 soit inférieure à 100 jours, certains déchets radioactifs doivent être évacués vers l'ANDRA en raison de leur contamination par le germanium 68 présent dans les générateurs de radionucléides (demi-vie 271 jours).

D'après le RCP du générateur de gallium Gallipharm®, une petite quantité de germanium 68 est décrochée de la colonne du générateur à chaque élution. Ce relargage représente au maximum 0,001% de l'activité en gallium 68 éluee. Ainsi, Pour une élution de 1,48 GBq (générateur neuf de 1,85 GBq, rendement d'élution de 80%), l'activité en germanium 68 sera de l'ordre de 1,5 MBq. Cette quantité est significative et mesurable.

Il n'existe actuellement pas de doctrine ASN et ANDRA de gestion de ces déchets, dont l'utilisation est très récente. Toutefois, la bibliographie issue des premiers retours d'expérience de mise en œuvre de ce radionucléide indique que les déchets issus des opérations d'élutions ou de synthèses doivent être repris par l'ANDRA (fig. 3). D'après le guide l'enlèvement des déchets radioactifs de l'ANDRA, les kits de synthèse entrent dans la catégorie des solides incinérables (SI). En revanche, les flacons contenant des reliquats d'élution devront faire l'objet d'une demande de reprise spéciale, sauf indication contraire de l'ANDRA.

Concernant les déchets courants issus de la manipulation des sources (seringues, champs de protection, gants à usage unique, compresses,...), on peut raisonnablement considérer qu'ils ne contiennent qu'une quantité négligeable de germanium 68 dans des conditions normales de travail. Ces déchets peuvent donc être gérés par décroissance au titre du gallium 68 (voir paragraphe 3.2.1).

Type des déchets	Fraction de l'activité initiale (hypothèse)	Activité résiduelle maximale en Ge68	Gestion des déchets
Flacons d'élutions	1/10 ^{ème}	≤ 150 kBq	ANDRA (catégorie spéciale)
Kits de synthèses	1/100 ^{ème}	≤ 15 kBq	ANDRA (catégorie SI)
Déchets courants	Négligeable	Négligeable	Décroissance (catégorie PH)

Tableau 7 – Gestion des différents types de déchets issus de la manipulation du gallium 68

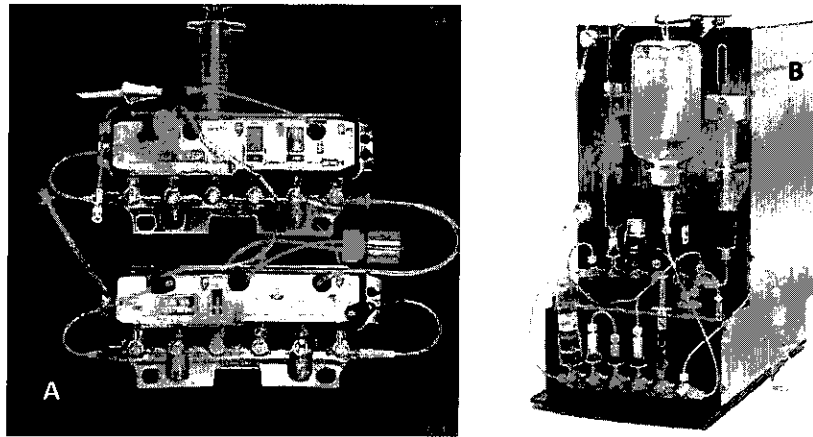


Fig. 3 – Kit de synthèse des préparations au gallium 68 (A), monté sur un automate de synthèse (B).

A l'intérieur du laboratoire chaud, les déchets devant être évacués vers l'ANDRA font l'objet d'une collecte dans des contenants identifiés et bien séparés de ceux des déchets gérés en décroissance afin d'éviter toute erreur de tri. De même, la pré-décroissance des flacons d'élution est réalisée dans un stockeur blindé dédié. Les déchets ne transitent pas par le stockage primaire, ils sont directement acheminés vers le stockage secondaire au sous-sol, où ils sont conditionnés dans leurs contenants respectifs fournis par l'ANDRA (fût de 120 litre).

Le logigramme de gestion des déchets au gallium 68 est donné en [annexe...](#)



- **PRÉ-REQUIS ANDRA : TOUT DÉCHETS JETÉS DANS LES CONTENANTS DU LABORATOIRE CHAUD DOIVENT ÊTRE TRACÉS AFIN DE POUVOIR ÉVALUER L'ACTIVITÉ MAXIMALE CONTENUE DANS LES FÛTS AVANT LEUR ÉVACUATION.**
- **L'ANDRA COLLECTE LES FÛTS AU MAXIMUM 4 ANS APRÈS LEUR FABRICATION.**

3.3. GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE ET DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

3.3.1. Contrôle et stockage des déchets

L'iode 125 étant le seul radionucléide en utilisation, il n'y a de facto pas de tri des déchets dans ce laboratoire. De même, il n'y a pas de tri par type de déchet, le laboratoire n'utilise qu'un seul type de contenant (carton à verrerie). Il n'y a qu'un seul carton en remplissage à la fois, situé dans la salle de comptage ([fig. 4A](#)). Une fois rempli, il est fermé et acheminé par un technicien du laboratoire au local de stockage pour décroissance (1NA3 06, [fig. 4B](#)). Le faible volume de déchets produits (environ deux cartons par mois) ne nécessite pas de stockage primaire.

En conformité avec la réglementation en vigueur, les déchets sont laissés en décroissance pendant au moins dix fois la période de l'iode 125, soit près de 2 ans (600 jours), durée au bout de laquelle une évaluation extrinsèque d'activité est réalisée par un technicien du laboratoire au moyen d'un contaminomètre.

- **Si l'activité est inférieure à deux fois le niveau du bruit de fond, le déchet est introduit dans le circuit d'évacuation usuel des déchets DASRI.**
- **Si l'activité est supérieure à deux fois le bruit de fond, la décroissance est prolongée prévisionnellement jusqu'à ce que l'activité soit inférieure à 2 fois le bruit de fond.**

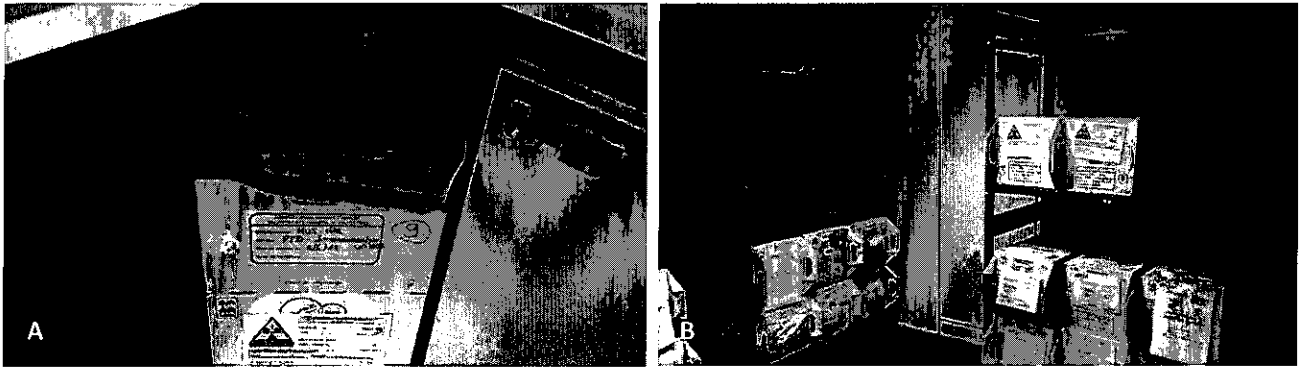


Fig. 4 – Carton à verrerie en remplissage en salle de comptage (1) et local de décroissance des déchets (B)

3.3.2. Tracabilité des déchets

Le registre du laboratoire est manuel et tenu à jour les techniciens du laboratoire (annexe A3). Il contient les informations suivantes :

- Numéro d'identification (incrément depuis le début de l'année civile et reporté sur le carton à son ouverture)
- L'année et la date de fermeture du déchet.
- L'activité mesurée à la fermeture et l'identité du technicien ayant procédé au contrôle
- Le radionucléide en présence
- L'activité mesurée au bout d'un an, la date d'évacuation et l'identité de l'agent ayant procédé à l'évacuation

L'unité de radioprotection contrôle la gestion des déchets radioactifs et la tenue de ce registre. L'annexe A5 donne le logigramme de gestion des déchets radioactifs du laboratoire LBBM

3.4. GESTION DES DÉCHETS EN IMAGERIE PRÉCLINIQUE (UF 6237)

3.4.1. Contrôle et stockage des déchets

Les circuits des déchets radioactifs de l'unité d'imagerie préclinique sont distincts selon qu'ils sont putrescibles ou non.

Les déchets putrescibles, dont les volumes sont les plus importants, contiennent des litières et cadavres d'animaux injectés par des radionucléides. Le laboratoire dispose d'un stockage primaire réfrigéré permettant d'éviter une gestion de ces déchets en flux tendu (congélateur, fig. 5A). Au moins une fois par semaine en période de manipulations de radionucléides, un agent du laboratoire achemine ces déchets vers le local de stockage secondaire commun avec la médecine nucléaire 6236, qui est également équipé d'un stockage réfrigéré dédié.

Les déchets non putrescibles, dont les volumes et activités sont faibles (gants, compresses, cathéters notamment) peuvent être descendu directement au stockage secondaire une fois le contenant plein.

Les boîtes DASRI contenant des déchets radioactifs piquants, coupants et tranchants, également de faibles volumes mais d'activités plus élevées (aiguilles, flacons en verre,...), sont stockées pendant au moins une semaine dans un château de plomb servant de stockage primaire avant d'être acheminés vers le stockage secondaire commun avec la médecine nucléaire 6236 (fig. 5B).

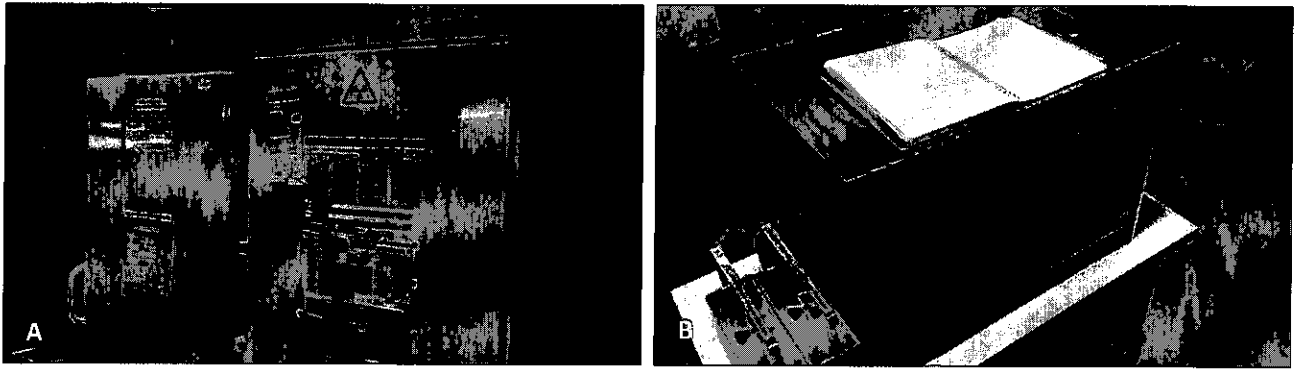
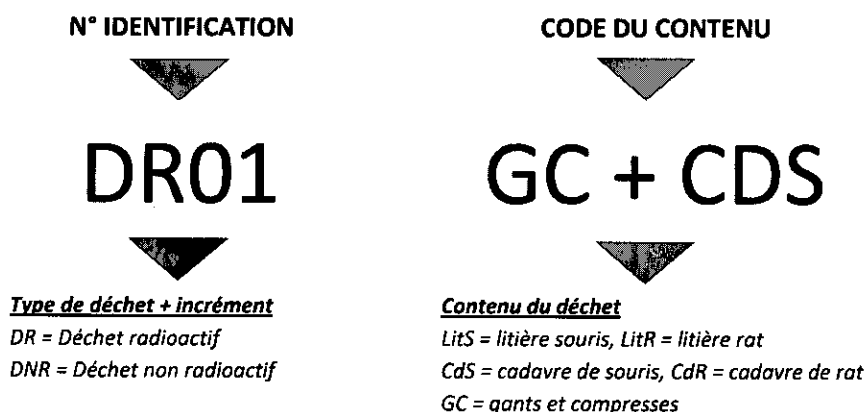


Fig. 5 – Stockage primaire réfrigéré pour déchets putrescibles (A) et château en plomb de stockage primaire des déchets solides (B).

On notera qu’aucun déchet radioactif issu de l’activité d’imagerie préclinique ne doit être placé dans le stockage primaire de la médecine nucléaire 6236. En effet, pour des raisons d’hygiène et de sécurité du patient, aucun matériel provenant d’une zone où sont manipulés des animaux ne peut être introduit dans une zone accueillant des patients.

3.4.2. Tracabilité des déchets

Le registre des déchets de l’unité d’imagerie préclinique concerne tous les déchets DASRI, radioactifs ou non (annexe A3). Les déchets radioactifs sont repérés par le préfixe du numéro d’identification reporté sur les contenants. Le registre identifie également la nature des déchets en présence à l’aide d’un code de contenu :



Le registre est tenu à jour par le personnel de l’unité d’imagerie préclinique et contient les informations suivantes :

- N° d’identification DR ou DNR
- Code de contenu et le radionucléide en présence
- La date de fermeture du déchet et sa date prévisionnelle d’évacuation tenant compte de la durée minimale de décroissance donnée dans le tableau 5.
- L’activité mesurée et la date d’évacuation du déchet.

L’unité de radioprotection contrôle la gestion des déchets radioactifs et la tenue du registre. L’annexe A5 donne le logigramme de gestion des déchets radioactifs de l’unité d’imagerie préclinique.

3.5. GESTION DES DÉCHETS GÉNÉRÉS EN DEHORS DES UNITÉS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE

3.5.1. Patients hospitalisés

Des déchets et effluents radioactifs peuvent être générés par des patients injectés par des radionucléides en médecine nucléaire et hospitalisés dans une unité de soins, un établissement hospitalier ou médico-social extérieur ou devant réaliser un autre examen le même jour (scanner, échographie, IRM,...).

L'annexe A1 donne l'ensemble des unités fonctionnelles où sont hospitalisés les patients injectés en médecine nucléaire. La majorité d'entre eux concernent les injections pour scintigraphie. Le retour d'expérience de gestion de ces déchets montre que les déchets associés contiennent de faibles activités et présentent un risque radiologique très faible pour le personnel soignant. Ils ne font pas l'objet d'une récupération systématique. Ils sont introduits dans les circuits usuels d'évacuation des déchets (DAOM et DASRI). De même, les urines des patients ne sont pas récupérées.

Une petite fraction (moins de cinquante de patients par an) est injectée pour une radiothérapie interne. Les radiothérapies pratiquées aux HUS sont principalement les radio-embolisation hépatique à l'yttrium 90, dont la pharmacocinétique n'exige pas de récupération des urines ou des déchets solides. Il est de même des radiothérapies au radium 223, strontium 89 ou samarium 153.

En revanche, les HUS sont susceptibles d'accueillir très occasionnellement des patients ayant reçu une radiothérapie à l'iode 131 au Centre Paul Strauss. La séparation des déchets contenant de l'iode 131 est justifiée par des activités en présence plus importantes, même si le risque radiologique reste modéré pour le personnel. Ces déchets sont ainsi susceptibles de déclencher les portiques de détection en sorties d'établissements et ceux des incinérateurs en cas de dysfonctionnement du système de détection interne aux HUS. Ce sont donc les seuls à faire l'objet d'une récupération par l'unité de radioprotection. Ces déchets rejoignent le local de stockage secondaire de l'unité de médecine nucléaire du site concerné.

L'unité de radioprotection a élaboré des fiches d'information pour chaque catégorie de radionucléides injectés aux patients. Outre des instructions relatives à la femme enceinte en accord avec les recommandations de la médecine du travail des HUS, ces fiches intègrent des consignes de gestion des déchets correspondants (annexe A6).

Catégories	Récupération des déchets solides	Récupération des urines
Scintigraphies diagnostiques	NON	NON
Radiothérapies à l'Y90, Sr89 ou Sm153	NON	NON
Radiothérapies à l'iode 131	OUI	NON

Tableau 8 – Modalités de gestion des déchets générés par des patients hospitalisés

3.5.2. Blocs opératoires

Des déchets très faiblement radioactifs peuvent être produits uniquement dans les blocs opératoires de l'Hôpital de Haute-pierre, dans le cadre des exérèses du ganglion sentinelle. Les patientes sont injectées environ 24 heures avant l'opération par 16 MBq de technétium 99m. L'activité résiduelle, très localisée, est de l'ordre de 1 MBq le jour de l'intervention.

Le retour d'expérience des études menées autour de ces interventions montre l'absence de contamination significative des déchets, la radioactivité étant fixée dans le ganglion retiré avec une portion de tissu périphérique. Ces déchets sont donc évacués dans le circuit conventionnel des déchets DASRI.

Les débits de dose mesurés au contact des pièces anatomiques sont inférieurs à 5 μ Sv/h et négligeables à 30 cm. Elles ne représentent donc pas de risque significatif pour les personnels et ne font pas l'objet d'une gestion particulière pour des raisons de radioprotection. Ces pièces anatomiques sont conservées pour des raisons médico-légales au sein du laboratoire d'anapathologie pour une durée de quelques semaines avant évacuation dans le circuit des déchets DASRI, durée bien supérieure à la durée minimale de décroissance réglementaire de 10 périodes.

3.6. DÉTECTION D'UN DÉCHET RADIOACTIF EN SORTIE D'ÉTABLISSEMENT

3.6.1. Portiques de détection

Les HUS sont équipés de trois portiques de détection à poste fixe pour la détection de déchets contaminés en sortie d'établissement (fig. 6A, 6B) : deux au NHC (circuits DAOM et DASRI) et un à Haute-pierre (circuit DASRI uniquement). Le circuit DAOM à Haute-pierre n'était pas équipé de borne de détection. Cette non-conformité « historique » a été relevée par l'ASN lors de l'inspection des 23 et 24/01/2014. Dans le cadre du chantier de restructuration pour l'IRC.PMTL, cette non-conformité a été levée le 11/05/2016 par le déplacement de la borne vers le nouveau quai logistique K1, par lequel transitent les deux types de déchets.

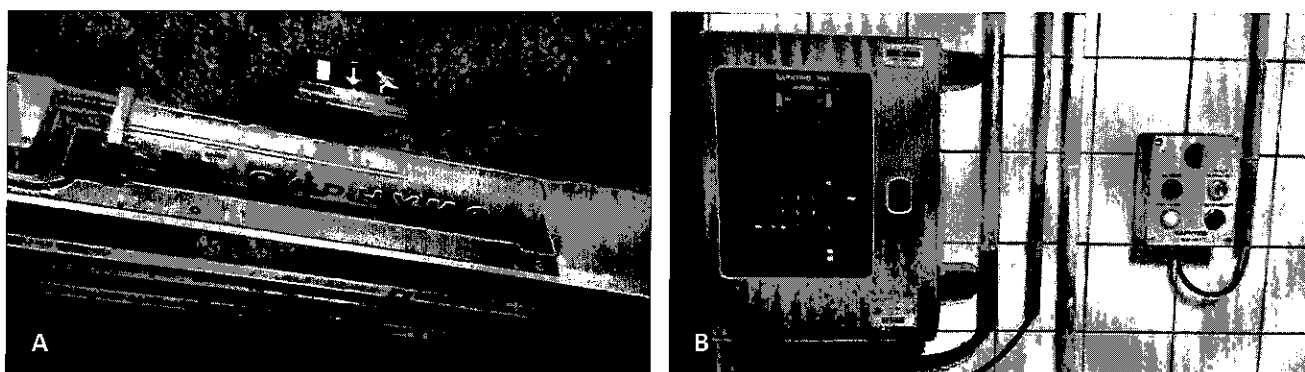


Fig. 6 – Portique de détection des déchets contaminés en sortie de site (A). Automate mural et dispositif d'acquiescement associé (B)

3.6.2. Tracabilité des déclenchements

Les portiques de détection font partie d'un réseau de surveillance interne de la radioactivité équipé d'un tableau de contrôle des rayonnements au sein de l'unité de radioprotection. Ce système permet notamment un enregistrement automatisé des déclenchements de portiques et une intervention réactive de l'unité de radioprotection.

En cas de déclenchement d'un portique, les agents chargés de la gestion de ces déchets contactent l'unité de radioprotection et entreposent le chariot incriminé dans un endroit dédié jusqu'à l'intervention d'un technicien de l'unité de radioprotection, qui détermine le radionucléide en présence. Le déchet est acheminé vers le stockage secondaire de l'unité de médecine nucléaire du site concerné pour décroissance.

4

GESTION DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

4.1. DESCRIPTION DES SYSTÈMES DE RECUEIL DES EFFLUENTS RADIOACTIFS

4.1.1. Réseaux actifs et cuves de décroissance

Dans chaque unité fonctionnelle, des éviers identifiés (fig. 7A) sont reliés à un réseau sanitaire actif dont les canalisations sont repérées (fig. 7B) et reliées à un système de deux cuves de décroissance de 3000 L fonctionnant alternativement en remplissage et en décroissance (fig. 8A, 8B).

Il existe trois systèmes de cuves de décroissance, les cuves des UF 6236 (médecine nucléaire HTPR) et 6237 (imagerie préclinique HTPR) étant communes. Le tableau 9 donne les différents équipements de collecte relié à ce réseau actif et le tableau 10 donne les références des locaux dans lesquels sont implantées ces cuves. L'annexe A7 donne les points de collecte des effluents radioactifs liquides dans chaque UF concernée. L'annexe A8 donne les plans des canalisations des différents réseaux actifs.

Chaque système de cuves est situé dans des locaux pouvant être fermé à clef (tableau 5). Elles possèdent des dispositifs de rétention en cas de fuite. Pour les UF 2061 et 1320, chaque cuve dispose de son propre bac de rétention. Pour les UF 6236/6327, c'est le local entier qui est conçu comme un bac de rétention muni d'un puisard et d'un muret de séparation avec l'extérieur.

Les cuves sont équipées d'alarmes reportées dans les laboratoires chauds et au PC sécurité, l'occupation de ce dernier étant permanente. Ces alarmes doivent permettre la détection de tout incident lié au remplissage des cuves. On notera que le système de cuves de l'Hôpital de Hautepierre, plus ancien que celui du Nouvel Hôpital civil, n'est équipé que de deux alarmes au lieu de trois (tableau 11).

L'annexe A9 donne les schémas d'implantation et hydrauliques des cuves de décroissance des deux sites.

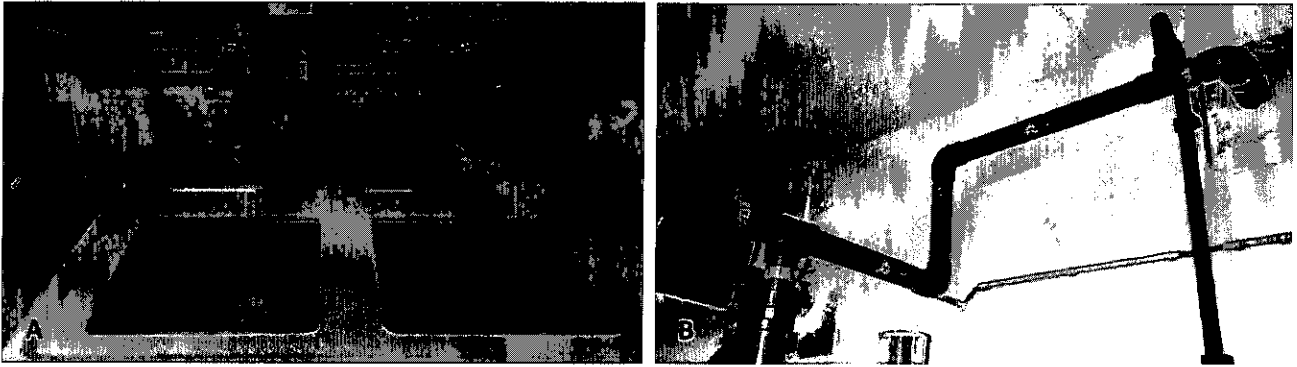


Fig. 7 – Evier actif (A) et canalisations repérées du réseau actif (B)

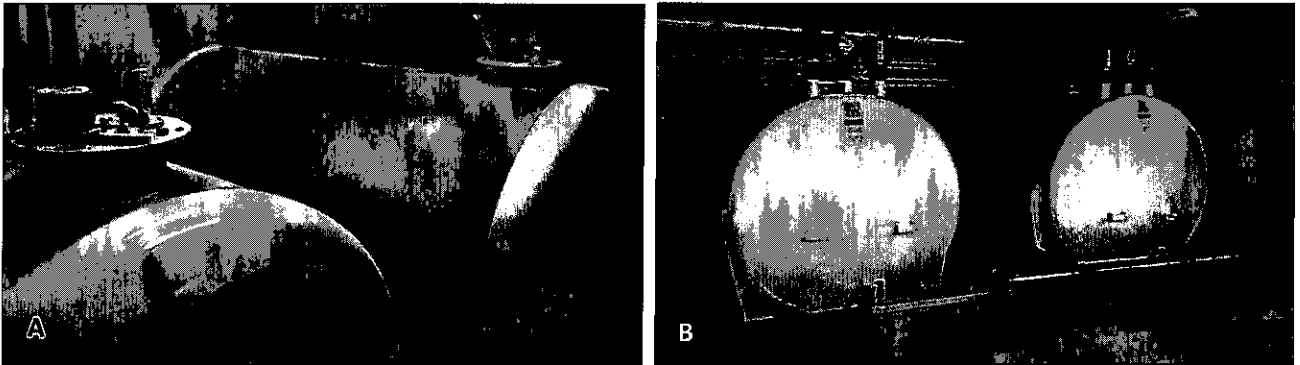


Fig. 8 – Cuves de décroissance des UF 6236/6237 (A) et de l'UF 2061 (B)

Dispositif	UF 6236 (M670013) Médecine nucléaire	UF 6237 (T670484) Imagerie préclinique	UF 2061 (M670001) Médecine nucléaire	UF 1320 (M670015) Analyse in vitro
Toilettes chaudes	2	SO	2	SO
Lave-bassin	1	SO	1	SO
Fosses septiques	1	SO	1	SO
Eviers, bacs actifs	5	3	7	2
Bondes au sol	5	2	0	1
Cuves de décroissance	2 (communes)		2	2

Tableau 9 – Dispositifs de production et de collecte des effluents radioactifs liquides

Dispositif	UF 6236 (M670013) Médecine nucléaire	UF 6237 (T670484) Imagerie préclinique	UF 2061 (M670001) Médecine nucléaire	UF 1351 (M670015) Analyse in vitro
Fosses septiques				
Cuves de décroissance				

Tableau 10 – Références des locaux de décroissance des effluents

UF	Local	Année mise en service	Alarme niveau haut	Alarme trop plein	Alarme débordement	Report des alarmes
6236 / 6237		1979	OUI	NON	OUI	Labo chaud 6236
2061		2008	OUI	OUI	OUI	Labo chaud 2061 + PC sécurité
1351		2008	OUI	OUI	OUI	Labo chaud 1320 + PC sécurité

Tableau 11 – Localisation des cuves de décroissance et reports d'alarmes

4.1.2. Fosses septiques

Les deux fosses septiques ont chacune une capacité de 3000L, ce qui correspond à environ 30 passages par jour. Elles sont reliées à deux toilettes chaudes dédiées aux patients injectés et à un lave-bassin permettant le nettoyage des pistolets à urine utilisés par des patients alités.

A Hautepierre la fosse septique est enterrée à l'extérieur du bâtiment J, à proximité directe de l'unité de médecine nucléaire. Elle reste accessible par deux regards, respectivement pour l'arrivée et la sortie des fluides (fig. 9A).

Au Nouvel Hôpital Civil, la fosse est entièrement accessible et située dans le même local que les cuves de décroissance de l'UF 2061 (fig. 9B).

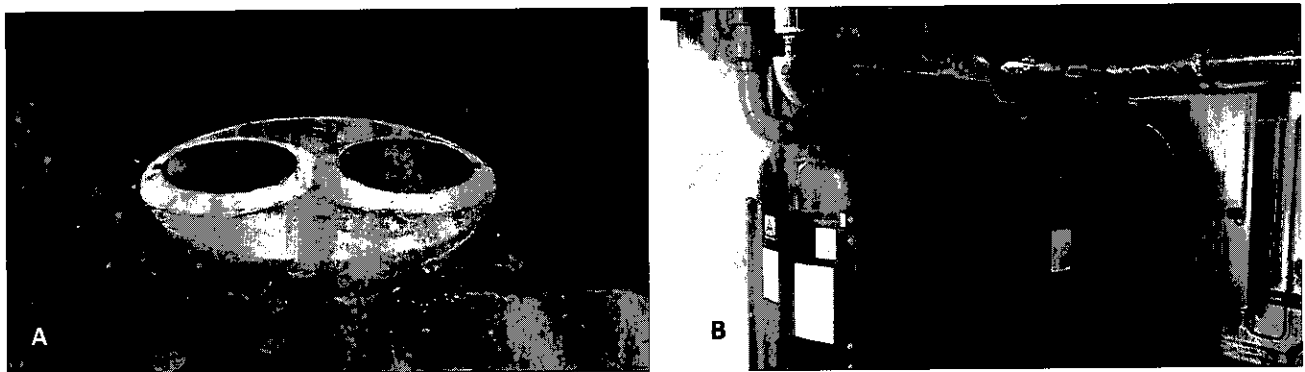


Fig. 9 – Fosses septiques de l'Hôpital de Hautepierre (A) et du Nouvel Hôpital Civil (B)

4.1.3. Caractéristiques des cuves de décroissances

Dispositif	UF 6236 (M670013) Médecine nucléaire	UF 6237 (T670484) Imagerie préclinique	UF 2061 (M670001) Médecine nucléaire	UF 1320 (M670015) Analyse in vitro
Activités volumiques mesurables à la fermeture	0 – 100 ^{aîne} Bq/L		0 – 10 ^{aîne} Bq/L	Quelques kBq/L
Taux de remplissage	Env. 500 L/mois		Env. 500 L/mois	Env. 50 L/mois
Durée cycle remplissage - décroissance	Env. 1 an		Env. 1 an	6 à 8 ans

Tableau 12 – Caractéristiques des cuves de décroissance

4.2. GESTION DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

4.2.1. Gestion des cuves de décroissance dans les UF 6236, 6237 et 2061

Une cuve en remplissage est fermée par l'unité de radioprotection dès que son niveau est de l'ordre de 3000 L visualisé sur les reports au NHC ou lorsqu'une alarme de cuve pleine est générée à HautePierre. Un prélèvement d'effluents est réalisé par un organisme externe pour réaliser une analyse spectrométrique afin d'identifier les radionucléides en présence et les activités volumiques associées. L'organisme prestataire actuel est l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC), groupe RAMSES, CNRS, Strasbourg.

- Si l'activité volumique est inférieure à 10 Bq/L, la cuve peut être vidangée d'emblée.
- Si l'activité volumique est supérieure à 10 Bq/L, le temps de décroissance et la date prévisionnelle de vidange sont calculés pour le radionucléide le plus pénalisant (période la plus longue).

Tout déversement direct de reliquats de préparations radiopharmaceutiques dans le réseau actif est interdit. Cela est particulièrement le cas pour le chrome 51 de période 30 jours et dont une présence massive dans une cuve de décroissance peut fortement perturber les cycles normaux de remplissage et de décroissance. Si un protocole nécessite la production d'un volume important de reliquats (ex : clairances urinaires), on préférera les gérer comme des déchets solides après un traitement de gélification.

La mise en décroissance d'une cuve correspond à la mise en remplissage de l'autre cuve. Toutes les opérations réalisées et les informations associées sont reportées dans un registre tenu à jour par l'unité de radioprotection. Ce registre comprend :

- L'identification des cuves
- Les dates de mise en remplissage et de fermeture, l'identité de l'agent ayant réalisé ces opérations
- La date du prélèvement pour analyse, l'activité volumique mesurée pour le radionucléide le plus pénalisant
- Les dates prévisionnelles et réelles de vidange de la cuve, identité de l'agent ayant réalisé la vidange.

Le logigramme de gestion des cuves est donné en annexe A10.

4.2.2. Gestion des cuves de décroissance dans l'UF 1320

Le laboratoire utilise de nombreuses substances chimiques (solvants, réactifs, conservateurs) qui se retrouveront dans les reliquats d'analyses biologiques présents dans les cuves de décroissance. Les risques chimiques associés peuvent être accrus du fait de l'accumulation des effluents dans les cuves. La composition des reliquats d'analyses est donnée à titre indicatif en annexe A11.

Particulièrement, l'azoture (ou azide) de sodium est classé comme substance très toxique T+ et nocif pour l'environnement (fiche toxicologique donnée en annexe A11).



ATTENTION : L'ÉVACUATION DES EFFLUENTS DE L'UF 1320 DANS LE RÉSEAU SANITAIRE APRÈS DÉCROISSANCE RADIOACTIVE EST STRICTEMENT INTERDITE. CES EFFLUENTS DEVRONT ÊTRE PRÉLEVÉS PAR UN ORGANISME SPÉCIALISÉ ET TRAITÉS DANS UNE FILIÈRE ADÉQUATE POUR LE RISQUE CHIMIQUE.

4.2.3. Gestion des fosses septiques

Une fosse septique est un système passif d'évacuation d'eau par trop plein qui nécessitent des interventions peu fréquentes. L'arrêté du 7 septembre 2009 cité en page 5 du présent document précise que la hauteur d'eau utile dans une fosse septique doit être au moins égale à 1 mètre. En deçà, une vidange des boues doit être réalisée. Une périodicité de vidange de 4 ans reste souvent recommandée par les constructeurs, conformément aux dispositions de l'arrêté du 6 mai 1996 fixant les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'assainissement non collectif, bien que ce texte soit abrogé.

Il n'existe pas de réglementation relative aux boues issues des fosses septiques des services de médecine nucléaire du point de vue de la radioprotection. Il n'existe donc pas de seuil réglementaire à respecter, ni même de valeur guide. Si les boues sont dirigées vers une station d'épuration, il est possible que le portique de détection de la station se déclenche. Dans ce cas, les mesures habituelles seront à appliquer pour entreposer les boues jusqu'à décroissance en dessous du seuil de déclenchement. D'un point de vue pratique et dans le même esprit que la gestion des déchets radioactifs solides, la décroissance aura lieu aux HUS avant les opérations de pompage.

Une vidange doit être réalisée par un prestataire compétent et **obligatoirement après avis de la Personne Compétente en Radioprotection (PCR)**, basé notamment sur les résultats d'une analyse spectrométrique gamma réalisée avant la phase de mise en décroissance. L'ensemble des dispositions doivent être prises en amont afin d'éviter une exposition inutile aux rayonnements ionisants pour le personnel chargé de vidanger la fosse. Outre les dispositions de radioprotection usuelles pour des personnels intervenants occasionnellement dans des zones réglementées, on peut envisager :

- De réaliser une vidange le lundi matin avant l'ouverture des unités de médecine nucléaire, afin de bénéficier d'une décroissance importante pendant le weekend.
- Dans la mesure du possible, d'éviter la mise en œuvre de procédures in vivo utilisant des radionucléides de périodes en jours ou en mois le vendredi précédent la vidange (ex : thallium 201, Indium 111,...).

L'organisme en charge de la vidange doit produire un bordereau précisant notamment la date de l'opération, le type et le volume et la destination des matières vidangées, qui est conservé par l'unité de radioprotection au titre d'élément de traçabilité.



Fig. 10 – Prélèvement d'un échantillon par l'IPHC Strasbourg (CNRS) le 24/03/2016 pour analyse spectrométrique gamma préalable à une vidange de la fosse septique de l'Hôpital de Hautepierre.

4.3. CONTRÔLES DES REJETS AUX ÉMISSAIRES

Les contrôles des rejets aux émissaires peuvent être réalisés sur les sites de HautePierre et du Nouvel Hôpital Civil, où sont localisés les deux unités de médecine nucléaire in vivo et les services d'hospitalisation de la majorité des patients réalisant des examens scintigraphiques ou de petite radiothérapie interne.

Quatre émissaires rejoignant le réseau de la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) sont présents sur chaque site (annexe A11). Chacun de ces émissaires recueille les eaux d'un secteur des bâtiments. Une campagne de prélèvement réalisée en 2008 montrait des résultats positifs pour cinq des huit émissaires (tableau 13).

Les émissaires qui présentent des résultats positifs correspondent aux différents services accueillant des patients passant une scintigraphie en hospitalisation. Ainsi, par exemple le point de rejet NHC4 recueille les effluents issus en autres du service de cardiologie, dans lequel sont présents un grand nombre des patients ayant eu une scintigraphie myocardique au Tc99m ou au Tl201.

Site	Réf. émissaire	$A_v - Tc99m$ (Bq/L)	$A_v - In111$ (Bq/L)	$A_v - Tl201$ (Bq/L)	$A_v - autres RN$ (Bq/L)
HTPR	CHU1	< LD	< LD	3,5 ± 1,5	< LD
HTPR	CHU2	< LD	< LD	< LD	< LD
HTPR	CHU3	1150 ± 230	7 ± 2	< LD	17 ± 5 (I123)
HTPR	CHU4	3870 ± 840	1510 ± 210	< LD	< LD
NHC	NHC1	1810 ± 260	< LD	< LD	5,4 ± 1,5 (I123)
NHC	NHC2	< LD	< LD	< LD	< LD
NHC	NHC3	< LD	< LD	< LD	< LD
NHC	NHC4	1010 ± 240	< LD	120 ± 15	< LD

Tableau 13 – Références des émissaires et résultats de la campagne de prélèvement de 2009. En rouge : les émissaires auxquels sont raccordés les unités de médecine nucléaire in vivo.

L'Autorité de Sûreté Nucléaire avait relevé l'absence de contrôle aux émissaires depuis 2008. Dans le cadre de l'instruction d'une demande d'extension d'autorisation pour la médecine nucléaire HautePierre, les HUS se sont engagés à lever cette conformité avec un programme d'autocontrôle des rejets suivant les principes et l'échéancier ci-dessous :

- Fréquence : trimestrielle
- Jour : un jour de la semaine tournant (exclusion du lundi), l'après-midi
- 4^{ème} Trimestre 2016 : 1^{ère} campagne sur tous les points de rejets pertinents. Cette première campagne permettra de valider les points de prélèvements, et les valeurs guides maximales. Ces éléments seront soumis pour avis à l'Eurométropole de Strasbourg, gestionnaire du réseau d'assainissement.
- Début 2017 : mise en œuvre du programme validé

A terme, le programme de contrôle des rejets devra être adapté lors de la mise en service de l'IRC-PMTL.

La gestion des déchets et effluents radioactifs font appel à des instruments de mesure et des dispositifs de sécurité et d'alarmes. Les périodicités des différents contrôles sont à minima celles définies dans la réglementation en vigueur. Certaines périodicités sont néanmoins adaptées au fonctionnement réel des équipements considérés.

Les objectifs de ces contrôles sont de garantir le bon fonctionnement des équipements au moment de leur utilisation et de respecter le principe de défense en profondeur pour la protection des travailleurs et du public

5.1. CONTRÔLES TECHNIQUES RELATIFS AUX DÉCHETS RADIOACTIFS

Les dispositifs de mesure, de sécurité et d'alarmes relatifs à la gestion déchets radioactifs solides sont :

- **Les contaminomètres portatifs** permettant une évaluation extrinsèque de l'activité avant évacuation
- **Les portiques de détection à postes fixes** permettant la détection de déchets contaminés en sorties d'établissements.

Les contrôles internes et externes sont réalisés selon les périodicités définies par l'arrêté du 21 mai 2010 des procédures spécifiques définies par l'unité de radioprotection.

Élément de contrôle	Contrôle interne	Contrôle externe
Contrôle de bon fonctionnement (détection, alarmes,...)	Annuel ¹	Triennal
Vérification de l'étalonnage	-	Triennal
1. Contrôle de bon fonctionnement avant-première utilisation si l'appareil n'a pas été utilisé depuis au moins 1 mois		

Tableau 14 – Périodicité des contrôles techniques relatifs aux déchets solides

5.2. CONTRÔLES TECHNIQUES RELATIFS AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS

5.2.1. Contrôles des canalisations des réseaux actifs

L'objectif de ces contrôles est de détecter la formation de bouchons éventuels susceptibles d'entraîner des refoulements d'effluents radioactifs dans les unités fonctionnelles concernées ou des fuites de canalisations. Ces contrôles ont été mis en place dans la continuité du retour d'expérience de l'événement significatif n°ESR_6236_2013-01 du 30/04/2012 et déclaré à l'ASN relatif à la rupture d'une canalisation en sortie de la fosse septique de l'Hôpital de Haute-pierre.

Ces contrôles concernent à la fois le réseau permettant d'acheminer les effluents des éviers actifs vers les cuves de décroissance et celui reliant les toilettes chaudes à la fosse septique :

- **Evaluation extrinsèque du niveau d'activité** au contact de tous les éléments structurels pouvant favoriser la formation d'éventuels bouchons par dépôts de matières (coudes et raccords notamment).
- **Contrôle visuel des raccords et joints** entre deux portions de canalisation afin de détecter une corrosion externe pouvant conduire à la formation d'une brèche.

Compte tenu des périodes relativement courtes des radionucléides en présence, ces contrôles doivent être obligatoirement réalisés dans les heures d'ouverture des unités fonctionnelles et au moins une heure après la première injection d'un radionucléide à un patient. Ils sont réalisés avec une **périodicité semestrielle**. Les points de contrôles sont donnés par les plans des réseaux actifs en annexe A8 et les résultats des contrôles sont tracés dans un registre.

Lorsque le niveau d'activité dépasse deux fois le niveau du bruit de fond, l'évaluation est systématiquement complétée par une mesure du débit d'équivalent de dose au contact du point chaud :

- **Si l'activité est comprise entre 2 et 10 fois le niveau du bruit de fond** en l'absence de sources de rayonnement parasites, ce point fait l'objet d'une attention particulière lors du contrôle semestriel suivant.
- **Si l'activité est supérieure à 10 fois le niveau du bruit de fond**, une nouvelle évaluation du point chaud doit être réalisée dans un délai qui n'excédera pas une semaine afin de confirmer ou non la formation d'un bouchon. Cette nouvelle évaluation devra être réalisée dans des conditions similaires au contrôle principal.
- **Si la nouvelle mesure confirme l'évaluation principale**, le service technique compétant doit être sollicité dans les plus brefs délais afin de procéder à un examen interne de la portion de canalisation concernée.
- **Toute opération de vidange ou de démontage d'une portion de canalisation doit être signalée préalablement à l'unité de radioprotection et au service de sécurité incendie.**

5.2.3. Contrôles des cuves de décroissance

Outre le bon fonctionnement des éléments opérationnels (vannes, pompes,...), les alarmes font l'objet d'une attention particulière, en adéquation avec le retour d'expérience de l'événement significatif n°ESR_2061_2012-02 déclaré à l'ASN, relatif au débordement d'une cuve de décroissance de l'unité de médecine nucléaire NHC (UF 2061). L'objectif de ces contrôles est de garantir le bon fonctionnement des alarmes et équipements lors des opérations de remplissage, décroissance et vidanges et d'anticiper d'éventuelles maintenances correctives avant leur utilisation. Le tableau 10 donne les différentes périodicités de contrôles réalisés sur les cuves.

Compte tenu des moyens techniques à disposition, les contrôles des alarmes de niveau haut et de trop plein ne peuvent être contrôlés au moyen d'un remplissage volontaire d'eau claire qu'une fois une cuve vidangée, soit avec une périodicité annuelle. Les dispositifs d'alarmes de débordement dans les bacs de rétention, facilement accessibles, sont contrôlés avec une périodicité mensuelle. Les contrôles des alarmes intègrent la vérification de leurs reports effectifs vers les laboratoires chauds des unités de médecine nucléaire et vers l'astreinte technique.

