

Plan de gestion des effluents et déchets contaminés par la radioactivité

1. MODE DE PRODUCTION DES EFFLUENTS ET DÉCHETS

Les activités susceptibles d'utiliser des sources radioactives non scellées concernent le domaine des activités cliniques de médecine nucléaire *in vivo* et *in vitro* et celui des activités de recherche *in vitro*. Ces activités génèrent des déchets liquides, solides et gazeux. Les tableaux (1,2 & 3) suivants précisent, par type d'activité, leurs principales caractéristiques.

Tableau 1 : Activités cliniques *in vivo* du service de Médecine Nucléaire

Lieu de production	Médecine nucléaire		Chambres de Radiothérapie Interne Vectorisée		Pédiatrie	Autres
Activité	Exploration Diagnostique - Exploration thérapeutique ambulatoire		Exploration thérapeutique Hospitalisation		Hospitalisation	Hospitalisations Consultations
Forme	Effluents liquides Déchets solides	Effluents gazeux	Effluents liquides Déchets solides	Effluents gazeux	Déchets solides	Déchets solides
Radionucléides	^{18}F $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ^{123}I ^{111}In ^{68}Ga ^{89}Zr - ^{131}I ^{223}Ra ^{153}Sm ^{90}Y ^{177}Lu ^{166}Ho ^{225}Ac	^{131}I	^{131}I ^{177}Lu ^{225}Ac	^{131}I	^{123}I ^{18}F $^{99\text{m}}\text{Tc}$	^{18}F $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ^{123}I ^{111}In ^{68}Ga ^{131}I ^{223}Ra ^{153}Sm ^{90}Y ^{177}Lu ^{166}Ho ^{225}Ac

Tableau 2 : Activités cliniques *in vitro* du service de Médecine Nucléaire (Biochimie)

Lieu de production	Biologie
Forme	Effluents liquides / Déchets solides
Radionucléide	^{125}I

Tableau 3 : Activités de recherche *in vitro* des pavillons de recherche

Lieu de production	PR1	PR2
Forme	Effluents liquides / Déchets solides	Effluents liquides / Déchets solides
Radionucléides	^3H ^{32}P ^{35}S ^{51}Cr	^3H ^{32}P ^{35}S ^{51}Cr ^{14}C

2. MODALITÉS DE GESTION

La **figure 1** détaille les différents circuits d'élimination des déchets et effluents radioactifs produits lors de l'utilisation de sources non scellées à Gustave Roussy (GR) pour des applications *in vivo* et *in vitro*. La **figure 2** présente le local sécurisé de stockage des déchets solides et liquides de médecine nucléaire et de biochimie. Les sources scellées en attente de reprise sont également stockées dans ce local.

La **figure 3** correspond au plan de masse du sous-sol, il précise la localisation des différents locaux de stockage (effluents liquides et déchets solides) et des balises de détection. La **figure 6** correspond au plan de masse du étage, il précise la localisation des chambres Radiothérapie Interne Vectorisée (zone de production des déchets potentiellement contaminés) et du local transitoire de stockage des déchets potentiellement contaminés issus des chambres (IGH).

Les paragraphes suivants détaillent les différentes actions menées dans le cadre de la gestion spécifique de ces déchets radioactifs.

La localisation des émissaires de rejets (effluents radioactifs gazeux et effluents radioactifs liquides) sont présentés en **Figure 8**.

2.1 Les effluents liquides

Trois locaux de rejets spéciaux (RSP) sont installés (niveau technique, non accessible au public), ils sont équipés de cuves de décroissance qui permettent de stocker les effluents radioactifs liquides issus des applications cliniques *in vivo* réalisées dans le secteur de médecine nucléaire. Les cuves du local RSP 2-4 sont dédiées aux effluents en provenance des chambres de radiothérapie interne vectorisée (RIV) et celles des locaux RSP 5 et RSP 5bis, quant à elles, sont dédiées au service de Médecine Nucléaire. Le tableau 4 précise les différents locaux de stockage des effluents contaminés ainsi que les radionucléides qui sont susceptibles d'être collectés dans les cuves de décroissance.

Tableau 4 : Cuves de rejets radioactifs, locaux connectés et type de radionucléides collectés.

Local	Cuves	Locaux concernés	Radionucléides collectés
RSP 2 RSP 4	3 cuves de 12 m ³ 3 cuves de 15 m ³	Chambres RIV. 3 ^{ème} étage - doigt 3 : pièces 313, 314, 315, 316	¹³¹ I ¹⁷⁷ Lu ²²⁵ Ac
RSP 5	2 cuves de 15 m ³ 1 cuve de 10 m ³	SMN Eviers salles examen TEP (p. 4252, p. 4253) et SPECT (p. 4152) Toilettes chaudes et éviers (p. 947B et p. 947A)	¹⁸ F ^{99m} Tc ¹²³ I ¹¹¹ In ¹³¹ I ²²³ Ra ¹⁵³ Sm ⁹⁰ Y ¹⁷⁷ Lu ¹⁶⁶ Ho ⁶⁸ Ga ²²⁵ Ac
RSP 5 bis	3 cuves de 15 m ³	SMN Toilettes attente chaude (p. 3341Z1, p. 3341Z2) Evier salles injection (p. 3342, p. 3344, p. 3346) Eviers radiopharmacie (p. 4351Y, p. 4351Z) Toilettes et évier injection TEP (p. 4355Y, p. 4355)	¹⁸ F ^{99m} Tc ¹²³ I ¹¹¹ In ¹³¹ I ²²³ Ra ¹⁵³ Sm ⁹⁰ Y ¹⁷⁷ Lu ¹⁶⁶ Ho ⁶⁸ Ga ²²⁵ Ac

Toutes les canalisations véhiculant des effluents radioactifs sont identifiées avec un sigle radioactif.

Seuils pour autorisation de vidange

L'Arrêté du 23 juillet 2008 portant homologation de la décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN fixe des limites d'activité volumique avant rejet dans le réseau d'assainissement à : 10 Bq.l⁻¹ pour le service de médecine nucléaire et 100 Bq.l⁻¹ pour les effluents liquides issus des chambres de patients traités à l'iode 131.

Les limites d'activité volumique retenues et utilisées à Gustave Roussy pour autoriser la vidange des cuves de décroissance dans le réseau d'assainissement sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Limites d'activité volumiques retenues à Gustave Roussy pour autoriser la vidange d'une cuve

Local		Radionucléides collectés	Seuils libératoires
RSP 2 RSP 4	RIV	^{131}I ^{177}Lu ^{225}Ac	100 Bq.l ⁻¹ pour tous les radionucléides confondus*
RSP 5	SMN	^{18}F $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ^{123}I ^{111}In ^{223}Ra ^{153}Sm ^{90}Y ^{166}Ho ^{68}Ga	10 Bq.l ⁻¹ pour tous les radionucléides confondus
		^{131}I ^{177}Lu ^{225}Ac	100 Bq.l ⁻¹ pour tous les radionucléides confondus
RSP 5 bis		^{18}F $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ^{123}I ^{111}In ^{223}Ra ^{153}Sm ^{90}Y ^{166}Ho ^{68}Ga	10 Bq.l ⁻¹ pour tous les radionucléides confondus
		^{131}I ^{177}Lu ^{225}Ac	100 Bq.l ⁻¹ pour tous les radionucléides confondus

* Pour autoriser une vidange, il faut que la somme des activités volumiques A_v de tous les radionucléides contenus dans une cuve ne dépasse pas la valeur seuil. A titre d'exemple, pour une cuve du local RSP 2/4, l'autorisation de est accordée si et seulement si : $A_v[^{131}\text{I}] + A_v[^{177}\text{Lu}] \leq 100 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Remarque : la limite fixée à 100 Bq.l⁻¹ pour les cuves RSP 5 et RSP 5 bis (cuves dédiées au service de médecine nucléaire) provient de la contamination chronique des effluents liquides à l'iode 131 et au lutétium 177. L'origine de cette contamination est détaillée ci-dessous :

- Présence d'iode 131

Dans le cadre du traitement du cancer thyroïdien, les patients sont hospitalisés dans une chambre RIV du service d'hospitalisation, pendant deux à trois jours. En fin d'hospitalisation, les patients doivent réaliser un examen de scintigraphie, qui se déroule au sein du service de médecine nucléaire. Avant l'examen, le personnel du service de médecine nucléaire invite le patient à se rendre une dernière fois aux toilettes afin de vider la vessie, ceci pour deux principales raisons : d'une part, afin de pas créer d'artefact causé par l'iode 131 dans la vessie et, d'autre part, pour ne pas risquer d'interrompre le bon déroulement de l'examen (durée : 30 à 60 minutes) si le patient exprimait exprimer le souhait de se rendre aux toilettes au cours de l'examen.

Dans le cadre du traitement de l'hyperthyroïdie, le patient reçoit son traitement dans le service de médecine nucléaire (prise d'une gélule d'iode 131 d'une activité allant de 200 à 400 MBq). Le patient est autorisé à sortir du service de médecine nucléaire une heure après l'administration du traitement, pour surveillance médicale. Le patient peut se rendre librement dans les toilettes du service de médecine nucléaire dans cette attente.

- Présence de lutétium 177

Dans le cadre du traitement des tumeurs neuroendocrines (Lutathera), le patient reçoit une administration de lutétium 177 en chambre RIV, il est alors hospitalisé 24h. Avant sa sortie, le patient doit se rendre dans le service de médecine nucléaire pour réaliser son examen de scintigraphie. Pour les mêmes raisons que celles détaillées ci-dessus (cf. traitement cancer thyroïdien à l'iode 131), le manipulateur demande au patient de se rendre aux toilettes afin de garantir le bon déroulement de l'examen et la bonne interprétation des images.

Par ailleurs, un circuit ambulatoire est organisé dans le service de médecine nucléaire pour le traitement des cancers prostatiques (^{177}Lu PSMA). Pendant les 6 heures suivant la fin de l'injection, le patient, hydraté, reste dans le service de médecine nucléaire et peut se rendre aux toilettes du service de médecine nucléaire.

Autorisation de vidange

Avant d'autoriser la vidange d'une cuve, le service de radioprotection réalise un échantillonnage de effluents liquides contaminés de la cuve fermée pour décroissance. Cet échantillonnage est réalisé au plus tôt après la fermeture de la cuve, lorsque le niveau d'activité volumique est important. Le prélèvement (500 ml) est ensuite confié à un laboratoire d'analyse pour mesure l'activité volumique des différents radionucléides contaminants. Le résultat de cette analyse est ensuite exploité pour déterminer, par calcul, le temps de décroissance nécessaire pour que l'activité volumique soit inférieure aux limites présentées ci-dessus. Lorsque les activités volumiques sont inférieures aux limites, le service de radioprotection donne l'autorisation aux plombiers de plomberie de vidanger la cuve dans le réseau commun des eaux usées.

✚ Surveillance et maintenance des cuves et du réseau de canalisations

Les locaux RSP font l'objet d'une surveillance en continu des niveaux de remplissage par Gestion Technique du Bâtiment (GTB)

En effet, ce système permet un suivi par les différents secteurs qui sont, le Service de Radioprotection, la Médecine Nucléaire et la Sécurité ; via un système de report numérique de l'état des cuves en temps réel affichés dans les services précédemment nommés. La gestion des cuves est soumise à un système d'alarme qui permet d'anticiper tout débordement et de gérer au mieux la balance entre les différentes cuves d'un même secteur.

Les cuves disposent d'alarmes de niveau et de fuite reliées au PC sécurité de Gustave Roussy. Un système d'astreinte 24h/24h et 7j/7j permet d'alerter le personnel en charge de la radioprotection lors de l'activation d'une alarme. Une maintenance préventive est réalisée annuellement par une société prestataire. Cette maintenance préventive comprend la vérification du bon fonctionnement des alarmes de fuite, des capteurs de position, de la remontée effective des alarmes de niveau et de fuite à l'automate, etc. Par ailleurs, les plombiers réalisent une surveillance préventive bimensuelle du réseau de canalisations des effluents radioactifs et quotidienne des cuves de décroissance RSP. Cette surveillance est assurée par les services techniques de Gustave Roussy.

✚ Estimation CIDRRE

L'estimation des doses susceptibles d'être reçues par les personnes intervenant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration à l'aide de l'outil CIDRRE pour l'activité clinique de Gustave Roussy est accessible en **Figure 7**.

2.2 Les effluents gazeux

Service de médecine nucléaire

Deux installations de traitement d'air (CTA) de type double flux, indépendantes l'une de l'autre, sont installées dans le secteur de médecine nucléaire en vue d'assurer le soufflage et la reprise nécessaires au renouvellement d'air hygiénique des locaux.

CTA	Locaux concernés	Radionucléides collectés
Zone chaude Zone 2	Toutes les pièces du secteur de médecine nucléaire (sauf les locaux de la radiopharmacie)	¹³¹ I sous forme gazeux
Labo chaud Zone 2	Locaux de la radiopharmacie (laboratoire de préparation, laboratoire CQ, SAS habillage, local de décartonnage et passe-plats)	¹³¹ I sous forme gazeux

Ces deux installations de ventilation ont été conçues pour répondre aux exigences définies dans la Décision ASN n°2014-DC-0463 du 23 octobre 2014 relative aux règles de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire in vivo.

L'arrivée d'air neuf des deux CTA est réalisée par une gaine maçonnée, commune à d'autres CTA qui alimentent le bâtiment. La prise de cette gaine maçonnée est située en façade de bâtiment IGH, au 11^{ème} étage (zone B). Les deux CTA possèdent une extraction indépendante du reste du bâtiment, dont l'émissaire de rejet de gaz potentiellement radioactifs est positionné sur le parking de Gustave Roussy, à 3 mètres de hauteur par rapport au niveau 0 (rez-de-chaussée).

Par ailleurs, les 4 enceintes de préparation des radiopharmaceutique possèdent leur propre système d'extraction des gaz. Les 4 émissaires de rejets sont positionnés sur le parking de Gustave Roussy, à 3 mètres de hauteur par rapport au niveau 0 (rez-de-chaussée).

- Surveillance et maintenance des systèmes de ventilation

Les paramètres de bon fonctionnement des centrales de traitement d'air sont en surveillance continue par la GTB. Les systèmes de ventilation rentrent dans le cadre des maintenances réalisées par le prestataire de maintenance/exploitation du site, selon les préconisations du constructeur.

Chambres de radiothérapie interne vectorisée

Le système de ventilation installé dans les chambres dédiées à la Radiothérapie Interne Vectorisée (RIV) a été conçu pour répondre aux exigences définies dans la Décision ASN n°2014-DC-0463 du 23 octobre 2014 relative aux règles de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire in vivo. Ce système de ventilation assure un soufflage et une extraction combinés de manière à créer une zone de dépression dans chacune des chambres RIV afin d'extraire les gaz potentiellement contaminés par des radionucléides volatils (iode 131). Les réseaux de soufflage et d'extraction sont indépendants du reste du bâtiment, l'arrivée d'air neuf et l'émissaire de rejet des gaz potentiellement contaminés sont situés sur le toit de Gustave Roussy, au 14^{ème} étage.

Locaux concernés	Radionucléides collectés
Chambres 313 à 316 dans le N3D3	¹³¹ I sous forme gazeux

Tous les trois mois, des vérifications du niveau de contamination atmosphérique sont réalisés, en interne par le service de radioprotection, à l'aide d'un préleveur atmosphérique équipé d'un charbon actif. Le charbon actif est contrôlé au moyen d'un contaminamètre, si la mesure est supérieure à deux fois le bruit de fond, le local est classé non conforme en matière de contamination atmosphérique. Les chambres RIV et le couloir donnant accès à ces chambres sont vérifiés.

- Surveillance et maintenance du système de ventilation

Les paramètres de bon fonctionnement du système de ventilation sont en surveillance continue par la GTB. Le système de ventilation rentre dans le cadre des maintenances réalisées par le prestataire de maintenance/exploitation du site, selon les préconisations du constructeur. Par ailleurs, les filtres terminaux sont remplacés périodiquement par le prestataire. Ceux-ci sont conservés, mesurés par le service de radioprotection et gérés en décroissance dans le local 603 (2ème sous-sol) s'ils présentent une contamination à l'iode 131.

2.3 Contrôles radiologiques des eaux usées en application des dispositions de la circulaire DGS/DHOS n° 2001/323 du 9 juillet 2001 et de l'arrêté du 23 juillet 2008

Depuis 2004, les contrôles réglementaires des effluents au niveau de l'émissaire de Gustave Roussy (Figure 4), organisés par le service de radioprotection conformément aux dispositions de la Circulaire DGS/DHOS n°2001/323 du 9/07/2001 et de l'arrêté du 23 juillet 2008, sont réalisés une fois par trimestre par un prestataire de service.

Par ailleurs, le dossier d'autorisation de déversement d'effluents non domestiques dans les réseaux publics d'assainissement en application de l'article L.1331.10 du code de la santé publique est en cours d'élaboration par la Direction de Gustave Roussy en concertation avec la Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement (DSEA) du Val de Marne.

2.4 Les déchets solides

Les déchets solides sont collectés en Déchets d'Activités d'Ordures Ménagères (DAOM) et en Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux et Assimilés (DASRI). Les DAOM et DASRI sont triés et identifiés le plus en amont possible par les services producteurs, afin de faciliter la manipulation (stockage et/ou élimination) par le personnel en charge de cette opération. Ces déchets font l'objet d'un tri réalisé au moyen d'un système de balises détectant la radioactivité. Chaque déclenchement d'un sac présentant des traces de radioactivité fait l'objet d'un enregistrement dont le bilan est communiqué au service de radioprotection.

Les tableaux 6 et 7 résument les dispositions relatives aux traitements des DAOM et DASRI respectivement.

Tableau 6 : Gestion des DAOM potentiellement radioactifs

Lieu de production	Tout l'établissement
Radionucléides	Tous les radionucléides utilisés pour les applications <i>in vivo</i> de médecine nucléaire
Points de contrôle	Deux détecteurs de grande sensibilité (scintillateur plastique de huit litres de volume) sont installés à l'arrivée du dispositif de transfert des sacs à déchets, juste avant leur compression dans des conteneurs de transport. En plus de ce dispositif, la trappe d'évacuation des déchets (gaines d'étage), située au 3 ^{ème} étage, fait l'objet d'une surveillance individuelle à l'aide d'une sonde du fait de la probabilité plus importante de présence de radionucléides (chambres RIV). Enfin, une dernière vérification des conteneurs est effectuée avant leur départ pour le site d'incinération au moyen d'un détecteur portable.
Mode de gestion	Dès lors qu'un sac est identifié comme « radioactif », il est mis en décroissance dans un local de stockage situé au 3 ^{ème} sous-sol du bâtiment (pièce 922) équipé de congélateurs. Ce sac sera redirigé vers la filière d'élimination « non radioactive » dès lors que le niveau de radioactivité mesuré (balise 3 ^{ème} sous-sol) reste inférieur à deux fois le bruit de fond naturel.

Tableau 7 : Gestion des DASRI potentiellement radioactifs

Lieu de production	Médecine nucléaire (<i>in vivo</i>), hospitalisation, bloc opératoire
Radionucléides	Tous les radionucléides utilisés pour les applications de médecine nucléaire
Points de contrôle	Ces déchets sont collectés au moyen de bennes réservées à cet effet. Avant son enlèvement et son élimination vers l'incinérateur, chaque benne est vérifiée au moyen de la balise située au 3 ^{ème} sous-sol. En cas de déclenchement, la cause est recherchée afin d'isoler le sac radioactif.
Mode de gestion	Dès lors qu'un sac est identifié comme « radioactif », il est mis en décroissance dans un local de stockage situé au 3 ^{ème} sous-sol du bâtiment (pièce 922) équipé de congélateurs. Ce sac sera redirigé vers la filière d'élimination « non radioactive » dès lors que le niveau de radioactivité mesuré (balise 3 ^{ème} sous-sol) reste inférieur à deux fois le bruit de fond naturel.

2.5 Les déchets issus de la mise en œuvre du gallium 68 (Tp > 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 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ (demi-vie 271 jours).

D'après le RCP du générateur de gallium GalliaPharm®, 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 1,44 GBq (générateur neuf de 1,85 GBq, rendement d'élution 80 %), l'activité en germanium 68 sera de l'ordre de 14,4 kBq.

Les flacons de préparation seront évacués vers la filière ANDRA, car ils contiennent une petite quantité de germanium 68 et cette gestion fera l'objet d'un enregistrement. En revanche, les kits de synthèse et les déchets courants issus de la manipulation des sources (seringues, champs de protection, gants à usage unique, compresses etc.), sont considérés comme des déchets présentant une quantité négligeable de germanium 68, voire nulle, dans des conditions normales de travail. Ces déchets peuvent donc être gérés par décroissance au titre du gallium 68.

Type de déchets	Fraction de l'activité initiale	Activité résiduelle maximale en ^{68}Ge	Gestion des déchets
Flacons de préparation	0,001 %	< 15 kBq	ANDRA
Kits de synthèses	Négligeable	Négligeable	Décroissance (DASRI)
Déchets courants	Négligeable	Négligeable	Décroissance (DASRI)

Tableau. Gestion des différents types de déchets issus de la manipulation de gallium 68



Automate de synthèse du gallium 68 TRASIS

Dans le laboratoire de préparation, les déchets devant être évacués vers l'ANDRA font l'objet d'une collecte séparée de ceux des déchets gérés en décroissance afin d'éviter toute erreur de tri. La pré-décroissance des flacons de préparation contenant du gallium 68 et du germanium 68 est réalisée directement dans l'enceinte blindée et/ou dans un stockeur blindé identifié.

Après décroissance les déchets transiteront vers le local de stockage secondaire où ils sont conditionnés dans le contenant agréé fourni par l'ANDRA.

Pré-requis ANDRA : tous les flacons doivent faire l'objet d'un enregistrement afin de pouvoir évaluer l'activité totale de germanium 68 contenu dans les futs avant évacuation. L'ANDRA collecte des futs au maximum 4 ans après leur fabrication.

3. MODALITÉS SPECIFIQUES DE GESTION DES DECHETS EN CLINIQUE

3.1 Mesures particulières déployées pour le traitement des déchets produits dans le service de médecine nucléaire

Le contrôle de tous les déchets produits par le SMN est effectué au moyen d'un polyradiamètre MIP 10 équipé d'une sonde NaI(Tl) et, si nécessaire, au moyen d'un spectromètre FieldSpec. Après stockage transitoire dans le local à déchets du [] les déchets sont évacués ou stockés pour décroissance sur une période plus ou moins longue au niveau du [] Ces déchets seront redirigés vers la filière d'élimination « non radioactive » qu'à partir du moment où le niveau de radioactivité est inférieur à deux fois le bruit de fond naturel. L'ensemble de ces contrôles fait l'objet d'un enregistrement permettant d'évaluer la date d'évacuation en fonction de la décroissance et d'assurer la traçabilité de la gestion de ces déchets.

3.2 Mesures particulières déployées pour le traitement des déchets produits dans le service Hauts-de-Seine (chambres de Radiothérapie Interne Vectorisée)

Les déchets potentiellement contaminés produits dans le chambres de Radiothérapie Interne Vectorisée sont stockées dans un local transitoire [] Ces déchets sont ensuite acheminés au [] dans des conteneurs mobiles (bennes). Toutes les bennes sont contrôlées à l'aide de balises haute sensibilité situées au 3^{ème} sous-sol, en amont des compacteurs. En cas de dépassement de la valeur seuil, les déchets sont stockés dans un local de stockage équipé de congélateurs [] pour décroissance radioactive. L'ensemble de ces contrôles fait l'objet d'un enregistrement permettant d'assurer la traçabilité de la gestion de ces déchets radioactifs. Ces déchets sont redirigés vers la filière d'élimination « non radioactive » uniquement lorsque le niveau de radioactivité est inférieur à deux fois le bruit de fond naturel, cette mesure est réalisée à l'aide des balises haute sensibilité.

3.3 Mesures particulières déployées pour le traitement des déchets et des effluents produits dans le laboratoire de biochimie

Le laboratoire de biochimie produit¹ trois types de déchets :

- Boite à aiguilles contenant les reliquats des flacons solution mère d'iode 125 ;
- Carton DASRI collectant les pipettes, tubes, papiers absorbants, gants,... ;
- Bidon de 10 litres recevant les liquides de rinçage contaminés par l'iode 125.

Avant évacuation, le contrôle des déchets solides est effectué au moyen d'un contaminamètre RADeye B20. Les déchets seront redirigés vers la filière d'élimination « non radioactive » qu'à partir du moment où le niveau de radioactivité est inférieur à deux fois le bruit de fond naturel. Les déchets « radioactifs » sont stockés pour décroissance au niveau du []). Concernant les bidons de 10 litres, l'activité volumique des effluents collectés est calculée en Bq/L à l'aide du passeur d'échantillons du laboratoire de biochimie. Les bidons sont ensuite stockés pour décroissance dans le local [] sous-sol avant leur évacuation vers la filière DASRI. L'ensemble de ces contrôles fait l'objet d'un enregistrement permettant d'évaluer la date d'évacuation en fonction de la décroissance et d'assurer la traçabilité de la gestion de ces déchets.

1NB : l'activité de médecine nucléaire in vitro et, par conséquent, la production de déchets contaminés à l'iode 125, ont cessé en septembre 2022. Les déchets contaminés à l'iode 125 stockés en décroissance dans le local du [] ont été administrativement transférés sur l'autorisation du service de médecine nucléaire in vivo M940029.

3.4 Mesures particulières déployées pour la gestion des déchets d'un patient externe ou hospitalisé à GUSTAVE ROUSSY ayant bénéficié d'une exploration isotopique diagnostique

Les radiopharmaceutiques ont une élimination naturelle par les urines et les selles. Même s'ils ne présentent pas de risque spécifique pour le personnel soignant et les proches, les déchets doivent être éliminés selon la réglementation en vigueur. A Gustave Roussy, tous les déchets potentiellement radioactifs (changes adulte et enfant, compresses, sondes urinaires,...) doivent être collectés dans un sac VERT fourni par le service de médecine nucléaire ou l'unité d'hospitalisation des chambres RIV. Ils ne doivent pas être mis dans des sacs noirs (déchets DAOM) ou des sacs jaunes (déchets DASRI).

- Dans le cas des patients externes, le sac VERT après fermeture devra être remis au personnel du service de médecine nucléaire pour contrôle avant évacuation.

- Dans le cas des patients hospitalisés, le personnel du bionettoyage ferme le sac VERT et l'élimine directement dans la benne jaune DASRI située dans la pièce réservée à cet effet.

Le contrôle de ces déchets est effectué par la balise du 3^{ème} sous-sol. En cas de contamination, le sac VERT est repéré et stocké pour décroissance dans le local dédié « congélateurs » du 3^{ème} sous-sol

3.5 Mesures particulières déployées pour la gestion des déchets d'un patient hospitalisé dans un autre établissement de santé ayant bénéficié d'une exploration isotopique diagnostique à Gustave Roussy

Le service de médecine nucléaire accueille occasionnellement des patients venant d'un autre établissement de santé. Lorsque la situation se présente, nous transmettons au cadre du service extérieur en charge du patient les recommandations suivantes :

- Contactez la CRP de l'établissement concerné qui prendra en charge la gestion des déchets potentiellement radioactifs et rappellera les consignes de sécurité (port de gant obligatoire et interdiction d'accès à la chambre du patient pour les soignantes enceintes ou allaitantes).
- Dans tous les cas, les déchets (changes adulte et enfant, compresses, sondes urinaires,...) doivent être stockés dans un conteneur plastique étanche dans la chambre du patient avant leur évacuation.
- La durée du stockage est variable selon le radionucléide utilisé. Après l'injection de radiopharmaceutiques pour une exploration isotopique diagnostique, nous proposons une évacuation des déchets à
 - 24 heures pour le F-18, le Tc-99m (scintigraphie osseuse, FEV) ;
 - 48 heures pour l'I-123 (scintigraphie MIBG) ;
 - 5 jours pour l'In-111(scintigraphie OCTREOSCAN).

3.6 Mesures particulières déployées pour la gestion des déchets d'un patient hospitalisé dans un autre établissement de santé ayant bénéficié d'un traitement par l'iode 131 en ambulatoire

Pour un traitement ambulatoire à l'iode 131 (hyperthyroïdie), le médecin nucléaire de Gustave Roussy s'assure au cours de la consultation de l'autonomie du patient. En cas d'incontinence de ce dernier, des mesures strictes seront mises en place notamment le stockage des déchets sur une période plus ou moins longue fixée au cas par cas (de 1 à 3 mois). Cette disposition est également appliquée pour un patient incontinent qui rejoint son domicile après le traitement.

4. MODALITES SPECIFIQUES DE GESTION DES DECHETS EN RECHERCHE

4.1 Modes de production des effluents liquides et déchets contaminés.

Identification des zones des pavillons de recherche (PR1, PR2) où sont produits ou susceptibles de l'être, des effluents liquides et déchets contaminés.

Les activités susceptibles d'utiliser des sources radioactives non scellées et de générer des déchets solides et liquides concernent le domaine des activités de recherche *in vitro* des laboratoires de PR1 et PR2.

Les effluents liquides et déchets contaminés par les radionucléides sont produits par les unités de recherche comme décrit dans le tableau 8 et détenus de façon temporaire dans les locaux suivants

Tableau 8 : Modes de production des déchets et effluents contaminés par les radionucléides et générés par les activités de recherche *in vitro* des pavillons de recherche.

Identification des locaux	Unité productrice	Types de déchets produits	
		Solides	Effluents
PR1	U1186 Autorisation T940793	⁵¹ Cr	⁵¹ Cr
PR2	UMR 9019 Autorisation T940793	³² P, ³⁵ S	³² P, ³⁵ S

4.2 Modalités de gestion à l'intérieur des pavillons de recherche

Des conteneurs dédiés aux déchets contaminés par les radionucléides sont à disposition dans les zones surveillées des unités de recherche productrices :

Les radionucléides utilisés dans les PR et dont la période est inférieure à 100 jours sont :

Majoritairement : P-32, T = 14 j, décroissance 6 mois minimum
Cr-51, T = 28 jours, décroissance 10 mois minimum

Très exceptionnellement : S-35, T = 87.5 j, décroissance 2,5 ans minimum

NB : ce temps peut être allongé en fonction de l'activité des fûts.

4.2.1 Conditionnement des radionucléides de période radioactive <100 jours (P-32, S-35, Cr-51)

Déchets solides (papiers, chiffons, gants, plastiques) : petits cartons à incinérer pour DASRI (un carton par radioélément et étiqueté : producteur – isotope – date).

Effluents liquides : Avant rejet dans les cuves de stockage pour décroissance, utilisation de bonbonnes de transfert de 10 litres étiquetées : producteur – isotope – date.

Piquants-coupants-tranchants : Collecteurs jaunes pour piquants coupants uniquement, norme NF X 30-500 et étiquetés : Unité – isotope – date (utiliser un collecteur par isotope, à éliminer dans le carton du radioélément correspondant lorsqu'il est plein).

Les cartons, fûts et boîtes pour piquants-coupants-tranchants contenant les déchets solides sont placés derrière des écrans ou dans des enceintes en plexiglass ou en plomb afin de protéger le personnel contre l'exposition aux rayonnements ionisants.

4.2.2 Conditionnement des Radionucléides de période radioactive >100 jours (H-3, C-14)

Les Radionucléides H-3 et C-14 ne sont plus utilisés par les laboratoires de recherche à l'IGR.

4.3 Identification des lieux destinés à entreposer les effluents et déchets contaminés

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des lieux d'entreposage des effluents et déchets contaminés en recherche

Désignation des locaux déchets solides et effluents	Mode de gestion des déchets	Types de déchets détenus et stockés	
		Solides	Effluents
PR2	Déchets gérés en décroissance sur site	³² P ³⁵ S ⁵¹ Cr	
PR1	Déchets en attente de reprise par l'ANDRA	³ H ¹⁴ C	³ H ¹⁴ C
PR2	Déchets gérés en décroissance sur site		³² P
PR1	Déchets gérés en décroissance sur site		³² P ⁵¹ Cr

4.4 Dispositions permettant d'assurer l'élimination des déchets, conditions d'élimination des effluents liquides et modalités de contrôles associés.

4.4.1 - PR2

Le local est situé au pavillon de recherche 2 niveau et dédié au stockage des déchets solides uniquement contaminés par les radionucléides de période radioactive inférieure à 100 jours : ³²P, ⁵¹Cr, ³⁵S

Modalités de gestion des déchets et effluents contaminés dans le local

Les déchets solides contaminés par les radionucléides sont triés dans les zones réglementées des unités de recherche (U1186 / UMR 9019) et conditionnés par type de radionucléides dans des fûts dédiés (cartons AND EC de 25 ou 50 litres et collecteurs pour piquants coupants tranchants normés et adaptés aux risques biologiques associés) qui sont identifiés : nom de l'unité de recherche productrice - radionucléide – date de fermeture du conteneur.

Les déchets sont acheminés une fois par semaine (ou dès que nécessaire) dans le local de stockage par la PCR ou correspondant en radioprotection (Service Commun de Radioprotection) de l'unité productrice et réceptionnés par la Responsable Hygiène & Sécurité des Laboratoires de GR et PCR, en charge de la gestion des déchets dans le local. Le transport des déchets jusqu'au local de stockage se fait dans des enceintes adaptées aux radioéléments (PMMA d'épaisseur 1 cm, plomb 7 mm) afin de limiter au maximum les risques d'exposition externe pour le personnel chargé de leur manipulation, et suivant un chemin défini. Les fûts (cartons AND EC de 25 ou 50 litres) maintenus en décroissance et en attente d'élimination sont placés sur des étagères clairement identifiées en fonction de chaque radionucléide et balisées (trèfle radioactif).

- Etagères dédiées aux déchets solides contaminés par le phosphore 32 (demi vie 14 jours) ;
- Etagères dédiés aux déchets solides contaminés par le chrome 51 (demi vie 28 jours) ;
- Etagères dédiées aux déchets solides contaminés par le soufre 35 (demi vie 87, 5 j).

La mise en place des fûts sur les rayonnages s'effectue dans un ordre déterminé par le risque d'exposition externe et la date prévisionnelle d'élimination. Les fûts contenant les déchets contaminés par les radionucléides possédant la demi-vie la plus longue sont préférentiellement placés vers le fond du local.

Les fûts contenant les déchets contaminés par les radionucléides sont gérés par décroissance radioactive. Ils sont éliminés vers une filière à déchets non radioactifs (incinération selon la filière d'élimination des DASRI interne à l'établissement), uniquement après un délai supérieur à dix fois la période du radionucléide et après vérification de l'activité résiduelle des déchets inférieure à deux fois le bruit de fond.

Les mesures sont effectuées dans une zone à bas bruit de fond radioactif correspondant au couloir de circulation situé à proximité et séparé du local à déchets par un mur épais de 20 cm. Des enregistrements répétés dans cette zone ont montré que les comptages étaient toujours inférieurs à 30 cps en mode gamma. Cette valeur correspond au bruit de fond naturel enregistré sur le site de GR.

Les mesures s'effectuent avec un polyradiamètre MIP10 équipé d'une sonde Béta SBM (mesure du phosphore 32 et du soufre 35) ou une sonde SG2 (mesure du chrome 51).

Dispositifs de contrôle/mesure de la contamination

Un contrôle technique interne est réalisé trimestriellement par la PCR en charge des déchets dans le local (contrôles d'ambiance) :

- Un contrôle de la contamination surfacique des locaux (sols, équipements) est effectué à l'aide des détecteurs adaptés (MIP 10 équipé d'une sonde Béta SBM ou d'une sonde SG2), des frottis sont réalisés si nécessaire.
- Contrôle des débits de dose : une dosimétrie d'ambiance trimestrielle (dosimètre passif LANDAUER) est effectuée en différents points du local. La mesure du débit de dose sera également effectuée à l'aide d'un radiamètre / débitmètre Rad Eye B20 ER équipé des filtres H*(10) et H'(0,07).

Un contrôle technique annuel est réalisé par le PCR en charge de la radioprotection recherche.

5.4.2 Local

PR1

Le local est situé au pavillon de recherche 1, et dédié au stockage des déchets solides et effluents uniquement contaminés par les radionucléides de période radioactive supérieure à 100 jours : ^3H et ^{14}C . Ce local est situé à l'extérieur du bâtiment PR1, au niveau du quai de livraison attenant à l'issue de sortie jouxtant les pièces 131 et 121 du PR1.

Les fûts sont maintenus en décroissance dans ce local puis gérés dans la filière autorisée pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) dès que nécessaire (la production d'effluents contaminés par le H-3 ou le 14-C étant assez faible et irrégulière, l'enlèvement par l'ANDRA est réalisé lorsque le nombre de fûts à éliminer est suffisant pour nécessiter un transport).

Les fûts à bonde de 30 litres sont maintenus dans ce local sur des bacs de rétention de dimension adaptée.

L'enlèvement par l'ANDRA est organisé par Responsable Hygiène & Sécurité des Laboratoires de GR et PCR.

Dispositifs de contrôle/mesure de la contamination

Un contrôle technique interne est réalisé trimestriellement par la PCR en charge des déchets dans le local : contrôle de la contamination surfacique des locaux (sols, équipements) réalisé par frottis. Un contrôle technique annuel est réalisé annuellement.

5.4.3

– PR1

Le local est situé au pavillon de recherche 2, le local situé au pavillon de recherche 1 (sous-sols) et sont équipés chacun de deux cuves - tampons de rejet spéciaux (cuves RSP) de 12 m³ dédiés à la récupération des effluents contaminés par les radionucléides de période radioactive inférieure à 100 jours et fonctionnant alternativement en remplissage et en stockage de décroissance.

Modalités de gestion des effluents et dispositifs de contrôle/mesure de la contamination

Les effluents contaminés par les radionucléides sont éliminés dans les éviers dédiés situés dans les zones de travail réglementées des laboratoires. Avant rejet dans les cuves de stockage pour décroissance, les effluents contaminés par les radionucléides sont stockés après chaque manipulation dans des bidons de transfert de 10 litres étiquetés (nom de l'unité, radionucléide, date).

Les éviers sont directement reliés aux cuves RSP des locaux. Le tableau (10) précise les locaux rattachés aux différentes cuves de rejets spéciaux (RSP) et les radionucléides susceptibles d'y être présents. Les tuyaux contenant les effluents radioactifs sont identifiés *in situ* et tracés (sigle radioactif).

Tableau 10 : Cuves de rejets radioactifs, locaux connectés et type de radionucléide rejeté.

Cuves RSP	Locaux connectés (n° pièces)	Radionucléides rejetés	
		Principal	Autres
Local /PR2	PR2	^{32}P	
Local PR1	PR1 PR1	^{51}Cr ^{32}P	

Le contenu des cuves RSP est rejeté dans le réseau d'assainissement lorsque l'activité volumique est inférieure à la limite des 10 Bq/L conformément aux dispositions de l'arrêté du 23 juillet 2008 relatif à l'élimination des effluents et déchets contaminés par les radionucléides.

En pratique, seuls les effluents potentiellement contaminés par les radionucléides ^{32}P et ^{51}Cr sont susceptibles d'être rejetés dans les cuves.

- Les effluents contaminés par le ^{32}P sont rejetés dans les cuves RSP et
- Les effluents contaminés par le ^{51}Cr sont rejetés dans les cuves RSP

Les effluents contaminés par le soufre 35 (demi vie 87,5 j) utilisé à ce jour de façon exceptionnelle seront préférentiellement gérés dans la filière autorisée pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) dès que nécessaire, le délai de stockage dans les cuves avant rejet correspondant à plus de deux ans, techniquement contraignant.

5.5 Dispositions de surveillance périodique du réseau récupérant les effluents liquides de l'établissement.

Les cuves RSP et font l'objet d'une surveillance en continu des niveaux de remplissage par Gestion Technique du Bâtiment (GTB) et d'une maintenance préventive réalisée en interne par les Services Techniques de GR, selon les dispositions de surveillance périodique du réseau récupérant les effluents liquides. Un système d'astreinte 24h/24h et 7j/7j permet également d'alerter le service de radioprotection de GR lors de l'activation d'une alarme de remplissage ou de fuite.

Sur toutes les cuves, le niveau de remplissage est visible à l'aide d'un tube PMMA.

Les contrôles réglementaires des effluents au niveau de l'émissaire de Gustave Roussy, organisés par le service de radioprotection conformément aux dispositions de la Circulaire DGS/DHOS n°2001/323 du 9/07/2001 et de l'arrêté du 23 juillet 2008, sont réalisés une fois par trimestre par un prestataire de service (société ALGADE).

Un contrôle technique annuel est réalisé ann).