



**Plan de gestion des déchets et effluents
contaminés par des radionucléides**

Centre Georges-François-Leclerc, Dijon

I. Introduction

Les modalités de collecte, de tri, d'entreposage et d'élimination des déchets et effluents radioactifs provenant de l'utilisation de sources non scellées à des fins médicales ou de recherche, doivent satisfaire aux règles techniques fixées par l'arrêté du 23 juillet 2008 portant homologation de la Décision 2008-DC-0095 de l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN). Les directives relatives à la gestion des effluents liquides contaminés au Lutétium-177 (Lu-177) sont explicitées dans la lettre circulaire du 12/06/2020 sur l'évolution des conditions d'autorisation des services de Médecine nucléaire (MN) par l'ASN pour la détention et l'utilisation du Lu-177.

La plupart des déchets liés aux activités du service de MN et de la plateforme d'imagerie préclinique (2 sites) qui lui est associée ont une demi-vie très courte ($T \leq 8$ jours). Quelle que soit leur activité, ils sont gérés en décroissance radioactive. Ils ne peuvent être dirigés vers une filière à déchets non radioactifs que lorsque le débit de dose (DD) mesuré au contact de l'emballage est inférieur ou égal au seuil réglementaire de rejet équivalant à 2 fois le bruit de fond ambiant). Les déchets sont alors immédiatement évacués en suivant le circuit courant.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Radionucléide | ¹⁸ F | ⁵¹ Cr | ⁶⁴ Cu | ⁶⁷ Cu | ⁶⁷ Ga | ⁶⁸ Ge | ⁶⁸ Ga | ⁸⁹ Sr | ⁸⁹ Zr | ⁹⁰ Y | ^{99m} Tc | ¹¹¹ In | |
| Demi-vie Tp | 1,83 h | 27,8 j | 12,7 h | 2,58 j | 3,3 j | 288 j | 1,13 h | 52 j | 3,3 j | 2,7 j | 6 h | 2,8 j | |
| Radionucléide | ¹²³ I | ¹²⁴ I | ¹²⁵ I | ¹³¹ I | ¹⁵³ Sm | ¹⁶⁶ Ho | ¹⁶⁹ Er | ¹⁷⁷ Lu | ^{177m} Lu | ¹⁸⁶ Re | ²⁰¹ Tl | ²²³ Ra | ²²⁵ Ac |
| Demi-vie Tp | 13,2h | 4,2 j | 60 j | 8 j | 1,95 j | 26,8 h | 9,4 j | 6,7 j | 160,4 j | 3,8 j | 3 j | 11,4 j | 10 j |

Tout déclenchement du système de détection à poste fixe, situé en sortie d'établissement est enregistré et analysé. Seuls les déchets du site « Pharmimage » ne font pas l'objet d'un passage devant ce système de détection. Ils sont gérés sur le site et contrôlés avec des appareils de détection portatifs, selon les procédures.

Un bilan annuel mentionnant l'ensemble de la quantité de déchets radioactifs produits est transmis à l'ANDRA dans le cadre de l'inventaire national des matières et déchets radioactifs.

II. Gestion des déchets contaminés par des radionucléides

A. Origine et nature des déchets

Les déchets radioactifs proviennent des activités diagnostiques et thérapeutiques du service de MN et des activités de la plateforme d'imagerie et de radiothérapie préclinique. Ils font l'objet d'une gestion rigoureuse incluant tri, collecte, stockage et évacuation vers des filières autorisées. Le tri et le conditionnement des déchets sont effectués en tenant compte : des caractéristiques physiques et de la nature physico-chimique et biologique des substances manipulées.

Sous la dénomination « déchets » sont regroupés :

- Les déchets assimilables aux ordures ménagères (DAOM) : seringues, tubes, compresses, cotons, gants, matériel absorbant, déchets alimentaires des chambres de radiothérapie interne vectorisée (RIV), litières, etc...;
- Les déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) : matériaux coupants ou piquants (aiguilles...), articles de soins ou objets souillés par des produits biologiques de patients en précaution complémentaires; cadavres d'animaux, litières d'animaux à risques biologiques (OGM, traitement par chimiothérapie), prélèvements de dissection ... ;
- Le linge souillé ;

- Le verre propre (ménager) : flacons de médicaments radiopharmaceutiques (MRP), ampoules, etc...;
- Les effluents liquides comprenant :
 - les eaux usées non domestiques déversées dans le réseau d'assainissement (urines des sanitaires réservés aux patients, solutions de lavage provenant des éviers chauds...) ;
 - les solutions radioactives : sans risque chimique, à risque chimique, à risque biologique.
- Les effluents gazeux : **cette production, quelque soit le site, est négligeable compte tenu des pratiques.**
 - L'atmosphère de la zone réglementée du service de Médecine Nucléaire est ventilée en dépression par rapport au reste de l'établissement et indépendante du système général de ventilation du bâtiment. Un minimum de 5 renouvellements horaires de l'air y est assuré. Les deux enceintes blindées de manipulation des sources radioactives de la radiopharmacie ont un système de ventilation séparé, avec gaine d'évacuation indépendante équipée de filtres à charbon actif changés une fois par an. En outre, un dispositif indépendant d'aspiration avec cheminée est installé dans la salle réservée à l'inhalation du Technégas (dispersion ultrafine de nanoparticules de graphite technétié) utilisé pour les ventilations pulmonaires.
 - La ventilation des locaux des deux sites de la Plateforme préclinique et des boîtes à gants répond aux mêmes exigences.

Les déchets sont séparés par catégorie - liquide ou solide - en fonction de l'existence ou non d'un risque infectieux associé et de la demi-vie du radionucléide contaminant (Annexe 0 : Synoptique de tri des déchets). Les déchets et effluents liquides sont gérés localement. Ils sont entreposés en décroissance de façon distincte, dans des locaux dédiés à cet usage (Annexe 1) jusqu'à ce que leur activité résiduelle atteigne le seuil de rejet, puis évacués dans le circuit courant.

Ne peuvent être évacués directement dans le milieu environnant ou avec les ordures conventionnelles :

- les déchets solides dont le DD mesuré au contact de l'emballage est supérieur à 2 fois le bruit de fond ambiant, équivalant à 100 nSv.h^{-1} .
- les effluents liquides dont l'activité volumique est supérieure à 10 Bq/L (100 Bq/L dans le cas des rejets provenant des WC séparateurs des chambres de RIV où sont hospitalisés des patients traités à l'iode-131(I-131) ou au Lutétium-177 (Lu-177) ;

L'activité résiduelle de tous les déchets liquides et le DD au contact des déchets solides sont systématiquement mesurés et tracés à l'entreposage en décroissance et avant évacuation.

B. Gestion des effluents liquides radioactifs

Une convention de déversement des effluents non domestiques de l'établissement renouvelable tous les 5 ans, est établie entre le CGFL, la Communauté d'Agglomération du Grand Dijon et la Société Suez Eau France (Annexe 2). Des valeurs guides - activités maximales annuelles susceptibles d'être administrées aux patients et déversées dans le réseau - ont été fixées pour permettre une évaluation objective du système de collecte existant avant d'en améliorer l'efficacité le cas échéant. Les valeurs retenues pour le bilan lors de la signature de la convention avaient été extrapolées à partir de l'estimation d'impact des rejets 2019 obtenue avec le calculateur CIDRRE, pour un débit d'eaux usées rejetées de $19216 \text{ m}^3/\text{an}$ et un débit entrant à la STEP de $55488 \text{ m}^3/\text{jour}$: 80 MBq/m^3 en ^{18}F , 170 MBq/m^3 en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ et 90 MBq/m^3 en ^{177}Lu .

L'impact des déversements de notre établissement sur les personnels du réseau d'assainissement et les travailleurs de la station de traitement des eaux usées (STEU) fait l'objet d'une évaluation annuelle. Sur la base de l'activité totale administrée en 2021, la dose efficace E susceptible d'être reçue par les agents du réseau de collecte et de la STEU de Dijon, pour un rejet direct de radionucléides dans 19736 m^3 d'eaux usées et un débit

d'eau entrant dans la STEU de 48332 m³/jour en 2021, est inférieure à 1 mSv par an (limite annuelle d'exposition du public). Les conditions de prise en charge des patients et de gestion des effluents sont donc satisfaisantes (Annexe 3).

En l'absence de modification significative des activités annuelles administrées ou du volume d'eaux usées rejeté dans le réseau induisant des niveaux d'exposition supérieurs à 1 mSv pour les personnes du public, aucune modification des systèmes de collecte existants n'est justifiée. Des actions d'optimisation seront envisagées dans le cas contraire.

1. Aménagement des locaux, collecte et stockage des effluents du service de MN

Les effluents liquides proviennent :

- des sanitaires « chauds » réservés aux patients ;
- des éviers « chauds » du service réservés et signalés ;
- des bondes au sol ;
- des sanitaires des 2 chambres radio-protégées de radiothérapie interne vectorisée (RIV) au 3^{ème} Est.

Les dispositifs de collecte en place (Annexe 4) permettent d'éviter tout rejet direct de radionucléides dans les eaux usées et d'assurer une décroissance radioactive plus ou moins poussée. Afin de limiter la contamination des eaux résiduaires, le seuil légal de rejet des effluents liquides est fixé en fonction de la radiotoxicité relative et de la forme chimique du radioélément le plus restrictif qu'ils contiennent.

Les sanitaires du service reçoivent les urines des patients injectés pour un examen à visée diagnostique ou un traitement ambulatoire. Les radionucléides les plus utilisés - environ 98 % de l'activité totale administrée - sont le F-18, le Tc-99m, le Lu-177 et l'I-131. Ces effluents sont collectés dans un système de trois fosses septiques ordinaires montées en série, deux de 5 m³ et une de 1 m³ permettant des prélèvements d'échantillons. Elles servent de tampon entre le sanitaire et le collecteur des eaux usées. Les fosses sont dimensionnées pour maintenir un temps de séjour d'environ 3 semaines, permettant d'assurer une décroissance par rétention.

Les effluents provenant des éviers « chauds » et des bondes au sol du service sont recueillis dans un ensemble de 2 cuves de 1 m³ (Medisystem) fonctionnant alternativement en remplissage et en décroissance avec une fréquence de permutation de 6 à 8 semaines. Les radioéléments rejetés de façon prépondérante sont le ^{99m}Tc, l'¹¹¹In, l'¹²³I, le ¹⁷⁷Lu et le ²⁰¹Tl.

Les sanitaires des chambres d'Irathérapie au 3^{ème} étage côté Est sont équipés de WC séparateurs. Les urines sont collectées dans un système de deux cuves de 3 m³ (Lemer-Pax) exclusivement réservées à cet effet et fonctionnant alternativement en remplissage et en décroissance. Le délai moyen de permutation est de 4 mois. Le radionucléide rejeté de façon prépondérante est l'iode-131. Les matières solides rejoignent directement le circuit des eaux usées.

Les cuves sont situées dans un local indépendant fermé à clé, attenant à la plateforme préclinique au 2^{ème} sous-sol du bâtiment. L'accès à cette salle est réglementé et limité aux seules personnes habilitées à intervenir pour les vidanges ou en cas de signalement d'un dysfonctionnement.

Les sanitaires des box du nouveau secteur RIV du service de médecine nucléaire sont équipés de WC séparateurs. Les urines sont collectées dans un système de 6 cuves de 6 m³ chacune (Radioprotect) installées au 2^{ème} sous-sol, à l'aplomb des box, exclusivement réservées à cet effet. Les matières solides de ce secteur rejoignent également directement le circuit des eaux usées.

2. Aménagement des locaux, collecte et stockage des effluents liquides de la plateforme de recherche (UF1, site CGFL et UF2, site Pharmimage)

Les effluents liquides (Annexe 5) regroupent :

- Les rejets des éviers « chauds », réservés à l'eau de lavage et de rinçage du matériel ;

- Les solutions radioactives + ou - à risque biologique, collectées dans des flacons de décroissance dédiés ;
- Les solutions radioactives à risque chimique, collectées dans des bonbonnes de décroissance dédiées ;
- Les effluents provenant des éviers « chauds » sont recueillis dans un ensemble de 3 systèmes de 2 cuves tampons de 200 L de la société Medisystem (**idem pour les deux sites**) fonctionnant alternativement en remplissage et en décroissance, avec une fréquence de permutation dépendante de l'activité.
- **Le site Pharmimage** est doté en plus d'une cuve mobile de décroissance permettant de vider une cuve en cas de contamination par des impuretés de périodes longues.

3. Contrôle et élimination

a) Vérification de l'activité résiduelle

1. Cuves du service de MN

Les 4 cuves situées sous le service de médecine nucléaire sont équipées d'un dispositif de prélèvement en position haute. L'activité volumique des effluents est systématiquement mesurée après fermeture d'une cuve pour l'estimation de la durée de décroissance.

Pour la cuve n°1 et 2 reliées aux chambres de RIV du 3^{ème} étage, 3 échantillons de 20 ml sont prélevés et analysés sur le passeur d'échantillon à distance de la date de fermeture pour des raisons de radioprotection. La valeur de cette activité initiale est utilisée pour estimer une date de vidange. Avant la vidange de la cuve, 3 nouveaux échantillons sont prélevés et analysés pour vérifier que l'activité est inférieure à 100 Bq/l. en I¹³¹.

Pour les cuves n°4 et 5 recueillant les eaux de lavage du service de médecine nucléaire, un échantillon de 400 mL est prélevé au moment de la mise en décroissance d'une cuve pleine.

Cet échantillon de 400 mL est envoyé au laboratoire Algade pour détermination de l'activité des radioéléments utilisés. La valeur de cette activité initiale est utilisée pour calculer la durée de décroissance nécessaire. Les effluents des cuves n° 4 et 5 sont rejetés dans le réseau public lorsque l'activité totale est inférieure à 10 Bq/L.

Pour les cuves du secteur RIV n°6 à 11, elles recueillent les eaux des toilettes et les eaux de lavage des éviers. Ces cuves sont dotées d'un système automatique pour le prélèvement des échantillons de 400 mL envoyés à Algade pour la détermination de l'activité de Lu177, Ac225 et Ra223. La valeur de cette activité initiale est utilisée pour calculer la durée de décroissance nécessaire. Le rejet dans le réseau public est effectué lorsque l'activité totale est inférieure à 10 Bq/L.

2. Cuves de la plateforme préclinique (sur les deux sites)

Chaque système de cuves est équipé d'un dispositif de prélèvement en position haute. L'activité volumique des effluents est systématiquement mesurée à la fermeture d'une cuve.

Un échantillon de 400 mL à 500mL est prélevé au moment de la mise en décroissance d'une cuve pleine. Il est envoyé au laboratoire Algade pour détermination de l'activité volumique des radionucléides utilisés pendant toute la période de remplissage. La valeur de l'activité du radionucléide de période la plus longue est utilisée pour calculer la durée de stockage.

b) Vidange et mise en remplissage des cuves

La gestion des effluents liquides est assurée par les personnes compétentes en radioprotection (PCR) de l'établissement. Les opérations de vidange et de mise en remplissage sont consignées sur les registres de « Gestion des effluents radioactifs ».

La vidange d'une cuve n'intervient qu'après vérification de l'activité volumique résiduelle des effluents qu'elle

contient qui doit être inférieure à 10 Bq/L (Annexes 6 et 7) pour la somme des radionucléides contaminants. La vidange d'une cuve collectant les effluents issus des chambres ou des box de RIV ne peut intervenir que si l'activité volumique résiduelle ne dépasse pas 100 Bq/L en I-131, en Lu-177, en Ac-225, en Ra223. Après 10 périodes de décroissance du Lu-177, la présence de Lu-177m peut être à l'origine d'un dépassement du seuil de rejet au terme du délai de décroissance calculé pour le Lu-177 administrés. Dans ce cas, des mesures par spectrométrie gamma sont faites avant rejet pour déterminer l'activité volumique du Lu-177m et du Lu-177 résultant de sa désintégration.

c) Surveillance des rejets à l'émissaire des deux sites de l'établissement

Des contrôles radiologiques des eaux usées sont réalisés par le laboratoire Algade, organisme agréé par l'ASN, sur une base semestrielle. Un enregistrement continu du rayonnement gamma émis par les effluents transitant par un collecteur est effectué à l'aide d'une sonde à scintillation et d'un dispositif d'enregistrement associé. Des prélèvements ponctuels, représentatifs des effluents en transit, sont réalisés en complément et analysés in situ, avec un dispositif de spectrométrie gamma portable de type IdentifINDER (scintillateur NaI) ou BSI (diode Germanium). Une corrélation entre l'activité volumique mesurée dans l'échantillon prélevé et le flux de photons enregistré au moment du prélèvement, permet de connaître l'activité volumique des effluents à un instant t. L'activité volumique moyenne est la moyenne des activités volumiques à un instant t durant la période de mesure représentative d'une journée de travail de 10 heures. Plus de 7000 mesures sont effectuées sur la période. L'activité volumique (Bq.L⁻¹) des radionucléides suivants est mesurée sur chaque prélèvement : ¹⁸F, ^{99m}Tc, ¹¹¹In, ¹²³I, ¹³¹I, ¹⁷⁷Lu, ²²⁵Ac et ²⁰¹Tl.

Afin de maintenir la dose efficace engagée pour les égoutiers et les travailleurs de la station de traitement des eaux usées (STEU) au niveau le plus bas possible en-dessous de 1 mSv, les activités volumiques moyennes susceptibles d'être mesurées aux émissaires de l'établissement sont fixées à 7000 Bq.L⁻¹ en ^{99m}Tc et 1000 Bq.L⁻¹ en ¹⁸F, radionucléides les plus utilisés. Ces niveaux indicateurs ne sont pas des limites de rejet dans le réseau public, mais des valeurs guides au-delà desquelles des actions d'amélioration devront être envisagées pour améliorer l'efficacité du dispositif d'assainissement existant.

C. Gestion des déchets solides radioactifs

1. Tri et conditionnement

Les déchets générés par les activités de la plateforme d'imagerie préclinique sont triés et collectés par les opérateurs aux différents postes de travail, dans les contenants mis en place et gérés par des personnes habilités.

Tous les déchets provenant de l'utilisation de sources radioactives non scellées à des fins médicales, sont gérés dans les locaux dédiés du service de MN, par le personnel habilité et selon une procédure décrivant les modalités de collecte et d'enlèvement propres à chaque secteur concerné (Annexe 8).

Les déchets du service de MN sont triés et collectés dans des contenants appropriés, par le personnel médico-technique. Les déchets provenant des activités à visée diagnostique ou thérapeutique conduites au CGFL hors du service de MN, sont triés et collectés sur leur lieu de production par le personnel soignant. Tout patient incontinent ou porteur de protections hygiéniques, hospitalisé au Centre et bénéficiant d'une prise en charge en Médecine nucléaire, fait l'objet d'une fiche d'information aux services de soins, transmise au cadre infirmier par la manipulatrice qui effectue l'administration du MRP. Cette fiche précise les modalités de collecte et d'identification des déchets faiblement radioactifs susceptibles d'être générés après exploration scintigraphique (Annexe 9) ou dose thérapeutique (Annexe 10).

2. Déchets provenant du service de Médecine Nucléaire

Une discrimination effectuée à l'origine de la production en autant de contenants que de catégories à

considérer permet de limiter le volume de stockage. La collecte est organisée autour des différents postes de travail, en tenant compte à la fois du risque infectieux et du risque lié à une contamination radioactive.

Les déchets radioactifs sont regroupés dans des “ poubelles chaudes ” signalées par un trèfle, mises en place, et gérées sur une base hebdomadaire, par trois techniciennes habilitées. Les déchets non radioactifs sont jetés dans des « poubelles froides ». L'activité résiduelle de toutes les poubelles du service - chaudes **et** froides - est systématiquement contrôlée avant évacuation des sacs.

Les déchets solides courants : verre «propre» (flacons, ampoules...), déchets piquants, coupants ou tranchants, articles de soins ou objets non imprégnés de produits biologiques (compresses, seringues, chiffons, gants, papier...), articles de soins ou objets imprégnés de produits biologiques (alèses, tubes, cotons, compresses, ...) sont séparés en 6 groupes, en fonction de la période des radionucléides contaminants :

- **Gr. 1** : Déchets de demi-vie < 24 heures (F-18, Tc-99m, etc) sauf I-123, qui peut contenir des impuretés d'I-125 (T = 60 j) et Ga-68 potentiellement contaminé au Ge-68 (T = 288 j)
 - 1A : verre propre (ménager, DAOM)
 - 1B : déchets assimilables aux ordures ménagères (DAOM)
- **Gr. 2** : Déchets de demi-vie moyenne (24 heures < T < 7 jours) sans impuretés de demi-vie longue
- **Gr. 3** : Déchets contaminés à l'I-131
- **Gr. 4** : Déchets de demi-vies supérieures à 8j et émetteurs α , β (Y-90, Ra-223, Ac-225, I-123, I-125)
- **Gr. 5** : Déchets des traitements au Lutathera® au Lu-177m (T=160,4 j)
- **Gr. 6** : Déchets issus du générateur Ge-68/Ga-68

Les déchets mous sont récupérés dans des sacs en plastique, suffisamment résistants pour éviter toute dissémination, de taille adaptée à celle du contenant et clairement identifiés de la façon suivante :

- N° du sac : n° d'ordre dans la liste des sacs de type correspondant (cf. logiciel de gestion des sources et des déchets Pharma 2000 et/ou registre correspondant);
- Groupe de déchets et dates de début et de fin de remplissage du sac.

Chaque lundi, tous les déchets radioactifs sont transférés dans un des locaux de stockage disponibles (Annexe 1, N°1 ou N°2), par un monte-charge dédié reliant les zones délimitées du 1^{er} et du 2^{ème} sous-sol du service, sans traverser aucune zone publique (cf annexe A1). Ils restent entreposés en décroissance jusqu'à ce que le DD mesuré à leur contact atteigne 100 nSv/h, avant d'être évacués vers une filière autorisée :

- Déchets Assimilables aux Ordures Ménagères (DAOM, emballage gris/noir/vert) en l'absence de risques infectieux et chimique ;
- Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux (DASRI, sac, carton doublé ou septobox jaune) pour incinération.

Après utilisation, les flacons de solutions mères (hors Tc-99m) sont remis dans leur protection plombée et entreposés dans l'armoire des sources de la radiopharmacie jusqu'au lundi suivant, avant d'être transférés au local de stockage N°2, où ils sont banalisés et jetés dans une poubelle chaude.

Les pots de protection font l'objet d'une reprise par une société de recyclage. Deux bacs identifiés, entreposés au local de stockage N°2, permettent de séparer le plomb des alliages après banalisation et vérification par mesure de l'absence de toute contamination résiduelle. Un agent des services généraux procède à leur enlèvement sur une base mensuelle, à la demande d'une technicienne habilitée assurant gestion & traçabilité.

Les filtres du système de ventilation des locaux et des boîtes à gants, sont mesurés et éventuellement stockés en décroissance jusqu'à ce qu'ils atteignent le seuil de rejet et puissent être éliminés.

Les pots plombés ayant contenu des flacons de ¹⁸F-FDG sont retournés au fournisseur par le circuit de livraison après 24 heures de décroissance dans le service. (Procédure de renvoi des emballages de ¹⁸F- FDG après décroissance – Annexe 11).

Les générateurs Mo/Tc sont assimilés à des déchets individualisés. Après une semaine d'utilisation, ils sont remis dans leur emballage d'origine et descendus au local de stockage N°2. Ils y sont stockés jusqu'à ce que l'activité résiduelle soit inférieure à 600 MBq (Mo-99) et le débit de dose mesuré au contact du seau inférieur à 5 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. Ils sont retournés au fournisseur par le circuit de livraison des sources radioactives selon la procédure en vigueur (Mise aux déchets et renvoi des générateurs Mo/Tc - Annexe 12).

En fin de vie, les générateurs de Ge-68/Ga-68 font l'objet d'une reprise par le fournisseur.

a) Déchets de demi-vie < 24 heures (Groupe 1)

Radiopharmacie :

- Un fût blindé « $^{99\text{m}}\text{Tc}$ / ^{18}F verre » :
Tous les déchets technétiés des poubelles chaudes du service (Flacons de MRP) y sont regroupés de façon hebdomadaire (1 sac/semaine). Les résidus de flacons de ^{18}F y sont jetés après 24H de décroissance dans leur emballage de transport ;
- Une poubelle blindée contenant un sac vert (DAOM) pour les tubulures des systèmes automatiques de préparation des doses de [^{18}F]-FDG (KARL, MEDRAD Intego™ et TRASIS) ;
- Un bac en plastique jaune (BTO, DASRI) pour les tubulures à aiguille ;
- Dans la boîte à gants diagnostic : une boîte à aiguilles blindée, une poubelle pour les autres déchets vidée quotidiennement dans le fût correspondant.

Laboratoire de contrôle CQ:

- Une poubelle blindée dédiée aux déchets jetables radioactifs (DAOM mous, sac noir).
- Une poubelle dédiée aux déchets jetables non radioactifs (DAOM mous, sac noir).
- Une poubelle blindée, boîte « anti-pique » chaude (Tc-99m, Ga-68)
- Une boîte « anti-pique » froide

Laboratoire d'hématologie / synthèses au Ga-68 :

- Une poubelle blindée dédiée aux déchets jetables radioactifs issus de l'activité Ga-68 (DAOM mous, sac vert).
- Une poubelle contenant les flacons d'élution ^{68}Ga
- Une poubelle dédiée aux déchets jetables non radioactifs (DAOM mous, sac noir).
- Une boîte « anti-pique » froide

Salle d'injection diagnostic :

- une boîte à aiguilles blindée identifiée sur le chariot d'injections ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, DASRI) ;
- une poubelle chaude blindée identifiée contenant une boîte anti-pique à ouverture large pour les microfuseurs et les trocards (DASRI), un container en plastique décontaminable pour les autres déchets radioactifs (seringues, coton, compresses, matériel de perfusion...), vidée quotidiennement dans le fût correspondant au laboratoire chaud ;
- chariot d'injection des ganglions sentinelles : une boîte à aiguilles blindée (DASRI) et une petite poubelle pour les déchets jetables (DAOM).

Salle d'épreuves d'effort :

- une boîte à aiguilles sur le pied à sérum (déchets non radioactifs, DASRI) ;
- une poubelle plombée identifiée contenant une boîte anti-pique à ouverture large (trocards, rasoirs...DASRI) et un contenant dédié aux seringues ;
- une poubelle froide dédiée aux déchets jetables non radioactifs (DAOM, sac gris/noir) ;

Salle de ventilation pulmonaire :

- une poubelle blindée contenant un sac en plastique vert (DAOM mous) pour la récupération des masques et tubulures à usage unique utilisées pour les ventilations pulmonaires au technégas (1 sac/semaine)

- Une poubelle chaude identifiée contenant un sac vert de récupération des déchets générés par les patients (couches, protections...) (1 à 2 sac(s) / semaine) selon remplissage).

Six box TEP d'injection/attente des patients recevant un traceur en lien avec cette activité diagnostique:

- Une boîte à aiguilles blindée sur le chariot d'injections ;
- Une poubelle chaude blindée contenant un sac vert changé chaque jour, pour la récupération de tout le matériel d'injection non piquant.

Trois box RIV d'injection/attente des patients recevant un radiopharmaceutique dans le cadre de cette activité thérapeutique :

- Une poubelle chaude blindée contenant un sac vert changé chaque semaine, pour la récupération de tout le matériel de soins, d'injection non piquant.

b) Déchets de demi-vie moyenne (24 heures < T < 8 jours, Groupe 2)

Local de stockage N° 2: un fût blindé identifié « T < 8 jours DASRI » contenant un sac en plastique identifié de la façon suivante : n° d'ordre dans la liste informatique de gestion des sacs de déchets, groupe de déchets, date de début et de fin de remplissage.

Tous les déchets du service appartenant à cette catégorie (flacons de MRP, seringues, coton, compresses, matériel de perfusion) y sont regroupés de façon trimestrielle (1 sac/trimestre).

c) Déchets contaminés à l'iode-131 (Groupe 3)

Afin de limiter le risque de contamination interne du manipulateur par inhalation, les déchets contaminés à l'¹³¹I (aiguilles, seringues, coton, compresses) sont stockés dans des emballages hermétiques, à l'intérieur de la cellule dédiée à l'activité thérapeutique, ventilée et en dépression.

Les seringues et les aiguilles contaminées sont placées dans un sac en plastique de taille adaptée, soudé immédiatement après injection. Ces sacs sont entreposés dans une boîte anti-pique identifiée « ¹³¹I » à l'intérieur de la cellule. Les boîtes pleines sont fermées hermétiquement avant d'être descendues au local de stockage N°2. La date de fermeture est notée sur chaque boîte.

Une poubelle chaude blindée identifiée contenant un sac en plastique identifié est entreposée au local de stockage N°2. Les flacons et capsules ayant contenu un médicament marqué à l'iode-131 y sont rejetés au fur et à mesure de leur mise aux déchets → un sac/an (¹³¹I-DASRI).

d) Déchets de périodes supérieures à 8 jours et émetteurs β (Groupe 4)

Sont regroupés dans cette catégorie les déchets contaminés par des radionucléides de période longue et les émetteurs β pur dont l'activité résiduelle ne peut pas être mesurée : ⁸⁹Sr, ⁹⁰Y, ¹⁵³Sm, ¹⁶⁹Er, ¹⁸⁶Re et les flacons de ¹²³I-DATscan, susceptibles de contenir des traces d'iode-125. Le délai prévisionnel de stockage est calculé sur la base de la période la plus longue.

Ces déchets sont entreposés au local de stockage N°2 : une poubelle en plexiglas contenant un sac en plastique identifié. Tous les flacons de MRP appartenant à ce groupe y sont regroupés en décroissance (DAOM, 1 sac/an). La poubelle reste dans l'armoire métallique du local de stockage.

e) Déchets des traitements au Lutathera® (Groupe 5)

Les flacons de Lutathera® contiennent du Lu-177 dont la demi-vie est de 6,7 jours et des traces de Lutétium-177m (Lu-177m), isomère métastable du Lu-177 de demi-vie 160,4 jours dont la présence est liée au mode de production utilisé. La gestion en décroissance des déchets est organisée sur la base de la demi-vie du Lu-177m dont l'activité résiduelle supérieure à la valeur limite d'exemption (1 MBq) ne peut pas être considérée

négligeable. La durée prévisionnelle d'entreposage avant élimination va de 3 (1+2) ans (flacons vides et déchets de soins) à 5 (3+2) ans (flacons fractionnés) après la date d'utilisation (Année N) :

- Les flacons contaminés (verre propre) sont entreposés dans leur pot de transport plombé (Synoptique d'élimination, Annexe 20) avant mise en sac effective après :
 - 1 an de décroissance pour les flacons vides (Année N+1, 1 sac par semestre) ;
 - 3 ans de décroissance pour les flacons 1/2 doses, peu nombreux mais dont l'activité résiduelle est élevée (Année N+3, 1 sac par an).
- Les déchets de soins collectés dans un contenant rigide dédié (DASRI) lors de chaque traitement, sont stockés à la chambre froide du service jusqu'à ce qu'ils atteignent le seuil de rejet.

f) Déchets contaminés au Ge-68 / Ga-68 (Groupe 6)

- Un sac DAOM contenant compresses, papiers, seringues est jeté après mesure ;
- Un sac dédié aux flacons d'éluions avec potentielle présence de Ge-68 est ouvert/fermé tous les 3 mois. Les sacs dont le débit de dose au contact n'excède pas 2 fois le bruit de fond sont jetés selon la procédure. Dans le cas contraire, ils sont mis en décroissance au local N°2.
- Des boîtes « anti-pique » contenant aiguilles, filtres contaminés au ^{68}Ga / ^{68}Ge sont gérées de la même façon après fermeture.

3. Déchets provenant des services de soins

a) Cas des explorations scintigraphiques ou doses thérapeutiques (sauf ^{131}I)

Tous les déchets faiblement radioactifs générés au CGFL par des patients incontinents ayant bénéficié d'un examen scintigraphique ou d'une dose thérapeutique sont collectés, triés et gérés directement dans les locaux de l'unité qui accueille le patient, par le personnel soignant sous la responsabilité du cadre infirmier. Les sacs sont ensuite transférés au local de stockage N°1 (Collecte et d'enlèvement des déchets faiblement radioactifs produits dans les services de soins – Annexe 13) pour mesure et éventuel stockage en décroissance.

b) Cas des doses thérapeutiques nécessitant l'hospitalisation en chambres protégées (^{131}I)

Tous les déchets produits dans les chambres de RIV sont considérés contaminés. Trois poubelles identifiées, entreposées dans le sas d'accès à la chambre, permettent de les trier et de les collecter selon la procédure en vigueur (Collecte et d'enlèvement des déchets produits dans les chambres d'administration de traitements à l'iode 131 – Annexe 14) :

- Une poubelle identifiée contenant un sac en plastique de couleur verte pour les déchets jetables (mouchoirs, protections, alèses, crachoirs et tout matériel absorbant souillé par les urines, la salive, les vomissements ou les expectorations) (DAOM - un sac/patient) ;
- Une poubelle identifiée contenant un sac noir pour la récupération du linge → volume variable dépendant de l'état général du patient ;
- Une poubelle blanche identifiée réservée aux résidus de repas.

Les résidus de repas (déchets fermentescibles) sont collectés dans des sacs transparents qui sont soudés avant d'être déposés dans la poubelle dédiée.

Les lavettes et franges utilisées pour le ménage des chambres sont collectées dans filets verts entreposés au vidoir de l'étage.

Ces déchets sont ensuite transférés au « local de dépôt et d'enlèvement » du service de MN par les agents de collecte, pour mesure et éventuel stockage en décroissance avant évacuation.

4. Déchets provenant de la plateforme d'imagerie préclinique

Afin de limiter le volume de stockage et de réduire le risque d'exposition des personnes au niveau le plus bas possible, le tri et la collecte des déchets sont effectués sur le lieu de production, dans des contenants gérés par le personnel de la plateforme ou par le personnel de ménage pour les DAOM froids. Les radionucléides sont répartis en quatre groupes en fonction de leur demi-vie (Annexe 15). Les contenants adaptés sont mis en place à la demande des opérateurs. Ils sont identifiés, enlevés, stockés en décroissance dans le local N°1 (rue du Pr Marion) ou dans l'unique local des déchets (site pharmimage) puis évacués par des personnes habilités.

- Des poubelles froides pour les déchets jetables non radioactifs (DAOM mous, sac noir) ;
- Des poubelles réservées aux déchets jetables faiblement radioactifs (DAOM mous, sac vert) ;
- Des poubelles blindées réservées aux déchets jetables radioactifs (DAOM mous, sac vert ou DASRI, sac jaune) ;
- Des poubelles blindées de paillasse contenant des boîtes à aiguilles.

5. Modalités de dépôt et de stockage

Le service de Médecine Nucléaire dispose : (Annexe 1)

- d'un local de dépôt et d'enlèvement des déchets
- d'une chambre froide
- d'un local de stockage intermédiaire extérieur
- de deux locaux de stockage N°1 et N°2

Le local de dépôt et d'enlèvement est scindé en deux parties :

1. Une aire de dépôt des déchets collectés dans les services de soins et l'éventuel retour de sacs ayant provoqué le déclenchement de la balise en sortie d'établissement :
 - Un bac identifié pour le linge provenant des chambres de traitement à I¹³¹I
 - Un bac identifié pour les franges à mesurer (chambres de traitement à I¹³¹I)
 - Un bac identifié pour les déchets alimentaires (chambres de traitement à I¹³¹I)
 - Un bac identifié pour les sacs ayant provoqué le déclenchement de la balise
 - Un bac identifié « Lavettes et franges à mesurer »
 - Un container identifié « DAOM à mesurer »
 - Un container identifié « DASRI à mesurer »
2. Une aire d'enlèvement des déchets non radioactifs comprenant :
 - Un bac identifié pour les DASRI à évacuer
 - Un bac identifié pour les DAOM à évacuer

Chambre froide

Ce local est réservé au stockage des déchets fermentescibles et des DASRI nécessitant une durée de stockage supérieure à 7 jours. La gestion de ces déchets est effectuée selon le protocole en vigueur et tracée sur un registre dédié.

Local de stockage N°1

Les déchets en décroissance y sont entreposés de façon distincte :

- Les sacs de linge des chambres de RIV ;
- Les lavettes et franges dans un contenant identifié ;

- Les sacs de déchets du service de MN, des services de soins et de la plateforme préclinique dont le DD est élevé dans une armoire blindée ;
- Les sacs de déchets de la plateforme (DASRI ou DAOM) en attente de mesure et en décroissance
- Les sacs de déchets jetables assimilables à des DAOM en décroissance ;
- Les sacs de déchets assimilables à des DASRI en décroissance.

Deux congélateurs sont également dédiés au stockage de déchets de la plateforme (cadavres d'animaux, litières contaminées avec un radioélément de période moyenne/longue, ...) en décroissance ou en attente d'évacuation.

Local de stockage N°2

Les déchets en décroissance y sont entreposés de façon distincte :

- Les générateurs Mo/Tc ;
- Deux poubelles plombées : déchets contaminés à l'I-131 et déchets du groupe 2 (In-111, TI-201, ...).

Dans les armoires :

- Les boîtes à aiguilles pleines clairement identifiées et la poubelle en plexiglas dédiée à la récupération des MRP du groupe 5 ;
- Les flacons de Lu-177 et de Ga-68/Ge-68 en décroissance.

Un congélateur et un réfrigérateur sont également dédiés au stockage des déchets de la plateforme

La gestion de ces déchets est effectuée selon le Protocole de gestion des déchets solides dans le service de Médecine Nucléaire (Annexe 16).

Local de stockage intermédiaire des containers ayant déclenché la balise

Les bacs de déchets à évacuer qui font sonner la balise de détection de radioactivité en sortie d'établissement font l'objet d'un décompte quotidien par les agents de collecte (Annexe 17). Ils sont entreposés au local de stockage intermédiaire pendant 2 à 3 jours avant nouvelle mesure (Procédure affichée Annexe 18).

Local de stockage des déchets du site « Pharmimage » (annexe 1 bis)

Les déchets en décroissance y sont entreposés de façon distincte.

La gestion de ces déchets est effectuée selon le Protocole de gestion des déchets solides de l'établissement.

Le personnel de la plateforme habilité est en charge de l'élimination des déchets dans le domaine public après décroissance.

6. Contrôles et élimination sur les deux sites

La procédure de gestion des déchets impose un contrôle systématique de l'activité résiduelle des différents sacs avant évacuation.

Sur le site principal : Les mesures de débit de dose sont réalisées avec un dispositif de spectrométrie gamma portable de type IdenFINDER 2 (HTDS) selon le cas, dans le local de comptage ou à proximité de la chambre froide, mais toujours dans un environnement dépourvu d'interaction avec d'autres sources, déchets ou effluents.

Sur le site « Pharmimage » : Les mesures seront réalisées avec un contaminamètre de type FHZ742 ou Berthold LB124, dans un environnement à bas bruit de fond, dépourvu d'interaction avec d'autres sources, déchets ou effluents.

a) Contrôle des poubelles du service de Médecine Nucléaire et de la Plateforme

Les poubelles « chaudes » sont mesurées au moment de leur entreposage en décroissance dans le local de stockage N°1. Les poubelles « froides » situées dans les différentes salles de la zone réglementée sont systématiquement descendues dans le local de dépôts en fin de journée, et mesurées le lendemain matin afin

de garantir l'absence d'une contamination accidentelle. Si la mesure ne relève aucune trace de radioactivité, la poubelle passe immédiatement dans le circuit courant des ordures ménagères. Dans le cas contraire, elle est entreposée en décroissance dans le local de stockage (DAOM en décroissance).

b) Contrôle et évacuation des déchets du local de stockage et de la chambre froide

Conformément aux protocoles en vigueur, tous les sacs entreposés en décroissance sont systématiquement mesurés à la date d'évacuation prévisionnelle afin de vérifier que le DD (ou mesure en cps pour le site Pharmimage) à leur contact ne dépasse pas 2 fois le bruit de fond ambiant (environ 100 nSv.h-1 ou 10 Cps). Ils peuvent alors être évacués comme des déchets non radioactifs, vers la filière des déchets ménagers (DAOM) ou celle des déchets à risque infectieux (DASRI).

c) Contrôle et évacuation en sortie d'établissement sur le site principal :

Un système à poste fixe de détection de radioactivité (balise de détection SYREN EURISYS à scintillateur plastique) dans les conteneurs de déchets provenant du circuit conventionnel est installé en sortie d'établissement. Tous les déchets produits au CGFL sont ainsi systématiquement mesurés. Ce contrôle final permet de détecter d'éventuelles anomalies dans le plan de gestion et de retenir d'éventuels déchets radioactifs pour une décroissance sur site. Le seuil de détection du système est réglé sur 6 écarts-types du bruit de fond local, équivalant à 100 nSv.h-1. Cette valeur correspond à une activité minimale détectable d'environ 74 kBq à 1 m pour une source ponctuelle de Tc-99m ou d'I-131.

Tout déclenchement de la balise fait l'objet d'un enregistrement par l'agent de collecte (Annexe 17). Le container correspondant est transféré au local de stockage intermédiaire pour 2 jours de décroissance avant une seconde mesure (Annexe 18). 3 % de ces déchets devront être remis en décroissance après le 2^{ème} passage. Une troisième mesure est effectuée 24 heures plus tard. Si la balise sonne toujours, l'agent de collecte recherche le(s) sac(s) contaminé(s) et le(s) ramène, avec une fiche de signalement (Annexe 19), au local de dépôt du service de MN où il(s) est (sont) déposé(s) dans un container dédié.

III. Traçabilité

A. Registres de contrôle des effluents liquides

Les registres de « Gestion des effluents radioactifs » précisent la date de mise en service de la cuve, la date de fermeture, l'activité volumique au moment de la mise en décroissance, l'activité résiduelle des effluents au moment du rejet, la date d'évacuation à l'égout. La surveillance des niveaux de remplissage et du bon fonctionnement des voyants et des alarmes fait l'objet d'un contrôle mensuel par une PCR.

B. Registres de contrôle des déchets solides

La gestion des sources non scellées utilisées en Médecine Nucléaire : commande, réception, utilisation, mise aux déchets, est informatisée (Logiciel de gestion des sources et des déchets Waid, Pharma 2000).

Le résultat des mesures effectuées sur les sacs de déchets correspondants est systématiquement enregistré sur Pharma 2000. Chaque sac fait l'objet d'une « Fiche de sac » imprimée au moment du rejet et archivée dans un registre. Cette fiche précise : le n° du sac, la date de fermeture, la date prévisionnelle d'élimination dans le circuit courant, l'activité résiduelle de chaque radionucléide au moment du rejet et les valeurs des DD mesurés jusqu'à l'élimination (Annexe 20).

Les résultats des mesures effectuées sur les déchets stockés à la chambre froide sont consignés sur un registre dédié, précisant : le numéro de la semaine de dépôt et le numéro d'ordre dans la semaine, le DD au contact du sac au moment du dépôt, la date d'évacuation et le DD mesuré au moment du rejet.

Les résultats des mesures effectuées sur les déchets provenant de la Plateforme d'imagerie préclinique (pour les deux sites) sont consignés sur des registres dédiés précisant : le n° du contenant, la date d'entreposage au local de stockage et le DD ou la mesure en cps initial, le DD mesuré ou la mesure en cps avant évacuation, la date de rejet dans le circuit courant.

Annexes :

[Annexe 0](#) Synoptique de tri et collecte des déchets radioactifs

[Annexe 1](#) Plan des locaux dédiés aux déchets radioactifs

[Annexe 2](#) Convention de déversement des eaux usées non domestiques du CGFL dans le réseau

[Annexe 3](#) Calcul CIDRRE de l'impact des rejets 2021 sur les travailleurs de l'assainissement

[Annexe 4](#) Dispositifs de collecte des effluents liquides du service de MN Annexe

[Annexe 5](#) Dispositifs de collecte des effluents liquides sur la plateforme préclinique

[Annexe 6](#) Comptage des prélèvements sur cuves de décroissance Médecine nucléaire

[Annexe 7](#) Comptage des prélèvements sur cuves de décroissance Plateforme

[Annexe 8](#) Procédure de gestion des déchets solides dans le service de Médecine nucléaire

[Annexe 9](#) Information aux services de soins (explorations diagnostiques)

[Annexe 10](#) Information aux services de soins (doses thérapeutiques)

[Annexe 11](#) Procédure de renvoi des emballages de ^{18}F -FDG après décroissance

[Annexe 12](#) Procédure de mise aux déchets et de renvoi des générateurs Mo/Tc

[Annexe 13](#) Procédure de collecte et d'enlèvement des déchets faiblement radioactifs produits dans les services de soin

[Annexe 14](#) Procédure de collecte et d'enlèvement des déchets des chambres de traitements à l'iode-131

[Annexe 15](#) Modalités de tri des sources radioactives de la Plateforme

[Annexe 16](#) Protocole de gestion des déchets solides dans le service de Médecine Nucléaire

[Annexe 17](#) Décompte des bacs provoquant le déclenchement de la balise

[Annexe 18](#) Procédure de gestion des bacs déclenchant la balise en sortie d'établissement

[Annexe 19](#) Fiche d'enregistrement de non-conformité dans la collecte des déchets

[Annexe 20](#) Fiche de sac évacué