



PLAN DE GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS DU GROUPEMENT HOSPITALIER EST

Juin 2019

Plan de gestion des déchets radioactifs du site GHE /HCL

1/41

SOMMAIRE :

1. Zone de production des déchets radioactifs du site GHE.
2. Gestion des déchets du CBE.
3. Gestion des déchets de la Radiopharmacie.
4. Gestion des déchets du service de radiothérapie métabolique (unité de soins).
5. Gestion des effluents radioactifs du service de radiothérapie métabolique.
6. Gestion des déchets du service d'imagerie de médecine nucléaire.
7. Gestion des effluents radioactifs du service d'imagerie de médecine nucléaire.
8. Gestion des déchets radioactifs du service TEP IRM.
9. Gestion des effluents radioactifs du service TEP-IRM.
10. Gestion des déchets radioactifs provenant d'un service du site GHE.
11. Gestion des déchets provenant d'un établissement extérieur au GHE.
12. Gestion des effluents gazeux et des filtres des équipements.
13. Identification et localisation des points de rejets des effluents liquides dans le réseau public.
14. Identification et localisation du système de détection de la plate-forme 'déchets' du GHE.

15. Annexes.

- Annexe 1

Note sur l'estimation de la radioactivité et le volume des effluents provenant de l'activité Diagnostic du service de médecine Nucléaire.

- Annexe 2

Note sur l'estimation de la radioactivité et le volume des effluents provenant de l'activité Thérapie du service de médecine Nucléaire.

- Annexe 3

Evaluation de l'activité I^{131} susceptible d'être rejetée dans les effluents des douches.

- Annexe 4

Présentation du système des alarmes des cuves et interface avec la GTC.

- Annexe 5

Mode opératoire du contrôle des détecteurs de fuite.

- Annexe 6

Gestion des effluents radioactifs par le CERMEP.

- Annexe 7

Modification du réseau des collecteurs d'effluents au point de rejet P4.

Estimation de l'activité Tc^{99m} rejetée au point P4.

- Annexe 8

Evaluation de l'activité Lu^{177} susceptible d'être rejetée dans les effluents des douches.

- Annexe 9

Cartographie du réseau radioactif du CMN.

1. ZONE DE PRODUCTION DES DECHETS RADIOACTIFS DU SITE

• **CBPE**

Service hormonologie: Zone réglementée du 5^{ème} étage.

Laboratoires GEM 5-027, 5-005, 5-006, 5-008 et 5-009.

Stockage GEM 5-002.

Local Déchets intermédiaire GEM 5-001.

Radioéléments: **Iode 125, Tritium H3, Carbone 14, Phosphore 32.**

• **CENTRE DE MEDECINE NUCLEAIRE (CMN)**

Unité de soins: 11 chambres d'hospitalisation avec sanitaires:

Ba 14 S1- 030, 031, 032, 034, 037, 038, 041, 042, 045, 046 et 047

Local déchets intermédiaire Ba 14 S1-027.

Radioéléments: **Iode 131, Indium 111, Lutétium 177, Samarium 153, Radium 223.**

Service d'imagerie: Salles n° Ba 14 RC-070, 071, 072, 073, 077, 078, 065, 066, 068, 053, 055, 057 et 060

3 sanitaires n° Ba 14 RC-067, 076 et 079.

Radioéléments: **Technétium 99m, Indium 111, Thallium 201, Iode 123, Krypton 81m.**

Radiopharmacie: Laboratoires : Ba 14 RC-022, 023 et 024.

Radioéléments: **Iode 131, Indium 111, Lutetium 177, Technetium 99m, Thallium 201, Iode 123, Samarium 153, Fluor 18, Radium 223, Krypton 81m.**

TEP IRM Sous-Sol CMN: Ba 14 S1-048, Ba 14 S1-045

Radioéléments: **Oxygène 15, Azote 13, Carbone 11, Fluor 18, Gallium 68** (en provenance du CERMEP)

• **HOPITAL NEUROLOGIQUE**

Unité 301 : Unité d'enregistrement vidéo-EEG située au troisième étage au sein de l'unité 301

Service imagerie : Salle n°3 du service d'imagerie, Rez-de-chaussée. (Ba G RC-416)

Radioélément: **Technétium 99m**

• **CERMEP**

Box d'injection du 18FDG

Radioélément: **Fluor 18**

• **LOCAUX DE STOCKAGE DES DECHETS RADIOACTIFS**

Ba 14 S1-061, Ba 14 S1-020, Ba 14 S1-021, Ba 14 S1-009 et Ba 14 S1-014.

Locaux des cuves de décroissance: local cuves imagerie et local cuves thérapie (Ba 14 S1-062).

2. GESTION DES DECHETS DU CBE

2.1 Mode de production des déchets radioactifs CBE 5^{ème} étage

La production des déchets contaminés provient de l'activité 'diagnostic in vitro' et 'recherche in vitro' du laboratoire d'hormonologie du Centre de Biologie Est des Hospices Civils de Lyon.

L'autorisation couvre les radionucléides suivants : H³, C¹⁴, P³², I¹²⁵.

2.2 Identification des zones de production des déchets radioactifs CBE

Le laboratoire d'hormonologie du 5^{ème} est accessible par un sas (GEM 5-041) :

Il comprend :

Un laboratoire réservé à la manipulation du H³ (GEM 5-009)

Un laboratoire réservé à la manipulation du C¹⁴ (GEM 5-005)

Un laboratoire réservé à la manipulation de I¹²⁵ avec un poste de manipulation semi-fermé pour le P³² (GEM 5-027)

Laboratoires communs :
Local GEM 5-006 équipé de centrifugeuses
Local GEM 5-008 équipé de compteurs bêta et gamma
Local GEM 5-002 Stockage des sources radioactives
Local GEM 5-001 Local des déchets radioactifs intermédiaire

+ un Laboratoire pour une activité de marquage à I¹²⁵ (Ba 14 S1-022)

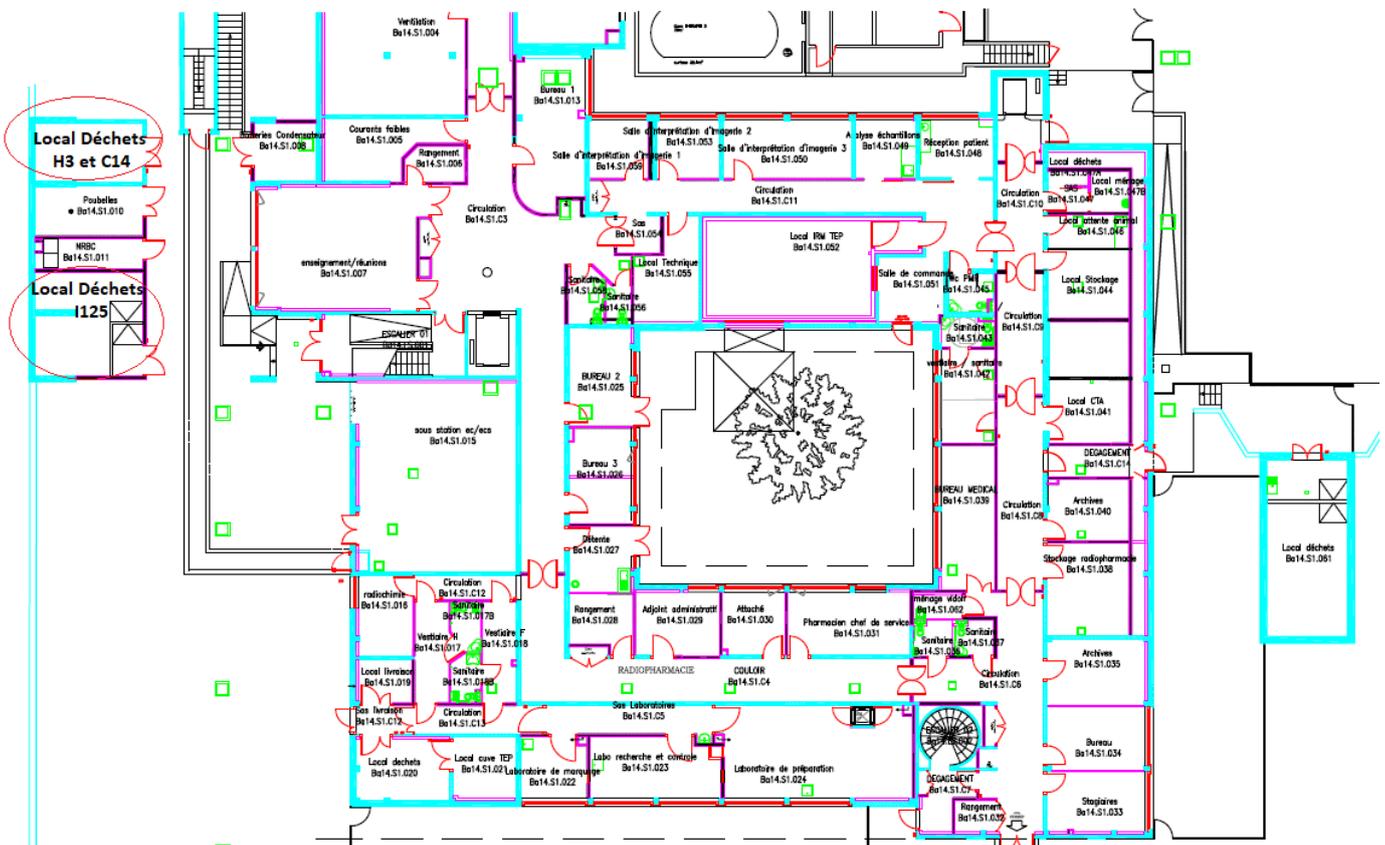
2.3 Identification des zones de stockage des déchets

Deux locaux extérieurs, situés au niveau sous-sol du Centre de Médecine Nucléaire :

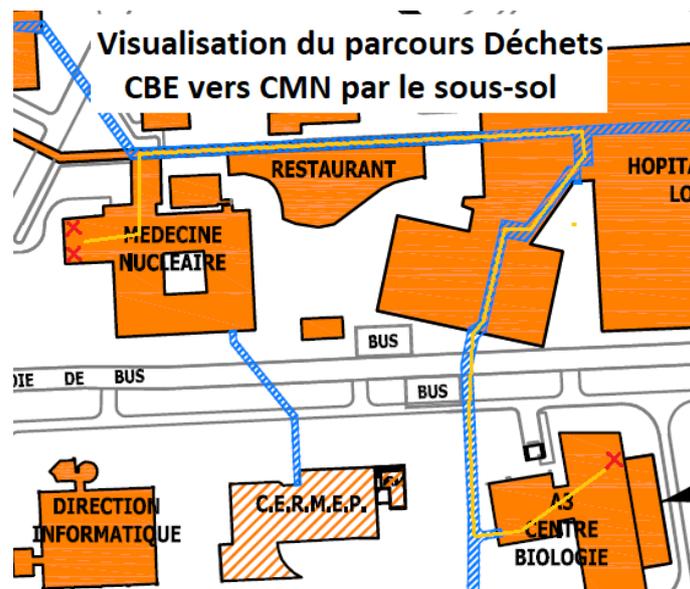
- un local pour la gestion en décroissance I¹²⁵ : Ba 14 S1-014

- un local en attente d'enlèvement pour ANDRA : Ba 14 S1-009.

Centre de Médecine Nucléaire (Niveau Sous-Sol)



Plan de gestion des déchets radioactifs du site GHE/HCL



2.4 Mode de gestion des déchets contaminés par I¹²⁵

Les déchets contaminés par iode 125 (période 60 jours) sont gérés en décroissance sur le site.

Tous les déchets contaminés par I¹²⁵ sont mis dans des containers type carton clinibox (carton doublé sac plastique 50 L) étiquetés I¹²⁵ situés soit :

- dans le local des déchets intermédiaire GEM 5-001, pour les déchets I¹²⁵ provenant des dosages RIA
- dans le local Ba 14 S1-22, pour les déchets I¹²⁵ provenant de l'activité de marquage.

Collecte des déchets

Déchets provenant des dosages : Les liquides contaminés par I¹²⁵ provenant des décantations, des lavages ou rinçages sont recueillis, suivant la technique utilisée (aspiration ou retournement) dans des récipients appropriés (cuvettes, erlens, etc...) réservés à cet usage, étiquetés du trèfle radioactif.

Ces récipients sont immédiatement vidés dans un container plastique de capacité 2 L étiqueté LA I¹²⁵ stocké sur la paillasse de la pièce de décantation une fois plein, traitement par un antiseptique et mise d'un agent gélifiant pour solidifier le liquide avant de fermer hermétiquement et de mettre en déchets.

Les tubes en sortie de compteur, pointes de pipettes, gants, papiers contaminés, fond de traceur en flacon hermétique, etc... sont mis directement en déchets I¹²⁵.

Les fractions de traceurs I¹²⁵ marquées au laboratoire, non utilisées, et arrivées à péremption, sont mises avec les déchets I¹²⁵ provenant des marquages.

Une fois rempli, un carton est fermé hermétiquement, et étiqueté :

Date, nature du déchet, activité, nom du service, logo « radioactivité » et numéro du colis.

Le colis est ensuite transféré dans le local de décroissance Ba 14 S1-014.

Cas des dosages sur LCR :

Les containers pour la décroissance sont adaptés au risque particulier (pour traitement ultérieur).

Les déchets liquides sont versés dans un bidon plastique de 5 L.

Les déchets solides sont mis dans une boîte plastique jaune DASRI

Déchets provenant de l'activité marquage du laboratoire Ba 14 S1-022 :

Les activités mises en jeu lors d'un marquage sont de 3,7 et 18,5 MBq (0,1 et 0,5 mCi). Dans le laboratoire, il y a à disposition une poubelle blindée pour les déchets issus du marquage. Tous les déchets de marquage sont assimilés à des déchets solides. Ces déchets sont ensuite mis en carton type clinibox 50 L identifiée et transféré immédiatement en décroissance dans le local Ba 14 S1-014. Ce colis de déchets est étiqueté et enregistré, stocké au moins 18 périodes avant contrôle et évacuation.

Enregistrement des déchets

Toutes les indications concernant les colis radioactifs sont reportées dans le *REGISTRE DECHETS I125* du service (registre informatique).

L'activité d'un colis origine laboratoire RIA est estimée à 8 MBq.

L'activité d'un colis origine 'marquage' est estimée à 37 MBq.

Estimation de la production

La production actuelle annuelle est environ de 25 colis provenant de l'activité RIA, et de 5 colis provenant de l'activité marquage.

Contrôle et évacuation des déchets

Le contrôle des colis s'effectue après une décroissance minimum de 10 périodes (colis d'origine RIA) ou 18 périodes (colis d'origine marquage) au moyen du détecteur Rad B20 APVL ou autre appareil approprié.

Cette date de contrôle se calcule automatiquement quand on enregistre le colis dans le Registre des déchets radioactifs (registre informatique tableau Excel).

On note la valeur du bruit de fond, puis on mesure la radioactivité résiduelle du colis en passant lentement le détecteur sur tous les côtés.

Les colis dont l'activité résiduelle est inférieure à 2 fois le bruit de fond sont déclarés inertes. Les colis dont l'activité résiduelle est supérieure à 2 fois sont remis en décroissance.

→ Les cartons inertes sont évacués comme DASRI après élimination du sigle 'radioactif'.

Cas des dosages sur LCR :

Après décroissance, le liquide est gélifié dans le bidon par ajout d'un agent gélifiant. Le bidon est mis en fut polypropylène, type septobox, avec les autres déchets contaminés par du LCR.

→ Elimination dans la filière particulière des déchets hospitaliers 'Prélèvement LCR'.

La date de sortie effective du colis (carton ou bonbonne) est notée sur le registre informatique des déchets radioactifs.

Activité estimée des déchets en décroissance I¹²⁵

L'activité en I¹²⁵ des colis du local est estimée à 400 MBq.

Identification et aménagement du local de décroissance

Le local n° Ba 14 S1-014 est réservé uniquement à cet usage.

Caractéristiques :

Sol recouvert d'un revêtement décontaminable, formant une cuvette étanche équipée d'un détecteur de fuite, avec alarme reportée à la GTC de l'établissement.

Présence d'un extincteur à proximité et d'une installation électrique en bon état.

Présence d'équipements et matériel pour la manipulation des conteneurs (gants jetables, sac poubelle, chiffonnette).

Le détecteur de fuite est contrôlé une fois par an par simulation d'une fuite et vérification du déclenchement de l'alarme sur le tableau de contrôle du service de sécurité.

Condition d'acheminement des déchets radioactifs vers le local de décroissance

Une personne du service (personnel classé catégorie B) formée à cette tâche, transporte sur un chariot ces colis de déchets dans le local extérieur de décroissance des déchets radioactifs I¹²⁵.

Ce transport s'effectue à des heures de moindre affluence dans le bâtiment.

Les emballages des colis sont conformes pour le transport (agrément ADR) jusqu'à un poids de 15 Kg. Le transport s'effectue exclusivement par les couloirs en sous-sol reliant le CBE au bâtiment B14.

2.5 Mode de gestion des déchets contaminés par H³ et C¹⁴

Les déchets contaminés par H³ et C¹⁴ sont pris en charge par l'ANDRA.

Type de déchets produits

SC : Solide Compactable : gants, pointes, tubes vides, culots des tubes

SNC : Solide Non Compactable (verrerie)

SL : uniquement fioles plastiques avec liquide scintillant, de volume < 20mL, après comptage au compteur β.

LA : liquide aqueux

LS : liquide solvant

Estimation de la production

La production annuelle est estimée à 10 fûts SL de 60 Kg, 8 fûts SC de 30 Kg, 6 fût SNC de 30 kg.

1 LA et/ou LS de 30 litres.

Conditionnement des déchets radioactifs

Emballage pour SC et SNC : fût métallique de 120 L, normalisé ANDRA avec sac interne.

Emballage pour SL: fût polypropylène de 120 L, normalisé ANDRA avec sac interne.

Emballage du LA, LS : bonbonne étanche 30 L, normalisée ANDRA, dans bac de rétention.

Collecte et tri des déchets H³/C¹⁴

Dans le local des déchets du 5ème :

Présence de bidons 5 L pour les liquides contaminés (identifiés LA ou LS) et de containers pour les solides contaminés identifiés SC et SNC.

Présence d'un fût 120 L pour les SL.

Les déchets sont régulièrement transférés dans le local Ba 14 S1-009 et mis dans les containers normalisés ANDRA.

Enregistrement des déchets H³/C¹⁴ et stockage

Les fûts pleins sont fermés, enregistrés, et pesés. (Balance disponible dans le local pour peser le colis).

L'activité en Bq des bonbonnes est calculée par prise d'un échantillon, l'activité Bq des fûts est calculée à partir du poids (nombre de flacons à scintillation et activité moyenne d'un flacon, nombre de tubes plastique ou verre, et activité moyenne des culots).

Contrôle de non contamination des emballages de transport avant départ ANDRA

La surface des colis est contrôlée par frottis (trois frottis par colis), surface frottée de 100 cm².

Le contrôle permet de garantir que le niveau de contamination surfacique ne dépasse pas 4 Bq/cm² pour H³ et C¹⁴. Les résultats de ces contrôles sont tracés et conservés.

Toutes les indications concernant les colis radioactifs (Date, poids, nature des déchets, valeur du pH pour les colis type LA, Activité) sont reportées dans le *REGISTRE DECHETS H3 C14* informatique.

Les formulaires de demande d'enlèvement des déchets radioactifs, sont disponibles sur le site internet de l'ANDRA.

La procédure est la suivante :

- Renseigner le formulaire d'enlèvement en suivant les instructions données (voir guide d'enlèvement des déchets radioactifs édité par l'ANDRA).
- Faire un bon de commande à l'ANDRA/DPP pour l'enlèvement des déchets radioactifs et pour la demande d'emballages vides.
- Transmettre à l'ANDRA le bon de commande et la demande d'enlèvement
- Vérifier la propreté radiologique des fûts avant enlèvement (par frottis)
- Apporter les fûts au pied du camion le jour de l'enlèvement.
- Fournir le certificat de non contamination externe des fûts.

Enregistrement de la sortie du colis de déchets H³/C¹⁴

Enregistrement dans le registre informatique de la date de sortie du colis, enlevé par l'ANDRA.

Remise à jour du logiciel COREA (logiciel de gestion des sources radioactives).

Archivage des demandes d'enlèvements, bons de commande à l'ANDRA, bons de collecte et déclarations d'expéditions de marchandises dangereuses dans le classeur ANDRA.

Identification et aménagement du local Ba 14 S1-009

Ce local est affecté spécifiquement au stockage des déchets radioactifs en attente d'enlèvement par l'ANDRA.

Caractéristiques du local :

accès limité aux personnes du laboratoire et à la sécurité.

Sol recouvert d'un revêtement décontaminable, avec détecteur de fuite relié au poste de sécurité.

Présence d'un extincteur et d'une installation électrique en bon état.

Présence d'équipements et matériel pour la manipulation des conteneurs (gants jetables, sac poubelle, chiffonnette).

Le détecteur de fuite est contrôlé une fois par an par simulation d'une fuite et vérification du déclenchement de l'alarme sur le tableau de contrôle du poste de sécurité.

Condition d'acheminement des déchets radioactifs vers le local déchet extérieur.

Une personne du CBE ASH (personnel classé catégorie B) formée à cette tâche, transporte ces colis de déchets dans le local dédié du CMN.

L'activité du service nécessite au plus 1 transport par semaine.

Pour le transport sur chariot, les bonbonnes sont mises dans une bassine de rétention.

Le transport s'effectue par les couloirs en sous-sol reliant le CBE au bâtiment B14

2.6 Mode de gestion des déchets contaminés par P³².

Compte tenu du faible volume de déchets produits, les déchets contaminés par P³² sont gérés en décroissance dans le local des déchets du laboratoire GEM 5-001, dans un container plexiglas.

Type de déchets produits

Déchets de type solide et déchets liquides en petits volume dans flacons fermés hermétiquement, assimilés à des solides.

Emballage pour solide boîte plastique type DASRI 1 à 2 L.

Emballage pour liquide bouteille polystyrène 0,5 ou 1 L.

Enregistrement des déchets

A la fermeture d'un colis, on étiquette en notant la date de fermeture, la nature du colis, l'activité résiduelle en cps (coup par seconde) et la date de libération (date de fermeture + 10 périodes minimum soit 150 jours minimum).

On appose le logo de la radioactivité.

On stocke dans le container plexiglas et on renseigne le tableau affiché dans le local des déchets.

Contrôle, évacuation et enregistrement des déchets

Les déchets sont contrôlés après une décroissance de 10 périodes minimum.

Pour cela on utilise le détecteur contaminomètre mural du laboratoire.

On note la valeur du bruit de fond et on mesure la radioactivité résiduelle du colis (boîte ou bouteille).

Si la mesure est inférieure à 2 fois le bruit de fond, le colis est considéré comme un colis inerte et suit la filière des déchets hospitaliers de type DASRI, après avoir ôté le sigle radioactif.

Si la mesure est supérieure à 2 fois le bruit de fond, le colis est remis en décroissance, il sera contrôlé ultérieurement.

La sortie des colis est enregistrée dans le tableau affiché dans le local des déchets.

3. GESTION DES DECHETS DE LA RADIOPHARMACIE

3.1. Mode de gestion des déchets de radiopharmacie

Les déchets radioactifs produits en salle de préparation et salle de contrôle sont gérés en décroissance. Ils sont stockés dans le local spécifique de déchets radioactifs, local en 2 parties: Ba 14 S1-020 et 021.

La radiopharmacie collecte aussi les colis radioactifs de type DASRI des services d'imagerie et thérapie du CMN, via le monte-dose, et assure la gestion de ces colis en décroissance.

3.2 Identification des déchets radioactifs produits

Les générateurs d'isotopes à vie courte :

Les générateurs d'isotopes à vie courte ($\text{Mo}^{99} / \text{Tc}^{99m}$ et $\text{Rb}^{81} / \text{Kr}^{81m}$) sont systématiquement retournés chez le fabricant, dans leur emballage initial. Après un mois de décroissance (procédure spécifique) dans le local des déchets radioactifs Ba 14 S1-020, ils sont transférés dans le local Ba 14 S1-019 en attente de reprise.

Les sources scellées périmées :

Il s'agit d'étalons, crayons pour repérage anatomique, galettes. La période des radionucléides est généralement longue. Les sources scellées sont répertoriées dans le cahier « Sources scellées ».

Les sources scellées sont reprises en fin de vie par le fournisseur. Elles sont stockées en attendant dans le local des déchets radioactifs Ba 14 S1-020.

Les déchets solides issus de la manipulation des radiopharmaceutiques :

Soit :

- Flacons de solution non utilisés, ou des fonds de flacons ayant contenu les radiopharmaceutiques.
- Contenus des poubelles des enceintes blindées, contenant les déchets nécessaires à la préparation des seringues de radiopharmaceutiques.
- Déchets contenus dans les poubelles blindées, provenant de la salle de préparation Ba 14 S1-024 contenant divers consommables (gants, lingettes, etc...).
- Déchets contenus dans les poubelles blindées, provenant du contrôle des radiopharmaceutiques (salle Ba 14 S1-023).

Les effluents liquides :

Il s'agit des bains de nettoyage des protections seringue plombées (+/- 30 L/mois).

Les effluents liquides sont versés dans l'évier de la salle de préparation Ba 14 S1-024 relié aux cuves de thérapie (voir gestion des effluents du service de thérapie).

Ces effluents liquides sont remontés dans le réseau des cuves de thérapie via une pompe de relevage, doublée par sécurité, située dans l'armoire au Ba 14 S1-C7.

Cette pompe contenue dans un bac de 13 L environ fonctionne automatiquement, à la manière d'un sanibroyeur. Elle est équipée d'une alarme (si niveau de remplissage haut), transmise à la GTC de l'établissement.

Déchets DASRI provenant du service de médecine :

Il s'agit des déchets radioactifs d'activité de soins, produits en salle d'injection, salle de soins et sur les chariots de soins des services d'imagerie et de thérapie.

Ils sont conditionnés en boîtes étanches jaunes. Un fois pleines, les boîtes sont remises en radiopharmacie via le monte-dose.

3.3 Tri et conditionnement des déchets :

Le tri et le conditionnement de ces déchets sont faits par le préparateur affecté à la radiopharmacie, sous la responsabilité du radiopharmacien.

1. Les déchets de soins (aiguilles, seringues, etc...), provenant du service de médecine sont conditionnés dans une boîte étanche jaune, avec étiquette mentionnant numéro, date de fermeture et isotope, fermée hermétiquement dès qu'elle est pleine.

2. Les déchets des poubelles de la salle de préparation et de la salle de contrôle, les flacons ayant contenus un radiopharmaceutique et autres déchets issus de la manipulation de la radioactivité, de type solide incinérable, sont

mis en carton type clinibox 50 L muni d'un sac jaune, avec étiquette mentionnant numéro, date de fermeture et isotope.

3. Les déchets des poubelles des enceintes blindées sont conditionnés en boîte plastique étanche jaune, avec étiquette mentionnant numéro, date de fermeture et isotope, fermée hermétiquement dès qu'elle est pleine.

→ Tous ces déchets sont considérés comme des DASRI

4. Les déchets liquides : Bains de lavage et trempage des protèges seringues dans l'évier de la radiopharmacie relié aux cuves de thérapie.

Phases organiques provenant des cuves de chromatographie : Petits volumes (2 à 3 L / an) versés dans un container approprié, gardé en décroissance dans Ba 14 S1-021 et contrôlé avant de suivre la filière des déchets liquides organiques du GHE.

5. Les flacons (ayant contenu le radiopharmaceutique) sont stockés sur les étagères du local des déchets, dans leur container plombé, chaque étagère étant dédiée à un radio-isotope.

3.4 Gestion des déchets :

Gestion des boîtes jaunes DASRI

Dès la mise en service d'une boîte, elle est étiquetée : sigle radioactif, isotopes, date ouverture (Étiquette GERA).

Un fois pleine et fermée, on appose une nouvelle étiquette : sigle radioactif, isotopes, date de fermeture, date d'évacuation (+ 80 jours), numéro. La boîte est enregistrée dans le classeur format papier.

Les boîtes sont mises en décroissance (80 jours minimum) dans le local Ba 14-RC-021 avant contrôle pour libération.

Gestion informatique des flacons :

Les flacons ayant contenus les radiopharmaceutiques sont gérés en informatique : enregistrement du flacon, radioisotope, date de mise en déchets et activité résiduelle.

→ Les flacons sont stockés sur les étagères du local des déchets, dans leur container en plomb.

Régulièrement, on procède à la libération des flacons :

→ Obtention de l'impression de la feuille des radionucléides à libérer.

Les flacons sont sortis de leur container en plomb et mis dans le carton SI ouvert dans le local des déchets, pour continuer la décroissance.

La feuille précédemment imprimée est conservée dans le classeur « Archivage des déchets radioactifs » pendant 10 ans.

Dans le fichier, on procède ensuite à la suppression des radionucléides libérés.

Les containers plombés sont contrôlés et éliminés dans la filière hospitalière adéquate.

Gestion des cartons :

Dès la mise en service d'un carton (50 L) il est étiqueté : sigle radioactif, isotopes, date ouverture (Étiquette GERA) et mis dans le container de protection radiologique adapté (container blanc avec protection par feuille de plomb) dans le local Ba 14 S1-020.

Ce carton est destiné à recevoir tous les flacons ayant contenus des radiopharmaceutiques et autres divers déchets radioactifs.

Une fois plein, il est fermé et on appose une nouvelle étiquette : sigle radioactif, isotopes, date de fermeture, date d'évacuation prévue, numéro et il est enregistré dans le classeur.

Les cartons fermés sont mis en décroissance (80 jours minimum) dans le local Ba 14 RC-021 avant contrôle et rejet comme DASRI inerte. La sortie du carton est enregistrée dans le classeur (format papier).

Cas des déchets contaminés par le Fluor 18 :

Le service de radiopharmacie réceptionne le mardi et le jeudi matin du ¹⁸FDG (local livraison Ba 14 S1-19), utilisé au CERMEP, service extérieur au Ba14.

Le radiopharmacien (ou un PPH) est chargé du transport du flacon de ^{18}F FDG (utilisation du chariot plombé) jusqu'au box d'injection du CERMEP. Il installe le flacon de ^{18}F FDG dans l'injecteur automatique et met en place la tubulure principale.

Le matériel à usage unique utilisé lors de l'injection du radiopharmaceutique, ainsi que la tubulure principale, contaminé par ^{18}F FDG sont rejetés dans la poubelle blindée mise à disposition dans le box d'injection. Ces déchets radioactifs sont gérés avec les déchets radioactifs du CERMEP.

Après utilisation, le flacon de ^{18}F FDG est laissé dans l'injecteur jusqu'au lendemain matin pour assurer une première décroissance de 10 périodes.

Le radiopharmacien (ou le PPH) transporte alors le flacon de ^{18}F FDG avec le chariot plombé jusqu'au local des déchets radioactifs de la radiopharmacie Ba 14 S1-020.

Le flacon de ^{18}F FDG est mis en déchet radioactif dans le carton SI (50 L) ouvert dans le local.

Cas des déchets contaminés par le Sm¹⁵³ :

Pour la gestion des déchets contaminés par le Samarium 153, il faut tenir compte de la présence de l'impureté Europium 154 de période 8,6 ans, qui se forme en petite quantité lors de la production du Sm¹⁵³ en réacteur.

Les déchets solides contaminés par Sm¹⁵³ sont gérés en décroissance sur la base du radionucléide principal, de période 46,3 heures.

Les effluents des patients traités par le Sm¹⁵³ ne sont pas éliminés dans les cuves de décroissance, mais stockés en cantines dans le local Ba 14 S1-021. Après décroissance, les urines sont contrôlées, éventuellement fractionnées, et solidifiées pour être éliminées en déchets solides.

Au contrôle avant élimination, le taux de comptage doit être ≤ 2 fois la valeur du bruit de fond.

Les flacons ayant contenus le radiopharmaceutique sont stockés dans le local Ba 14 S1-020 en attente de reprise par le fournisseur ou à défaut par l'ANDRA, après décroissance du Sm¹⁵³.

L'activité résiduelle en Eu¹⁵² et Eu¹⁵⁴ sera calculée sur la base de l'activité résiduelle de Sm¹⁵³ à la date de mise en déchets sur la base d'une contamination de 0,0025% Eu^{152/154}.

Les cantines Sm¹⁵³ et les flacons ayant contenus le radiopharmaceutique sont enregistrés dans un dossier informatique sous forme de tableau Excel, noté Samarium, dans le dossier Effluents-déchets du Serveur du CMN.

Cas des déchets contaminés par le Lutétium 177 :

Les déchets contaminés par le Lu¹⁷⁷ contiennent une impureté : le Lu^{177m} (impureté coproduite lors de la production du Lu¹⁷⁷).

La période radioactive du Lu¹⁷⁷ est 6,6 jours, celle du Lu^{177m} est de 160 jours.

Suite à la décision de l'ASN (CODEP-DIS 2013 n°050731), les déchets solides contaminés par Lu¹⁷⁷ / Lu^{177m} peuvent être gérés en décroissance sur la base de la période physique du radionucléide principal, soit 6,7 jours. Les déchets contaminés par Lu¹⁷⁷ suivent donc la procédure des déchets radioactifs de la radiopharmacie.

Les flacons ayant contenus le radiopharmaceutique Lu¹⁷⁷ sont conservés pour une reprise par le fournisseur ou par l'ANDRA.

3.5 Identification et aménagement du local de décroissance :

Le local des déchets de la radiopharmacie est divisé en 2 parties RP Ba 14 S1-020 et -021. Il est réservé au stockage des déchets de la radiopharmacie et des sources scellées.

Ce local est situé dans la zone de la radiopharmacie, et a les caractéristiques suivantes :

Sol formant un bac de rétention recouvert d'un revêtement décontaminable, avec détecteurs de fuite relié à la GTC de l'établissement.

Equipés d'étagères

Présence d'un extincteur et d'une installation électrique en bon état.

Présence d'équipements et matériel pour la manipulation des conteneurs (gants jetables, sac poubelle, chiffonnette).

Les 2 détecteurs de fuite sont contrôlés une fois par an par simulation d'une fuite et vérification du déclenchement de l'alarme sur le tableau de contrôle et à la GTC.

4. GESTION DES DECHETS DU SERVICE DE RADIOTHERAPIE METABOLIQUE :

4.1 Production des déchets radioactifs :

Le secteur thérapie comprend 11 chambres radio protégées dont les sanitaires et les lavabos sont reliés au système des cuves de décroissance.

Dix chambres sont destinées aux patients traités principalement par I^{131} , mais aussi Sm^{153} et Lu^{177} .

Ces chambres sont les pièces n° Ba 14 RC-030, 031, 032, 034, 037, 038, 041, 042, 045 et 046.

La chambre Ba 14 RC-047 est utilisée comme salle d'attente (le mercredi et le vendredi) pour les patients traités par des petites doses I^{131} (< 740 MBq).

Ces patients sont susceptibles d'utiliser les sanitaires entre le temps d'administration de I^{131} et leur départ du service, et quand ils reviennent dans le service à J+2 pour une scintigraphie.

La chambre Ba 14 RC-047 est utilisée comme salle d'attente le jeudi pour les patients traités avec In^{111} .

Compte tenu de la demi-vie radiologique de In^{111} , les effluents radioactifs générés par ces patients sont gérés avec les effluents contaminés par I^{131} .

Suite à l'utilisation de sources radioactives non scellées de hautes activités pour le traitement des patients, il en résulte une contamination induite, par le patient lui-même, aux différents objets ou installations qui l'entourent durant son isolement.

Les déchets issus des chambres et les déchets de soins aux patients sont donc systématiquement considérés comme radioactifs.

4.2 Identification des déchets radioactifs :

Deux grands types de déchets sont à prendre en compte :

- Les déchets solides constitués par :

- les résidus alimentaires.
- le linge, en contact avec le patient.
- le matériel consommable infirmier, les couches, les poches urinaires après vidange.
- le matériel d'entretien des chambres.
- les poubelles des cabinets de toilettes des chambres.
- le matériel type DASRI du service.
- les poubelles des salles de préparation, office etc...

- Les déchets liquides :

Essentiellement constitués par les urines et fèces des patients (Voir gestion des effluents radioactifs), et les effluents des lavabos

Nota : en cas d'incident, provoquant un écoulement liquide contaminé sur le sol, la procédure prévoit une absorption par des granulés ou du gel, conduisant à un déchet solide.

- Les déchets liquides contaminés provenant de l'eau de lavage des chambres de thérapie sont rejetés dans la vidange n° Ba 14 RC-055, reliée aux cuves de décroissance de la thérapie.

4.3 Mode de gestion des déchets solides radioactifs :

Les déchets radioactifs provenant de l'unité de soins sont gérés en décroissance sur la base de la période la plus longue (I^{131} , $t_{1/2} = 8,2$ jours) et jusqu' à ce qu'ils deviennent des déchets inertes pouvant suivre la filière hospitalière.

Les déchets DASRI sont mis en boîtes jaunes qui sont fermées hermétiquement une fois pleines, et qui sont remises à la radiopharmacie via le monte-dose. Ces boîtes sont gérées par la radiopharmacie.

- Tri et conditionnement :

Plan de gestion des déchets radioactifs du site GHE /HCL

Les résidus alimentaires des plateaux repas sont mis dans un seau plastique 30 L, étanche.

Le linge est mis en sac de toile.

Les déchets de type DAOM, déchets assimilés à des ordures ménagères, sont mis en sac noir. Cela concerne tout ce qui sort des chambres.

Les déchets de type DASRI, déchets de soins à risques infectieux, sont mis en boîte jaune ou sac jaune.

Le matériel contaminé (exemple des sanibroyeurs) est stocké dans un emballage adéquat étanche.

- **Collecte et enregistrement des déchets :**

A fermeture, le colis est étiqueté : logo de la radioactivité, nature du radioélément, date, N° du colis, origine.

On consigne le dépôt de chaque colis dans le registre format papier des déchets radioactifs, en notant : date de mise en décroissance, numéro, activité en cps, origine.

- **Stockage des déchets :**

Le service de thérapie comprend un local pour les déchets n° Ba 14 RC-028 qui sert de stockage intermédiaire pour les colis de déchets ouverts, en remplissage.

Une fois plein, les colis sont fermés puis transportés dans le local des déchets extérieur Ba 14 S1-061 pour le stockage en décroissance.

- **Mode de gestion du local de décroissance :**

Le local est divisé en 5 compartiments, délimités par un ruban au sol et par des barrières.

Quatre compartiments sont réservés aux déchets radioactifs provenant du service de thérapie.

Chaque compartiment correspond à un mois civil et se remplit avec les déchets radioactifs du mois. Le premier jour du mois suivant, les déchets sont déposés dans le second compartiment, et ainsi de suite.

Quand les quatre compartiments sont remplis, les déchets du compartiment le plus ancien sont contrôlés pour libérer ce compartiment.

Les sacs à linge sont mis sur des étagères et sont rendus à la lingerie après décroissance et contrôle.

Cas des sanibroyeurs :

Les sanibroyeurs contaminés sont stockés dans un bac et sont rendus au Service Maintenance après décroissance et contrôle.

- **Contrôle avant libération :**

Une fois par mois, les colis du compartiment le plus ancien dans le local des déchets, sont contrôlés à l'aide du contaminomètre Dolphy Béta, en cps ou un appareil équivalent.

Pour cela :

On place l'appareil afin que le bruit de fond soit le plus bas possible, à l'extérieur du local.

On contrôle les colis un par un en les passant lentement devant le détecteur.

Les colis dont l'activité résiduelle ne dépasse pas 2 fois le bruit de fond sont éliminés dans la filière des déchets hospitaliers, après retrait du logo de la radioactivité.

On enregistre la sortie du déchet, après avoir noté la valeur du bruit de fond dans le classeur.

Les colis dont l'activité résiduelle dépasse 2 fois le bruit de fond, sont remis en décroissance dans le compartiment correspondant aux déchets les plus anciens. Ils resteront donc un mois de plus en décroissance avant d'être de nouveau contrôlés.

4.4 Cas particulier des patients traités au Samarium 153 :

Les déchets solides provenant du traitement par le Sm^{153} sont gérés en décroissance.

Les patients traités par le Sm^{153} n'utilisent pas les sanitaires des chambres radioprotégées (Hospitalisation d'une journée). Leurs urines sont recueillies dans des cantines mises en décroissance dans le local n° Ba 14 S1-021 (voir gestion dans le paragraphe 3).

4.5 Identification et aménagement du local de décroissance :

Local extérieur réservé uniquement à cet effet, n° Ba 14 S1-061:

- Sol recouvert d'un revêtement décontaminable, formant un cuvelage étanche, équipé de détecteur de fuite relié à la GTC de l'établissement.
 - Présence d'un extincteur et d'une installation électrique en bon état.
 - Présence d'équipements et matériel pour la manipulation des conteneurs (gants jetables, sac poubelle, chiffonnée).
- Le détecteur de fuite est contrôlé une fois par an par simulation d'une fuite et vérification du déclenchement de l'alarme sur le tableau de contrôle et à la GTC.

4.6 Condition d'acheminement des déchets radioactifs vers le local de décroissance :

Les colis sont transportés, tous les jours, sur un chariot dans le local extérieur.
Utilisation du monte-charge du service de thérapie et accès au local via une rampe inclinée.
Le chemin d'accès CMN - Local déchets n'est pas accessible au public.

5. GESTION DES EFFLUENTS RADIOACTIFS DU SERVICE DE RADIOTHERAPIE METABOLIQUE

Les patients ayant reçu une dose thérapeutique de radiopharmaceutique sont hospitalisés dans les chambres radio protégées de l'unité de soins.
Ils sont principalement traités par I^{131} (doses de 1 100 MBq et 3 700 MBq), de période 8,2 jours et le Lutétium 177 (doses de 7 400 MBq) de période 6,7 jours.

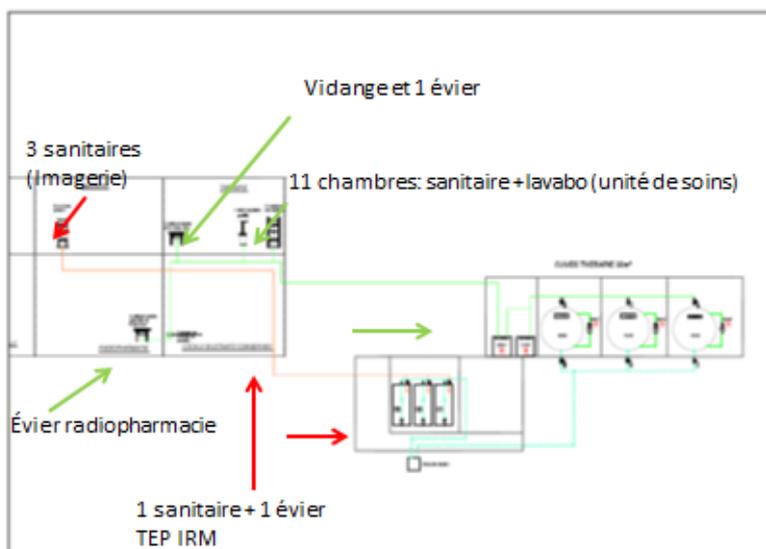
5.1 Principe de stockage des effluents :

Les patients traités éliminent plus de 90% de la radioactivité ingérée dans les urines et selles, et une partie par la salive. C'est pourquoi les toilettes et les lavabos des chambres de thérapie sont reliés à un système de 3 cuves de 30 M³ qui permettent de stocker ces effluents en décroissance.

5.2 Identification des zones de rejet des effluents dans les cuves

Le réseau radioactif spécifique recueille :
Les sanitaires des 11 chambres de l'unité de soins n° Ba14 RC-030, 031, 032, 034, 037, 038, 041, 042, 045, 046 et 047.
Les lavabos de ces 11 chambres.
Le lavabo de la paillasse humide de la salle de récupération des doses n° Ba 14 RC-055
La vidange Ba 14 RC-051
Le lavabo de la salle de préparation de la radiopharmacie Ba 14 S1-024.

Réseau VERT sur le schéma suivant :



Tous les sanitaires sont équipés de sanibroyeurs pour éviter tout risque de colmatage du réseau radioactif.



← Exemple SANIBROYEURS du SERVICE de THERAPIE.

5.3 Mode de gestion des effluents :

Les effluents sont stockés en décroissance, les 3 cuves se remplissent en alternance.

La durée de remplissage de 2 cuves permet au contenu de la troisième cuve de décroître suffisamment longtemps pour que l'activité volumique résiduelle devienne $< 100 \text{ Bq/L}$, permettant ainsi la vidange de la cuve dans le réseau des effluents hospitaliers.

A la fermeture d'une cuve, on effectue un prélèvement (1 L) pour mesure de l'activité volumique et détermination du temps de décroissance pour atteindre 100 Bq/L (utilisation du spectromètre gamma de la radiopharmacie).

A la date estimée du rejet, vérification de l'activité volumique résiduelle avec un nouveau prélèvement de 1 L.

Si l'activité est, comme prévue, inférieure à 100 Bq/L (Recommandation de la circulaire du 09 juillet 2001, Décision n°2008-DC-0095 de l'ASN), on procède à la vidange de la cuve dans le réseau public.

Dans le cas contraire, on repousse la vidange à une date ultérieure, en fonction de l'activité résiduelle.

Une fois vidée et rincée, la cuve est prête à être remise en service.

5.4 Activités en MBq d'I¹³¹ et de Lu¹⁷⁷ détenues dans les cuves :

Compte tenu du nombre de patients traités dans le service de thérapie, les activités rejetées dans la cuve en service sont au plus de 30 GBq I^{131} et 27 GBq Lu^{177} . La durée de décroissance doit être d'au moins 118 jours.

Il faut donc prévoir un temps de remplissage de 9 semaines minimum par cuve. Cela permet d'avoir le temps de la décroissance, de la vidange et du rinçage de la cuve avant remise en service.

Le facteur « taux de remplissage » est le facteur prépondérant dans la gestion des cuves.

Les effluents rejetés dans les cuves sont estimés en moyenne à 75 L / jour / chambre.

Avec 7 chambres occupées 5 jours par semaine, un volume de 2625 L par semaine vont dans les cuves, soit 23625 L au bout de 9 semaines. La capacité des cuves de 30000 Litres est donc suffisante. Une cuve est généralement fermée à 80 % de remplissage.

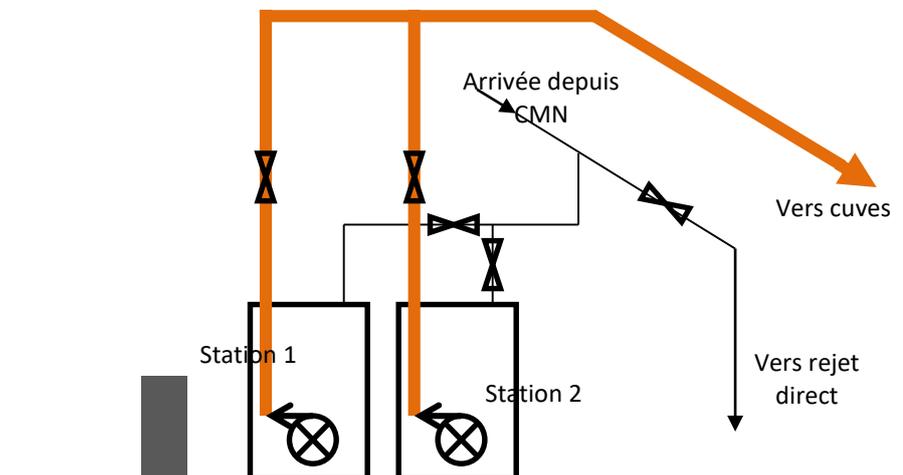
5.5 Descriptif des cuves de thérapie :

L'installation consiste en trois cuves de 30 m³ fonctionnant en alternance : une cuve se remplit pendant que les 2 autres sont en décroissance.

Les effluents arrivent dans les cuves par l'intermédiaire d'une station de relevage, comprenant 2 pompes de relevage :



Principe des pompes de relevage des cuves de thérapie

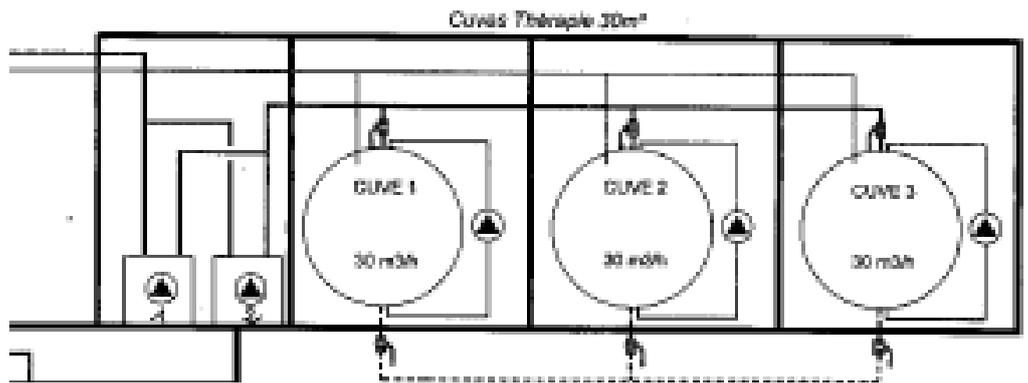


Descriptif :

Deux pompes de relevage, chacune dans une cuve PVC HD de 600 L.

- Chaque cuve est équipée d'un système de flotteurs et d'une pompe :
Le flotteur niveau haut déclenche la pompe pour renvoyer les effluents dans la cuve de 30m³ ouverte, le flotteur niveau très haut signifie que la pompe ne s'est pas enclenchée et renvoie à une alarme sur le tableau de contrôle.

Trois cuves de 30 000 L, inox :



Chacune des cuves est dans un local indépendant fermant à clé, formant un cuvelage étanche.

Equipement des cuves:

- D'un détecteur de niveau à ultra-son, renvoyant en continu sur le tableau du local le volume des effluents dans la cuve, avec un témoin lumineux pour les niveaux 75% et 90% de remplissage.
- D'un détecteur à flotteur, double sécurité, renvoyant à un témoin lumineux à 95% de remplissage.
- D'un trou d'homme.
- D'un détecteur de fuite type ruban de 46 mètres de long faisant le tour de la cuve, renvoyant à un voyant lumineux en cas de fuites sur le tableau de contrôle et sur un boîtier situé devant la porte de la cuve. Ce boîtier renseigne aussi sur la position de la fuite (en mètre).
- D'une pompe de brassage extérieure, pouvant être facilement isolée du circuit (vannes en entrée et sortie de pompe) et démontable.
- D'un évent avec bouchon dévissable et muni d'un filtre charbon actif.
- De quatre détecteurs de fuites disposés dans le cuvelage, dont un situé sous la pompe de brassage, les 4 détecteurs renvoyant à un même témoin lumineux sur le tableau de contrôle en cas d'inondation du cuvelage.

Une cuve est remplie ou vidangée avec

- une manette pour l'ouverture ou la fermeture de la vanne d'entrée.
- une manette pour l'ouverture ou la fermeture de la vanne de vidange.

Ces manettes de vannes sont manipulables du couloir du local. Elles sont bloquées par un cadenas à clé.

Un robinet d'arrivée d'eau (accès au niveau du couloir) permet le rinçage de la cuve.

Un robinet de prélèvement, accès au niveau du couloir.

- Le local est chauffé, et ventilé

Tableau de contrôle

Contrôle des pompes de relevage pour pompe de relevage n°1 et pompe de relevage n°2.

- Commutateur de fonctionnement trois positions : auto, arrêt, marche forcée.
- Trois voyants lumineux indiquant la pompe en fonction, défaut de fonctionnement de la pompe, et le niveau haut de la cuve.

Contrôle des cuves :

- Affichage en continu du niveau de remplissage en %.
- Témoin lumineux du remplissage à 75%, 90% (par détecteur à ultra-sons) et 95% donné par le flotteur.
- Affichage par témoin lumineux de fuite (détecteur type ruban niveau cuve) ou d'inondation (détecteurs dans le cuvelage).

Contrôle des pompes de brassage

- Commutateur de fonctionnement auto/arrêt/marche forcée.
- Voyant lumineux pour marche et défaut de pompe.
- Bouton poussoir pour faire fonctionner la pompe en marche forcée

Contrôle des aérothermes : Commutateur /marche/arrêt.

Contrôle des ventilations : Commutateur marche/arrêt.

Contrôle de la température : Commutateur marche/arrêt.

Détecteurs de fuites :

Le détecteur de fuite type ruban renvoie à une alarme « FUIITE » sur le tableau de contrôle, à la GTC et au poste de sécurité.

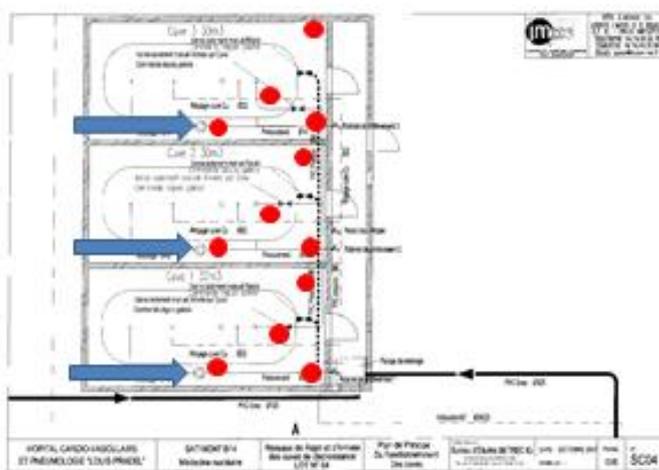
Un boîtier situé dans le couloir du local cuve, affiche un clignotant rouge en cas d'alarme et la distance en mètre permettant la localisation de la fuite sur la cuve.

Les 4 capteurs de fuite du bac de rétention renvoient à la même alarme 'INONDATION ' sur le tableau de contrôle et à la GTC et au poste de sécurité.

CUVES DE THERAPIE

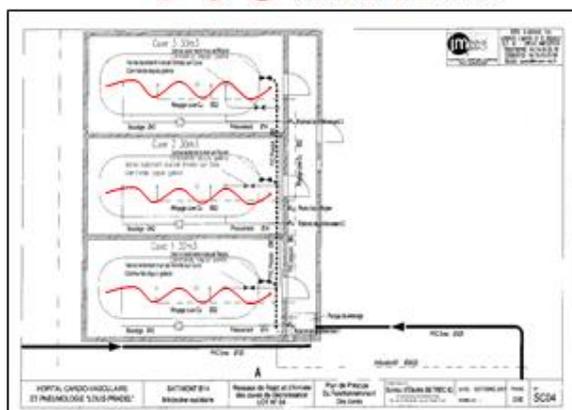
➡ Pompe de brassage

● Détecteur 'inondation'



CUVES DE THERAPIE

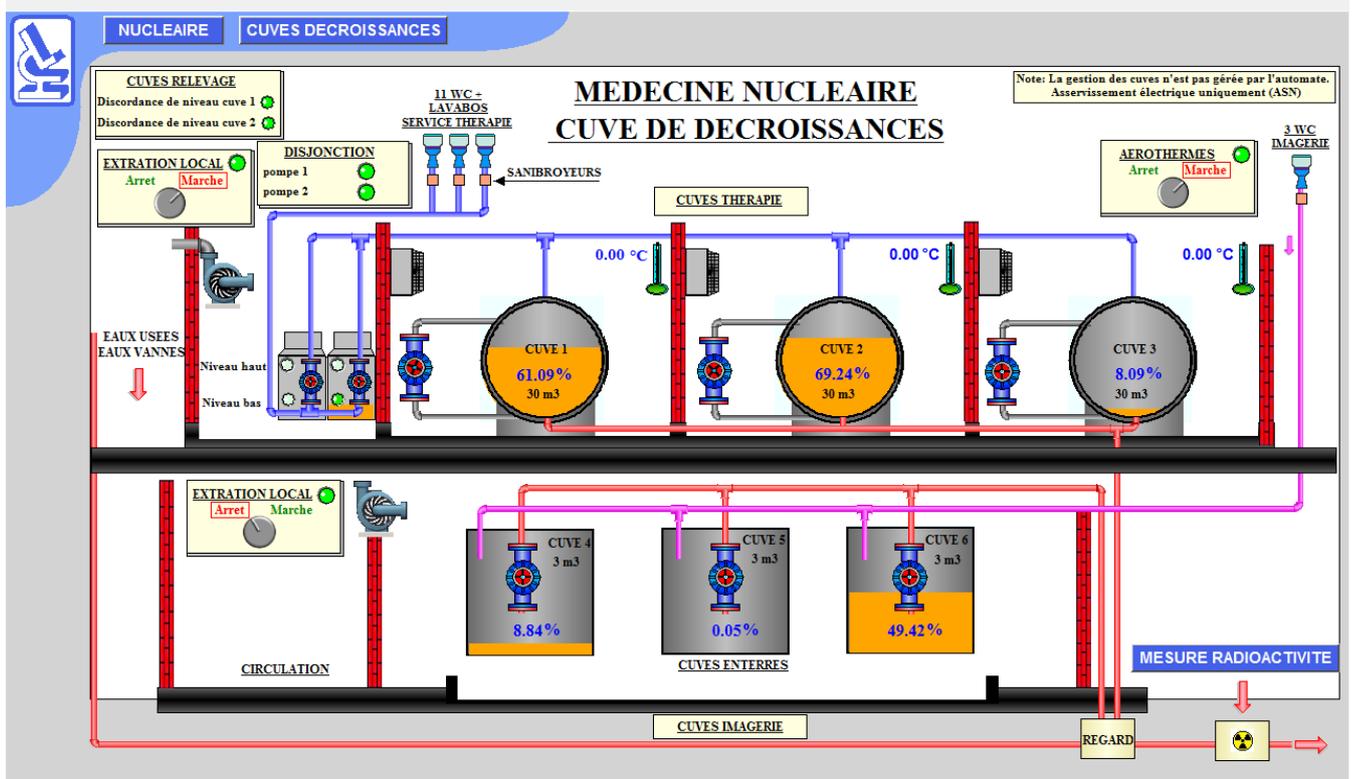
~~~~~ Détecteur fuite ruban



## 5.6 Procédure de gestion des cuves :

Les données du tableau de contrôle du local des cuves, sont renvoyées à la GTC et sur un PC dédié, installé dans la salle de soin de l'unité de thérapie du CMN.

Ce tableau permet de gérer au quotidien le remplissage des cuves et de visualiser les alarmes :



La gestion de l'installation est résumée dans le tableau suivant

|                        | Contrôle niveau des cuves et des alarmes | Contrôle de l'activité volumique des cuves | Contrôle visuel des cuves | Analyse des rejets des effluents liquides | Analyse des rejets des effluents gazeux | Entretien station de relevage des effluents radioactifs | Contrôle des canalisations radioactives | Test des détecteurs de fuite des locaux cuves et déchets radioactifs | Changement des filtres à charbon actif des cuves |
|------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| JOURNALIER             | X                                        |                                            |                           |                                           |                                         |                                                         |                                         |                                                                      |                                                  |
| HEBDOMADAIRE           |                                          |                                            | X                         | X                                         |                                         |                                                         |                                         |                                                                      |                                                  |
| MENSUEL                |                                          |                                            |                           |                                           | X                                       |                                                         |                                         |                                                                      |                                                  |
| SEMESTRIEL             |                                          |                                            |                           |                                           |                                         |                                                         | X                                       |                                                                      |                                                  |
| ANNUEL                 |                                          |                                            |                           |                                           |                                         | X                                                       |                                         | X                                                                    |                                                  |
| TOUS LES DEUX ANS      |                                          |                                            |                           |                                           |                                         |                                                         |                                         |                                                                      | X                                                |
| A FERMETURE DE LA CUVE |                                          | X                                          |                           |                                           |                                         |                                                         |                                         |                                                                      |                                                  |
| AVANT VIDANGE          |                                          | X                                          |                           |                                           |                                         |                                                         |                                         |                                                                      |                                                  |

Tous les contrôles sont tracés et enregistrés, format papier et/ou électronique

Le contrôle journalier des cuves est tracé en notant les niveaux de remplissage des cuves : il y a un tableau de suivi par cuve, disponible à côté du PC, ce qui permet de suivre la cohérence du remplissage de la cuve en service.

Le contrôle hebdomadaire visuel des cuves est tracé, feuille d'enregistrement affichée dans le local des cuves.

## **6. GESTION DES DECHETS DU SERVICE D'IMAGERIE DE MEDECINE NUCLEAIRE**

### **6.1 Mode de gestion des déchets radioactifs :**

Les radionucléides utilisés en imagerie et produisant des déchets sont essentiellement  $Tc^{99m}$ ,  $Tl^{201}$ ,  $In^{111}$  et  $I^{123}$ , de périodes courtes et gérés en décroissance.

### **6.2 Identification des zones de production des déchets radioactifs :**

Déchets radioactifs provenant des salles d'injection.

- une boîte jaune (DASRI) pour recevoir les aiguilles des seringues d'injection (dans container plombé).
- un container plombé à pédale avec un sac jaune pour recevoir les corps des seringues, gants, pansements etc...
- une boîte jaune (DASRI) pour recevoir les tubulures de rinçures.

Déchets radioactifs provenant des salles d'examen

- une boîte jaune (DASRI) dans un container plombé, sur le chariot de soins.
- un container plombé à pédale avec sac jaune.
- une poubelle avec sac noir pour recevoir les alèses, gants, papier etc...

Déchets radioactifs provenant des salles d'attente des patients injectés

- une poubelle avec sac noir

### **6.3 Mode de gestion des déchets radioactifs :**

#### **Collecte des déchets contaminés :**

Les poubelles avec sac noir des salles d'attente et des salles d'examen, les poubelles avec sac jaune sont contrôlées systématiquement avec le contaminomètre beta Dolphy ou appareil équivalent. Les sacs présentant une activité supérieure à 2 fois le bruit de fond de l'appareil sont considérés comme des déchets radioactifs et sont étiquetés.

On note :

- la date de fermeture.
- l'activité en cps.

On enregistre ces informations dans le classeur des déchets RA Imagerie, format papier.

Les boîtes jaunes DASRI pleines sont remises à la radiopharmacie, via le monte-charge. Elles sont gérées par la radiopharmacie.

#### **Stockage des colis radioactifs :**

Les colis radioactifs sont stockés en décroissance dans le local Ba 14 S1-061, commun avec le service de thérapie. Le local est divisé en 5 compartiments tracés au sol, avec barrières, et un compartiment est réservé au service d'imagerie.

#### **Contrôle avant libération :**

Une fois par mois, les colis les plus anciens sont contrôlés avec le contaminomètre (Dolphy bêta en cps ou appareil équivalent).

Procédure de contrôle :

- On se positionne à l'extérieur du local, avec le bruit de fond le plus bas possible.
- On note la valeur du bruit de fond.
- On contrôle les sacs en passant lentement le contaminomètre.
- On note la valeur affichée.

Si le colis est <2 fois le bruit de fond, le sac est considéré comme déchet inerte et suit la filière des déchets hospitaliers après élimination du sigle « radioactif ».

Soit : DAOM pour les sacs noirs  
DASRI pour les sacs jaunes. On enregistre la sortie du déchet.

Si le colis est > 2 fois le bruit de fond, il est remis en décroissance jusqu'au prochain contrôle.

#### **6.4 Identification et aménagement du local de décroissance :**

Les colis radioactifs sont acheminés dans le local de déchet radioactifs de Médecine Nucléaire, commun au service imagerie et service thérapie, n° Ba 14 S1-061

Caractéristique du local :

Sol recouvert d'un revêtement décontaminable, formant un cuvelage étanche avec détecteur de fuite relié à la GTC de l'établissement.

Présence d'un extincteur.

Présence d'équipements et matériel pour la manipulation des conteneurs (gants jetables, sac poubelle, chiffonnette).

Le détecteur de fuite est contrôlé une fois par an par simulation d'une fuite et vérification du déclenchement de l'alarme sur le tableau de contrôle et à la GTC.

#### **6.5 Condition d'acheminement des déchets radioactifs vers le local de décroissance :**

Les colis sont transportés sur un chariot dans le local extérieur n° Ba 14 S1-061.

Utilisation du monte-charge du service de thérapie et accès au local via une rampe inclinée.

Le chemin d'accès CMN - Local déchets n'est pas accessible au public.

## **7. GESTION DES EFFLUENTS RADIOACTIFS DU SERVICE D'IMAGERIE.**

### **7.1 Mode de production des effluents :**

Le service d'imagerie du CMN utilise des radionucléides à des fins de diagnostic in vivo.

Les activités administrées aux patients sont limitées, et les radionucléides utilisés de périodes courtes :

- Tc<sup>99m</sup> de période 6 heures.
- I<sup>123</sup> de période 13 heures.
- In<sup>111</sup> de période 2,8 jours.
- Tl<sup>201</sup> de période 3,04 jours.

Compte tenu de l'élimination non urinaire du Tl<sup>201</sup>, la contamination des effluents est essentiellement par Tc<sup>99m</sup>, I<sup>123</sup> et In<sup>111</sup>.

Pour éviter le rejet direct aux égouts, des sanitaires strictement réservés aux patients ayant reçus l'injection d'un radiopharmaceutique, sont reliés à un système de trois cuves de 3000 L fonctionnant en alternance, permettant la décroissance radioactive des effluents avant rejet dans le réseau hospitalier.

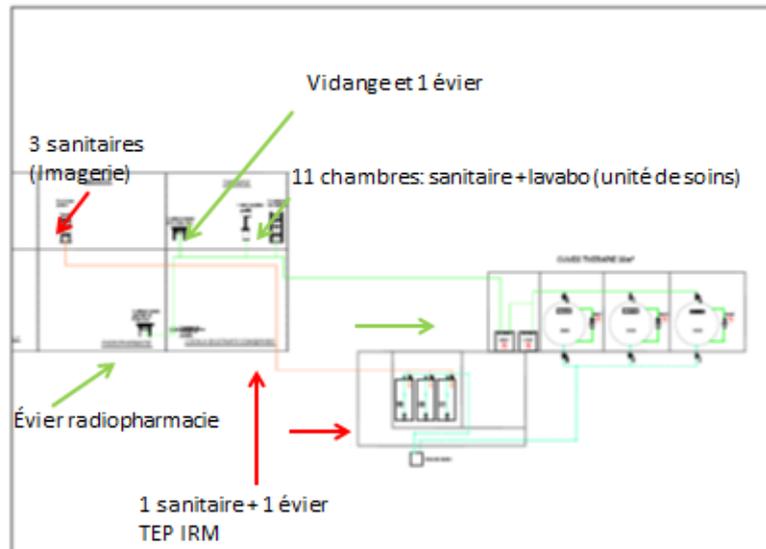
### **7.2 Identification des zones de production des effluents :**

Trois sanitaires n° Ba 14 RC-067, 076 et 079.

Ces sanitaires sont équipés de broyeur pour éviter tout colmatage du réseau radioactif.

A noter : 1 sanitaire (Ba 14 S1-045) et 1 évier (salle Ba 14 S1-048) dans le service de TEP IRM sont reliés au réseau des cuves de 3000 L.

Réseau ROUGE sur le schéma suivant :



→ Vers réseau des 3 cuves 3m<sup>3</sup>

→ Vers réseau des 3 cuves 30m<sup>3</sup>

### 7.3 Description de l'installation :

Le local des cuves de l'imagerie est extérieur et enterré (Ba 14 S1-052).



L'installation consiste en 3 cuves de marque Sotralentz, de 3000 litres environ en polyéthylène haute densité (PEHD) de couleur blanche, sans sortie basse, de dimension Longueur x Largeur x Hauteur 2470 x 880 x 1790 mm

← CUVES IMAGERIE 3000 Litres

L'arrivée des effluents se fait par gravité. La vidange de la cuve se fait par pompage des effluents. Chaque cuve est équipée d'une pompe immergée de type vortex, en inox, à fond plat pour éviter l'endommagement du fond de la cuve. Elle est accrochée par une chaîne en inox.

Cette pompe sert à la vidange de la cuve, mais également au brassage et à la prise d'échantillon.

Elle est commandée par un commutateur marche-arrêt sur la face avant de l'armoire électrique de commande de l'ensemble.

Chaque cuve est équipée d'un contrôleur de niveau à ultrason (marque Kobold), avec affichage du volume de remplissage de la cuve sur l'armoire de commande.

Cet afficheur délivre 3 contacts:

- \* Niveau bas (environ 10% de remplissage), qui autorise le fonctionnement de la pompe immergée.
- \* Premier seuil à 70%, voyant blanc sur la porte de l'armoire de commande pour information.
- \* Niveau haut 80% de remplissage, alarme, voyant orange sur la porte de l'armoire de commande

Ces 3 contacts sont renvoyés à la GTC.

Pour parer une défaillance du contrôleur de niveau à ultrason et/ou de son afficheur, chaque cuve est équipée d'un flotteur réglé approximativement sur le niveau très haut de 90%.

Son enclenchement est signalé par voyant rouge sur la porte de l'armoire et alerte la GTC.

Chaque cuve est équipée d'un trou d'homme, d'un filtre à charbon actif, d'un clapet pour casse vide, d'un robinet d'arrivée d'eau pour rinçage de la cuve, et d'un robinet de prélèvement.

A chaque cuve, correspond les tuyaux d'arrivée des effluents des sanitaires, des effluents du puisard, de l'eau de rinçage et le tuyau de sortie des effluents vers le réseau de l'hôpital.

Le local est ventilé, avec arrêt de la ventilation en cas de fuite.



Le local forme un bac de rétention étanche, de la capacité des 3 cuves, équipé d'un puisard, contenant un détecteur de fuite et une pompe de relevage.

#### ← POMPE FOSSE RELEVAGE

La pompe permet de relever les effluents éventuellement contenu dans le bac de rétention vers le réseau public ou vers les cuves. Cette pompe fonctionne manuellement, commandée par un bouton poussoir sur la face avant de l'armoire de commande, et sur un boîtier mural au-dessus du puisard.

Le détecteur de fuite est reporté à la GTC.

#### Tableau de commande des cuves d'Imagerie

##### ➤ **Contrôle des cuves :**

Pour les cuves 4, 5 et 6 :

Affichage en continu du niveau de remplissage en %.

Témoin lumineux du remplissage niveau haut (70%), niveau alarme (80%) renvoyé par détecteur à ultra-sons, et témoin lumineux niveau flotteur (90%) renvoyé par le flotteur.

##### ➤ **Contrôle POMPE** (relevage et brassage) :

Pour les cuves 4, 5 et 6 :

Commutateur Marche/Arrêt, avec témoins lumineux Défaut et Marche.

Bouton poussoir pour mise de la pompe en marche forcée.

##### ➤ **Contrôle de fuite dans le local :**

Témoin lumineux d'inondation (relié au détecteur de fuite du puisard).

##### ➤ **Contrôle tension du tableau :**

Témoin lumineux pour la mise en tension de l'installation.

##### ➤ **Test Lampe :**

Bouton de test des témoins lumineux

##### ➤ **Contrôle Extracteur local :**

Commutateur Marche/Arrêt avec témoins lumineux Défaut et Marche

##### ➤ **Contrôle POMPE FOSSE RELEVAGE**

Deux boutons pression pour Marche et Arrêt

#### 7.4 Mode de gestion :

Le système fonctionne en alternance, une cuve en remplissage, pendant que le contenu des deux autres cuves décroît.

Les niveaux des cuves sont relevés quotidiennement sur le PC dédié à la gestion des cuves.

(Idem Cuves de thérapie, pages 30,31)

A la fermeture d'une cuve, on mesure l'activité volumique avec un prélèvement de 1 L, et on détermine le temps nécessaire de décroissance pour atteindre 10 Bq/L, limite pour permettre la vidange de la cuve (utilisation du spectromètre gamma de la radiopharmacie).

Compte tenu du nombre de patients, le volume des effluents contaminés est d'environ 200 L par jour. Par mesure de sécurité, une cuve est fermée avant 90% de remplissage, Une cuve se remplit en 2 à 3 semaines, permettant la décroissance des effluents et assurant un rejet inférieur à 10 Bq/L dans le réseau public.

**Remarques:** En estimant, cas le plus défavorable, que toute l'activité  $Tc^{99m}$  (éluee par les générateurs de la radiopharmacie) se retrouve dans les effluents, l'activité cumulée contenue dans une cuve pourrait s'élever à 70 000 MBq, soit une activité volumique de 35 MBq/L. Un temps de décroissance de 6 jours (> 22 périodes) serait nécessaire pour que l'activité volumique résiduelle devienne < 10 Bq/L pour  $Tc^{99m}$ , permettant ainsi la vidange de la cuve dans le réseau des effluents hospitaliers.

De même, en tenant compte de l'activité  $I^{123}$  qui peut être injectée, une décroissance de 7 jours est nécessaire pour que l'activité volumique résiduelle devienne < 10 Bq/L pour  $I^{123}$  permettant ainsi la vidange de la cuve dans le réseau des effluents hospitaliers.

Par contre, en tenant compte de l'activité  $In^{111}$  qui peut être injectée (450 MBq, un jour par semaine) une décroissance de 30 jours au moins est nécessaire pour que l'activité volumique résiduelle devienne < 10 Bq/L pour  $In^{111}$ , permettant ainsi la vidange de la cuve dans le réseau des effluents hospitaliers.

→ Les patients traités par  $In^{111}$  sont dirigés vers la chambre Ba 14 RC-047 du service de thérapie. Cette chambre sert de salle d'attente le jeudi, uniquement pour ces patients. Les effluents contaminés par  $In^{111}$  sont donc recueillis dans les cuves de 30 m<sup>3</sup> et gérés avec les effluents contaminés par  $I^{131}$ .

En pratique, le calcul de l'activité de la cuve se fait sur le  $Tc^{99m}$ , car  $I^{123}$  est rarement mesurable. On vérifie aussi si d'autres radioéléments sont présents dans les effluents de la cuve afin d'en tenir compte dans le calcul du temps de décroissance.

#### **Contrôle de l'activité résiduelle de la cuve avant vidange :**

Un prélèvement d'un échantillon de 1 L est effectué pour vérifier qu'il n'y a plus de radioactivité résiduelle détectable. Toutes les actions sur les cuves et tous les résultats sont enregistrées en format papier et en informatique sur le serveur du CMN.

### **8. GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS TEP IRM**

Le Service de Médecine Nucléaire utilise les locaux de la TEP IRM pour une activité médicale, 2 matinées par semaine. Les déchets radioactifs produits par cette activité (contamination par  $F^{18}$ ) sont mis dans la poubelle blindée haute énergie (volume 55 L), réservée au service de médecine, disponible dans la salle d'injection Ba 14 S1-048.

Ces déchets sont laissés en décroissance dans la poubelle blindée jusqu'au lendemain minimum, ou avant la prochaine utilisation de la TEP IRM par le service.

Ils sont gérés par un ASH du service de médecine nucléaire :

- Fermeture du colis
- Contrôle à l'aide du détecteur mis à disposition dans les locaux TEP IRM (RAD EYE B20 APVL)

En cas de détection d'une contamination > 2 fois le bruit de fond, le colis est géré selon la procédure des déchets radioactifs du service de médecine (voir Chapitre 6).

### **9. GESTION DES EFFLUENTS RADIOACTIFS TEP IRM**

#### **9.1 Mode de production des effluents**

Le service TEP IRM utilise des radionucléides à des fins de diagnostic in vivo, dans le cadre de recherches biomédicales, et pour des patients du CMN (8 patients / semaine).

Des activités de l'ordre de 200 à 300 MBq sont administrées à l'homme ou à l'animal.

Les radionucléides utilisés sont de très courtes périodes :

*Plan de gestion des déchets radioactifs du site GHE /HCL*

- Fluor 18 de période 109 minutes
- Oxygène 15 de période 2 minutes
- Azote 13 de période 10 minutes
- Carbone 11 de période 20 minutes
- Gallium 68 de période 68 minutes.

### 9.2 Identification des zones de production des effluents

- Effluents radioactifs provenant des sanitaires réservés aux patients injectés (Ba 14 S1-045).
- Effluents du lavabo de la salle d'injection (Ba 14 S1-048).

Le sanitaire et le lavabo sont reliés au système des 3 cuves de 3000 L de décroissance du CMN, fonctionnant en alternance.

Le sanitaire est équipé d'un sanibroyeur pour éviter tout risque de colmatage du réseau radioactif.

### 9.3 Mode de gestion

Compte tenu des courtes périodes des radioéléments utilisés, l'impact des effluents produits par l'activité de la TEP IRM sur la gestion des cuves de décroissance provient essentiellement du volume de ces effluents, donc du nombre de patients: Voir ANNEXE 1.

### 9.4 Procédure de gestion des cuves de décroissance

Voir chapitre 7 « Gestion des Effluents Radioactifs du Service d'Imagerie ».

## 10 GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS PROVENANT D'UN SERVICE DU SITE GHE

### 10.1. Patients recevant un radio pharmaceutique dans le service de médecine nucléaire et hospitalisés sur le site GHE.

Ces patients vont éliminer le radiopharmaceutique injecté dans les effluents des sanitaires. Dans ce cas, un dépassement ponctuel de la limite de 10 Bq/L peut être observé en sortie des émissaires vers le réseau public.

Pour certains patients, des instructions données par le service de médecine peuvent recommander de rapporter ces déchets au CMN.

Ils seront alors gérés en décroissance suivant la procédure des déchets de l'imagerie ou de la thérapie.

### 10.2. Patients recevant un radiopharmaceutique hors du Centre De Médecine Nucléaire

1/ Cas des radiopharmaceutiques (marqué au Tc<sup>99m</sup>) transporté dans le service de neurologie fonctionnelle et d'épileptologie (salle enregistrement EEG) de l'hôpital Neurologique, en valisette plombée pour injection sur place.

La valisette contient une seringue avec aiguille dans un protège-seringue plombé, prête pour l'injection. Le volume est de 5 mL pour une activité de 1200 MBq Tc<sup>99m</sup>.

Après injection, la seringue est remise dans la valisette. Tous les consommables utilisés pour l'injection, ainsi que tout consommable ou matériel susceptible d'avoir été potentiellement contaminé est mis en sac jaune.

La valisette et le sac jaune sont retournés au CMN par le médecin nucléaire ou l'interne, et rendus à la radiopharmacie via le monte-charge. Les déchets sont gérés selon la procédure de la radio pharmacie

2/ Cas du DTPA marqué à In<sup>111</sup> préparé en radio pharmacie et transporté en salle de radiologie N°3 (Ba G RC-416) au rez-de-chaussée de l'hôpital neurologique, par le médecin nucléaire ou l'interne, dans une valisette plombée.

La valisette contient une seringue avec aiguille dans un protège-seringue plombé, prête pour l'injection. L'activité est de 37 à 74 MBq In<sup>111</sup>.

Après injection, la seringue est remise dans la valisette. Tous les consommables utilisés pour l'injection, ainsi que tout consommable ou matériel susceptible d'avoir été potentiellement contaminé sont mis en sac jaune. La valisette et le sac jaune sont retournés au CMN par le médecin nucléaire ou l'interne, et rendus à la radiopharmacie via le monte-charge. Les déchets sont gérés selon la procédure de la radiopharmacie

Le schéma de principe de gestion des déchets radioactifs du CMN est repris dans le tableau suivant :

*Plan de gestion des déchets radioactifs du site GHE /HCL*

| DECHETS RADIOACTIFS                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                         |                                    |                                                                                          |                                                                |                                                 |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SERVICE THERAPIE DU CMN<br>ZONE CONTROLEE                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |                                    | SERVICE IMAGERIE DU CMN<br>ZONE CONTROLEE                                                |                                                                |                                                 | AUTRES SERVICES<br>DU SITE GHE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| DAOM<br>SAC<br>NOIR                                                                                                                                                                                                                                                           | DASRI<br>BOITE<br>JAUNE                                 | DAOM<br>SEAU BLANC<br>ETANCHE      | DAOM<br>SAC<br>NOIR                                                                      | DASRI<br>SAC JAUNE                                             | DASRI<br>BOITE<br>JAUNE                         | DAOM                                                        | DASRI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sac salle de soins, Sac salle de bain, Draps UU, Pyjamas UU, Taies UU, Sac dans Office, Sac dans toilettes                                                                                                                                                                    | Déchets de soins, (sur chariot de soins) salle de soins | Déchets alimentaires, Vaisselle UU | Sacs dans salle d'attente, salle des caméras, toilettes, salle planning, salle injection | Sac salle d'injection, Sac salle des caméras, Chariot de soins | Boite Salle d'injection, Boite chariot de soins | Couches, serviettes hygiéniques des patients traités au CMN | Déchets de soins produits lors de l'injection du radiopharmaceutique :<br>↓<br><b>VALISETTE IDENTIFIEE CONTENANT SERINGUES, AIGUILLES ET PROTEGE SERINGUE + SAC JAUNE (tous autres déchets susceptibles d'être contaminés)</b><br><b>RAPPORTES AU CMN, VALISETTE REMISE EN RADIOPHARMACIE</b><br><br><b>SAC REMIS EN IMAGERIE</b><br>↓ |
| ↓                                                                                                                                                                                                                                                                             | ↓                                                       | ↓                                  | ↓                                                                                        | ↓                                                              | ↓<br><b>BOITE REMISE A LA RADIO-PHARMACIE</b>   | ↓<br><b>COLIS RAPPORTE AU CMN THERAPIE</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Si comptage &gt; 2 fois le bruit de fond</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                    |                                                                                          |                                                                |                                                 |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coller l'étiquette de la radioactivité</li> <li>• Coller étiquette d'identification du service avec date fermeture et numéro du colis</li> <li>• Enregistrer le colis dans le registre</li> <li>• Stocker en décroissance</li> </ul> |                                                         |                                    |                                                                                          |                                                                |                                                 |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Stockage trois mois.<br>Contrôle                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         |                                    | Stockage deux semaines.<br>Contrôle                                                      |                                                                | Stockage trois mois.<br>Contrôle                |                                                             | Stockage deux semaines.<br>Contrôle                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Si comptage &lt; 2 fois le bruit de fond</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                    |                                                                                          |                                                                |                                                 |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enregistrer la sortie du colis</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |                                                         |                                    |                                                                                          |                                                                |                                                 |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bac gris                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bac jaune                                               | Bac gris                           | Bac gris                                                                                 | Bac jaune                                                      | Bac jaune                                       | Bac gris                                                    | Bac jaune                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 10.3 Cas du Fluor 18 utilisé au CERMEP.

Le fluor 18, réceptionné en radiopharmacie, est transporté pour être utilisé au CERMEP.

Les déchets solides radioactifs générés par l'injection aux patients sont gérés en décroissance par le CERMEP.

Les box d'injection sont équipés de toilettes reliées à 2 cuves de décroissance fonctionnant en alternance, pour gérer en décroissance les effluents radioactifs. (Voir ANNEXE 6)

La gestion de ces déchets est décrite dans le Mop 22.01 « Elimination des déchets ».

Le CERMEP est équipé d'un détecteur fixe pour le contrôle de la radioactivité des déchets en sortie de l'établissement.

## **11. GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS PROVENANT D'UN ETABLISSEMENT EXTERIEUR.**

Seuls sont pris en compte les déchets radioactifs provenant d'un patient traité par radiothérapie métabolique à l' $I^{131}$  ou  $Lu^{177}$  dans le service de thérapie du CMN.

Les patients, ayant reçu une dose thérapeutique, peuvent continuer de générer, après la sortie du service, des déchets radioactifs, susceptibles de déclencher l'alarme d'un portique de détection de la radioactivité d'une déchetterie. Pour éviter d'entraîner une telle procédure : déclaration à la préfecture, intervention des sapeurs-pompiers, enquête de police...des recommandations écrites sont données aux patients qui rentrent à leur domicile.

Il est notamment recommandé pour les personnes incontinentes de:

- Garder toutes les protections pendant une semaine après la sortie,
- Mettre ces protections dans un sac poubelle à part,
- Garder ce sac dans un endroit situé à l'écart des pièces d'habitation (par exemple, cave, grenier, garage, balcon) pendant encore 4 semaines.
- Rejeter ce sac à la poubelle en non recyclable (donc au bout de 5 semaines après la sortie.)

En cas de problème de conservation, ces sacs peuvent être remis au Centre de Médecine Nucléaire (unité de soins) où ils seront pris en charge et gérés comme les déchets radioactifs du service de thérapie.

Quand un patient est hospitalisé dans un autre établissement, le service de l'unité de soins fournit un container pour le recueil des déchets radioactifs avec des d'instructions écrites. Le container est rapporté au CMN et suit la filière des déchets radioactifs du service de thérapie.

## **12. GESTION DES EFFLUENTS GAZEUX ET DES FILTRES DES EQUIPEMENTS.**

Des effluents gazeux radioactifs peuvent être générés par :

- La radiopharmacie
  - Ouverture du container des gélules  $I^{131}$  et vérification des gélules.
  - Préparations diverses des radioéléments.
  - Contrôle des radiopharmaceutiques.
  - Marquage de molécules avec des traceurs radioactifs.

Ces manipulations s'effectuent toujours dans les boites à gants, en dépression, équipées de filtres charbon en sortie pour piéger les effluents gazeux.

- Les effluents des cuves de décroissance

Chaque événement des cuves de décroissance d'imagerie et de thérapie est équipé d'un filtre charbon actif type A2B2E2K2P3R.

- Les patients ayant reçu un radiopharmaceutique sont susceptibles de contaminer l'air ambiant.

La ventilation du bâtiment Ba14 est équipée de filtres.

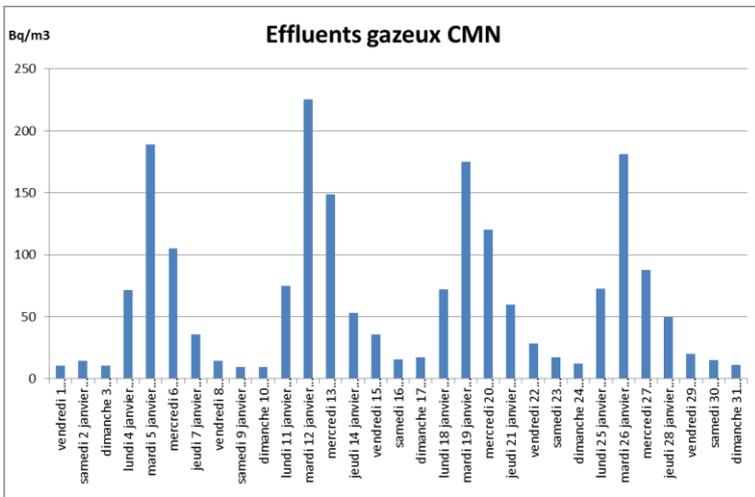
La gaine d'évacuation, correspondant notamment aux chambres de thérapie et à la radiopharmacie, est équipée en sortie, sur la toiture du bâtiment, de filtres charbon actif pour piéger les effluents gazeux.

Une sonde de mesure de la radioactivité  $I^{131}$  des effluents gazeux, couplée à une mesure du débit est installée dans la cheminée en toiture du Centre de Médecine Nucléaire. Cette sonde permet la mesure en continu de l'activité  $I^{131}$  en Bq/m<sup>3</sup> rejetée dans l'atmosphère.

Le matériel consiste en un détecteur IM201L de Mirion technologies. Il comprend une unité de détection (scintillateur NaI), un coffret débitmètre et une unité locale de traitement.

Les informations sont transmises à la GTC (une mesure toutes les 60 minutes).

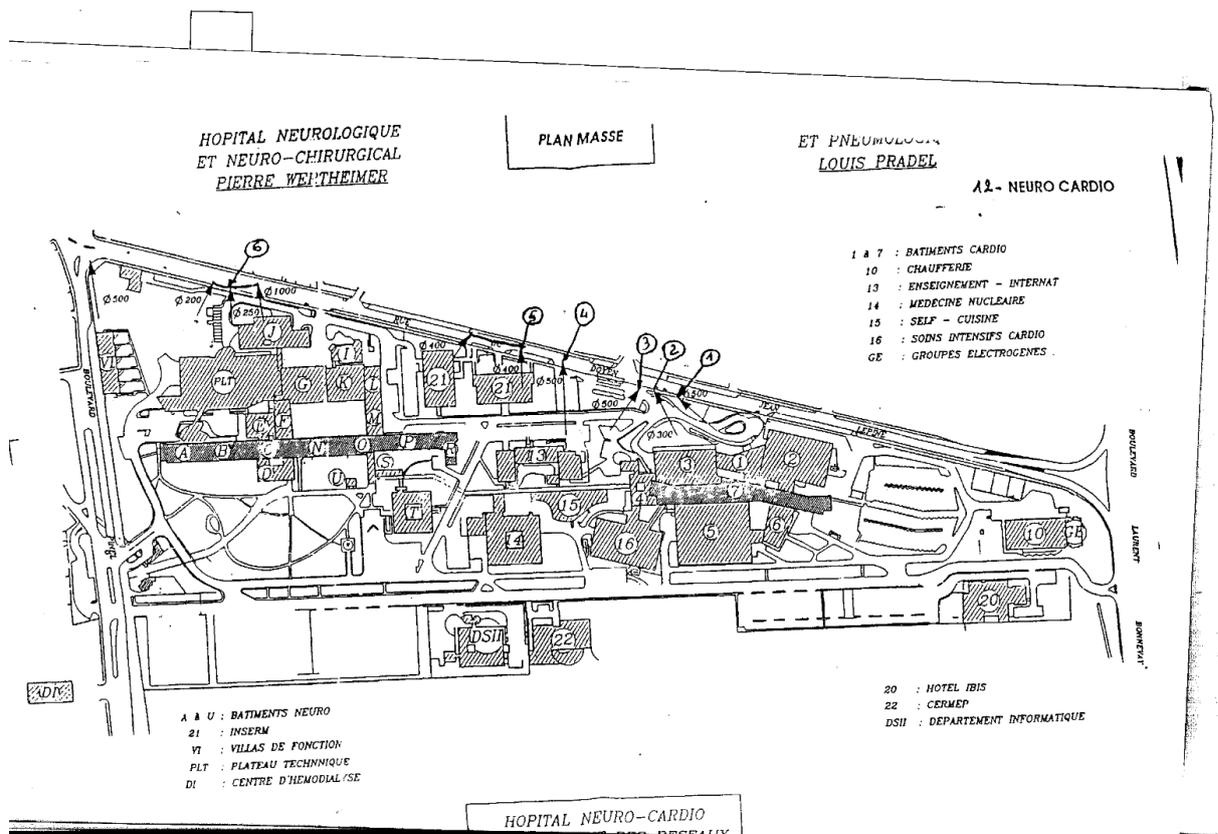
L'analyse des données permet de surveiller les rejets, et de vérifier qu'ils sont en cohérence avec l'activité du service.

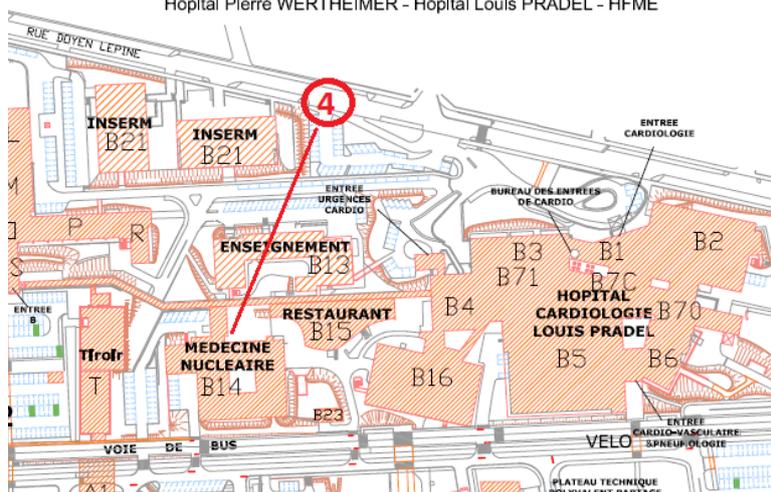


Tous les filtres des équipements sont changés périodiquement (périodicité définie par le service maintenance du GHE en fonction des données du constructeur).  
 Les filtres usagés sont considérés comme des déchets solides radiologiquement contaminés.  
 Ils sont gérés en décroissance, dans le local des déchets de la radiopharmacie.

### 13. IDENTIFICATION ET LOCALISATION DES POINTS DE REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES DANS LE RESEAU PUBLIC

Une entreprise extérieure contrôle annuellement la contamination radioactive des effluents en sortie du site aux différents émissaires : P1 à P6 du GHE.





Les effluents du CMN sortent au niveau de l'émissaire P4 :

Une sonde ST10 de Safe Technologies, composée d'un détecteur NaI(Tl)3p3p, spectrométrie gamma de 512 canaux contenue dans un boîtier étanche avec mousse de protection aux chocs et à la température, est installée dans le fond du P4, permettant une analyse en continu des rejets radioactifs du CMN. L'ensemble de l'installation est régulièrement nettoyé par un jet d'eau provenant d'une douchette automatiquement programmée.

La sonde est connectée à un PC déporté, installé dans l'armoire électrique de la sous-station Ba 13-RJ-034. De même, une mesure de la hauteur d'eau et de la vitesse des effluents dans l'émissaire se fait en continu.

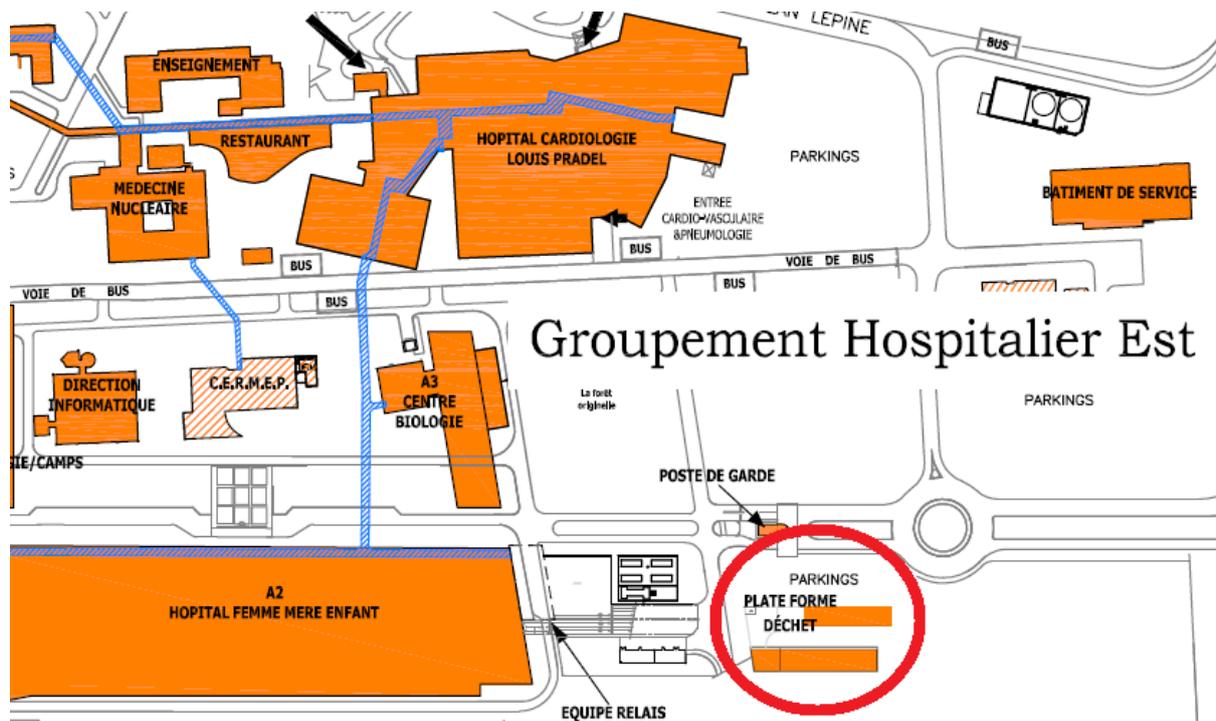
A partir de l'acquisition des données du détecteur, calcul en Bq/L des effluents pour  $Tc^{99m}$ ,  $I^{131}$ ,  $In^{111}$  et  $Lu^{177}$  (Une acquisition toutes les 10 minutes). Tous les résultats sont enregistrés et stockés dans un fichier informatique permettant de visualiser le débit des effluents et l'activité des rejets radioactifs dans l'émissaire en fonction de l'heure dans la journée. Une analyse hebdomadaire de ces fichiers permet d'évaluer les éventuels rejets radioactifs vers le réseau public.

La mesure de la radioactivité en continu permet de contrôler s'il y a un rejet non maîtrisé au cours de la journée.

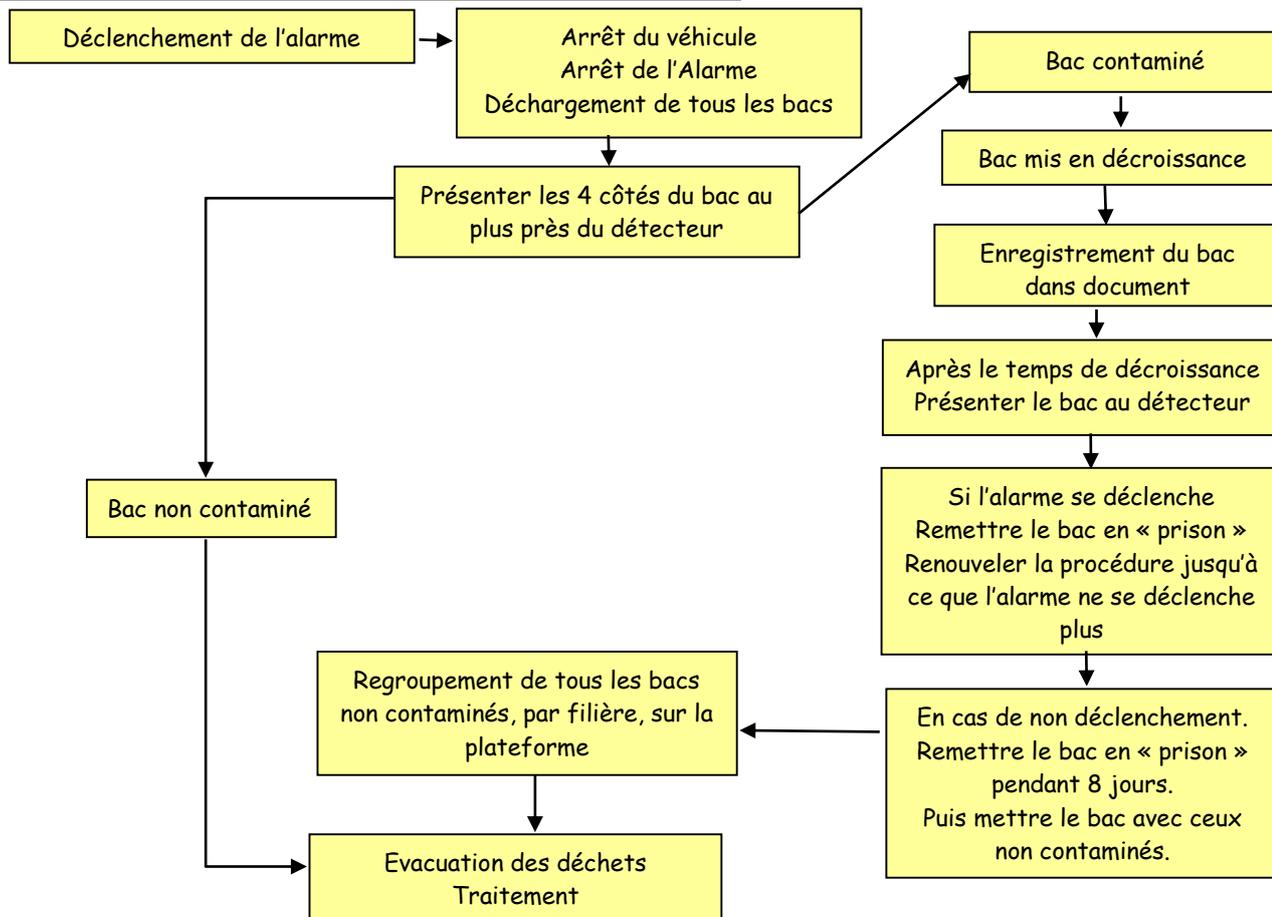
La mesure de la radioactivité instantanée en sortie est aussi transmise à la GTC et reportée sur l'écran de contrôle dans la salle de soins Ba 14 RC-36.

En cliquant sur l'écran dans l'onglet MESURES RADIOACTIVITE, on visualise l'état du système de nettoyage de la sonde: marche/défaut de la commande électrovanne de rinçage et arrêt/défaut du cordon chauffant de la conduite d'eau de rinçage.

# 14. IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SYSTEME DE DETECTION DE LA PLATE-FORME « DECHETS » DU GHE



## PROCEDURE A SUIVRE EN CAS DE DECLENCHEMENT DU PORTIQUE :



## 15. ANNEXES

### ANNEXE 1

#### **Estimation de la radioactivité et du volume des effluents générés par les patients du service d'imagerie de médecine nucléaire :**

Les effluents radioactifs du service d'imagerie sont constitués par les effluents provenant des 3 sanitaires, réservés aux patients.

Ces effluents sont collectés dans des cuves de décroissance, fonctionnant en alternance.

Le service dispose de trois cuves de 3000 L.

Radioéléments autorisés :

| Radioéléments       | Tc <sup>99m</sup> | I <sup>123</sup> | In <sup>111</sup> | F <sup>18</sup> | Tl <sup>201</sup> | Kr <sup>81m</sup> |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Période             | 6<br>Heures       | 13,2<br>Heures   | 2,8<br>Jours      | 110<br>Minutes  | 3,04<br>Jours     | 13<br>Secondes    |
| Mode<br>élimination | Urinaire          | Urinaire         | Urinaire          | Urinaire        | Non<br>Urinaire   | Non<br>Urinaire   |

L'historique des analyses effectuées sur les rejets confirment que l'on retrouve essentiellement le Tc<sup>99m</sup>, l'I<sup>123</sup> et l'In<sup>111</sup> dans les effluents.

→ Compte tenu de la période de l'In<sup>111</sup>, les patients traités avec un radiopharmaceutique marqué à l'In<sup>111</sup> sont dirigés vers une salle d'attente dont les sanitaires sont reliés aux cuves de thérapie du CMN. L'ajout des effluents de ces patients ne modifie pas la gestion des cuves de thérapie.

#### **Estimation de la radioactivité des effluents en Tc<sup>99m</sup> dans une cuve et du temps de décroissance nécessaire :**

L'historique des prélèvements et de l'étude du remplissage des cuves montrent que les activités volumiques Bq/L Tc<sup>99m</sup> mesurées à la fermeture d'une cuve représentent environ 3% de l'activité injectée.

En moyenne, 9 500 MBq Tc<sup>99m</sup> sont délivrées par jour, et l'activité moyenne de la cuve en remplissage est environ de 300 MBq Tc<sup>99m</sup>.

L'activité cumulée des cuves est 320 MBq.

Avec un remplissage moyen de 70%, (2100 L) une décroissance de 4 jours est nécessaire pour obtenir une activité volumique de 10 Bq/L, permettant le rejet des effluents vers le réseau public.

#### **Estimation de la radioactivité des effluents en I<sup>123</sup> dans une cuve et du temps de décroissance nécessaire :**

L'activité en Iode 123 est due :

Au cartofixation, 4 patients par semaine, dose de 12 MBq.

A la MIBG, une dose 300 MBq dans la semaine.

Dans le cas le plus défavorable, la cuve peut contenir 300 MBq au moment de la fermeture. Avec un remplissage moyen de 80% (2400 L), une décroissance de 7 jours est nécessaire pour obtenir une activité volumique de 10 Bq/L, permettant le rejet des effluents vers le réseau public.

L'historique des analyses de rejets montre en fait que l'I<sup>123</sup> est rarement détecté dans les effluents à fermeture.

#### **Estimation des volumes des effluents / patients, basé sur l'historique de remplissage: 7L / patient**

#### **Estimation du nombre de patients maximum : 60 patients / jours**

En se basant sur une alternance de deux cuves, remplissage à 80% en une semaine et décroissance en une semaine.

→ Une cuve n'est jamais complètement vide, le volume résiduel est de 10% après vidange.

Remplissage effectif de 70 %, soit 2100L.

2100/7 = 300 patients/semaine, soit 60 patients /jour.

→ La troisième cuve en réserve permet la gestion des aléas: remplissage trop rapide d'une cuve dû à un dysfonctionnement de chasse d'eau, présence In<sup>111</sup> dans une cuve etc...

## **ANNEXE 2**

### **Note sur l'estimation de la radioactivité et du volume des effluents provenant de l'activité Thérapie du service de médecine Nucléaire.**

#### **Estimation de l'activité en Iode 131 des effluents de l'unité de soins :**

Les patients traités avec une dose thérapeutique  $I^{131}$  éliminent plus de 85% de la radioactivité ingérée dans les 48 heures suivant la prise de la gélule, via les urines et les selles. Une faible partie est éliminée via la sueur et la salive.

Nous avons établi un modèle permettant de calculer l'activité en  $I^{131}$  éliminée dans les effluents du service, en fonction du nombre de patients, de l'activité de la dose, de la date de distribution ainsi que du mode d'élimination du patient. Avec 8 chambres de thérapie ouvertes pour des doses administrées de 3 700 Mq (cas le plus défavorable), l'activité maximum est de 44 GBq, soit une activité volumique de 1,8 MBq/L environ à fermeture à 80% de remplissage. Il faut donc plus de 116 jours de décroissance avant rejet.

#### **Effluents provenant de la vidange**

L'activité de ces effluents est négligeable par rapport aux activités des sanitaires et lavabos.

#### **Effluents du lavabo chaud de la salle d'injection, et de l'évier de la salle de préparation de la radio-pharmacie.**

Les activités sont négligeables par rapport aux activités des sanitaires et lavabos.

#### **Estimation de l'activité en Indium 111 des effluents de l'unité de soins**

Le même jour de la semaine, trois patients reçoivent chacun 150 MBq  $In^{111}$ .

Compte tenu de sa période et de la faible activité rejetée dans les cuves, l'activité en  $In^{111}$  n'a pas d'influence sur la gestion en décroissance des cuves de thérapie.

#### **Estimation de l'activité en Lu<sup>177</sup> des effluents de l'unité de soins**

Nous avons établi un modèle permettant de calculer l'activité en  $Lu^{177}$  éliminée dans les effluents du service, en fonction du nombre de patients, de l'activité de la dose, de la date de distribution ainsi que du mode d'élimination du patient. Avec 3 patients traités par semaine, par des doses de 7 400 MBq (cas le plus défavorable), l'activité de la cuve atteint au maximum 28 GBq, soit une activité volumique de 1,16 MBq/L à fermeture à 80% de remplissage. Il faut donc plus de 96 jours de décroissance avant rejets.

#### **Estimation du volume des effluents provenant de l'unité de soins**

- Estimation pour un patient hospitalisé:
  - 10 chasses d'eau de 6 L / jour / chambre
  - 15L / lavabo / jour / chambre→ Soit 75 L / jour / patient
- Estimation pour un patient en hospitalisation de jour :
  - 6 chasses d'eau de 6 L / jour / chambre
  - 10L / lavabo / jour / chambre→ Soit 46 L / jour / patient
- Estimation du volume des effluents de la vidange
  - Estimation de 300 L par semaine pour le nettoyage des chambres de thérapie.
- Estimation du volume des effluents des éviers chauds
  - Estimation de 30 L par mois

#### **Etude de l'historique des volumes des effluents du service de thérapie**

L'étude des cycles de remplissage des cuves de 30 m<sup>3</sup>, montre qu'une cuve se remplit en 9-10 semaines. La décroissance après fermeture est en moyenne de 130 jours.

### ANNEXE 3

#### **Note sur l'activité d'iode 131 susceptible d'être rejetée dans les effluents des douches.**

Les patients traités avec une dose thérapeutique d'iode 131 éliminent plus de 80 % de la radioactivité ingérée dans les 48 heures suivant la prise de la gélule, via les urines et les selles. Une faible partie est éliminée via la sueur et la salive.

Les sanitaires et les lavabos étant reliés aux cuves de décroissance, les effluents contaminés par les urines, selles et salive sont collectés et gérés en décroissance.

Par contre, les effluents des douches rejoignent directement le collecteur de l'hôpital. Ces effluents sont contaminés par iode 131 provenant de la sueur du patient.

Une mesure a été faite dans notre service, sur l'eau de la douche : la contamination moyenne s'élevait à 4200 Bq/L.

L'analyse de l'étude de E.IBIS dans « The journal of Nuclear Medicine (vol33, n°12,1992) » sur la contamination des patients traités par I<sup>131</sup> montre :

- une corrélation entre l'activité de la dose I<sup>131</sup> ingérée et l'activité éliminée par la sueur.
- une élimination maximum 24h après la prise de la dose.

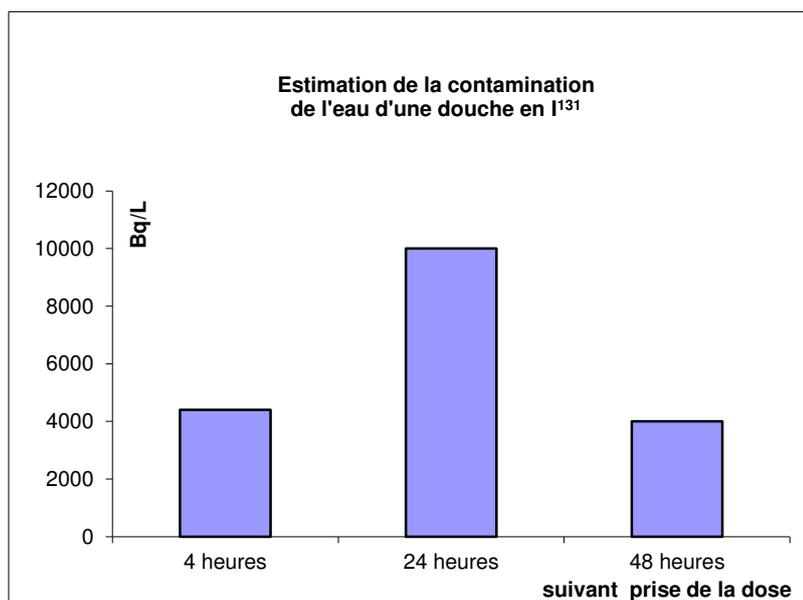
La contamination moyenne de la peau, dans le temps, après une prise de 3700 MBq est donnée dans le tableau suivant :

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| 4 heures  | 21 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 24 heures | 47 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 48 heures | 19 Bq/cm <sup>2</sup> |

Si on prend comme surface corporelle moyenne d'un individu 1,7 m<sup>2</sup>, la contamination par la peau s'élève à :

|           |           |
|-----------|-----------|
| 4 heures  | 0,357 MBq |
| 24 heures | 0,799 MBq |
| 48 heures | 0,323 MBq |

On peut en déduire une estimation de la contamination de l'eau de la douche, pour une douche de 80 L :

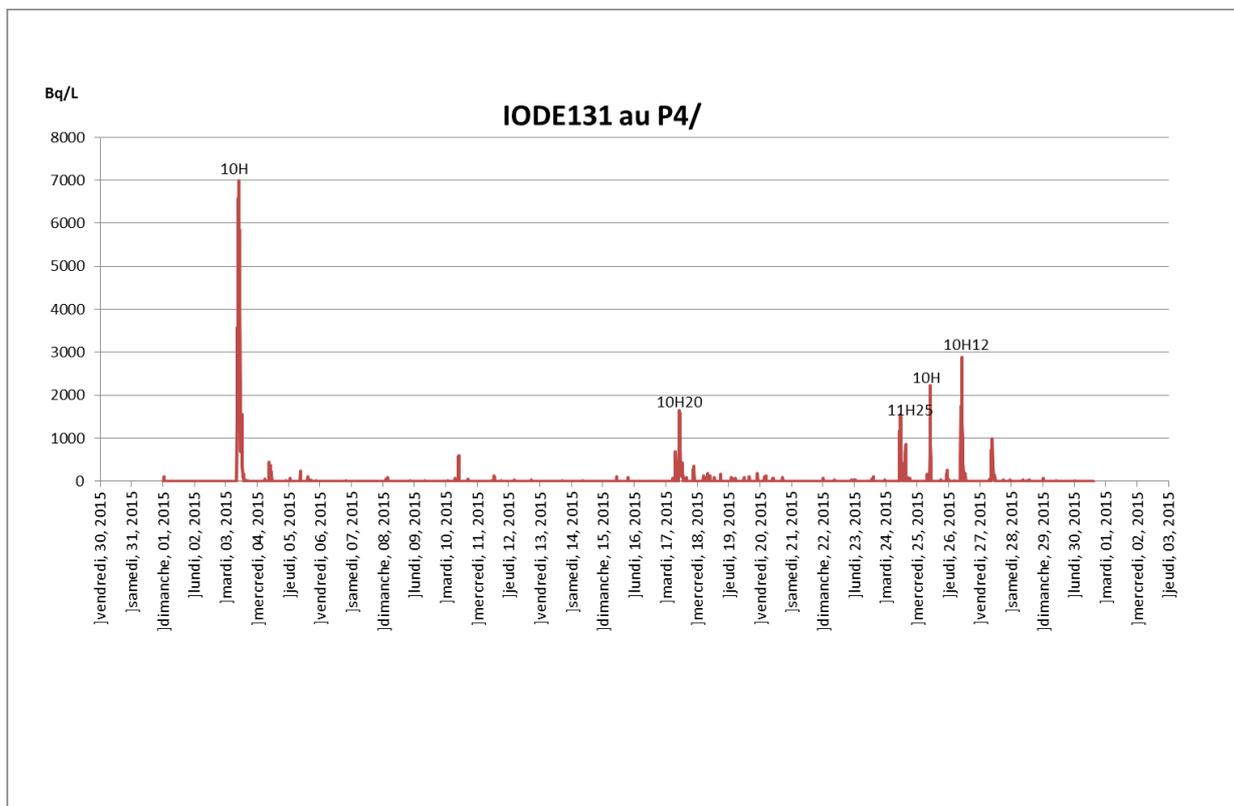


Avec 7 patients traités, une activité de 5,6 MBq d'I<sup>131</sup> (7 patients \* 0,799 MBq) est susceptible d'être éliminée le lendemain de la prise de la dose, et 2,2 MBq dans les 48 H.

La contamination moyenne des effluents sur la semaine (mardi au vendredi) sera de l'ordre de 1,95 MBq / Jour. Le volume total des effluents du CMN est de 26 m<sup>3</sup> / jour. La contamination moyenne est < 100 Bq/L.

L'analyse des données de la sonde de radioactivité installée dans l'émissaire P4 en sortie du CMN confirme ces données :

On observe bien un pic de radioactivité le matin, suite aux douches des patients.



En 2018, l'activité mensuelle I<sup>131</sup> rejetée dans les effluents est de 33,5 MBq, soit 0.05% de l'activité administrée (Analyse des données de la sonde ST10).

L'activité moyenne journalière est de : 1,5 MBq I<sup>131</sup>, soit 50 Bq/L.

## ANNEXE 4

### **Présentation du système des alarmes des cuves et interface avec la GTC**

Les renseignements fournis par les capteurs et les alarmes, renvoyés à la GTC, sont disponibles sur un ordinateur au CMN, ordinateur installé dans la salle de soins du service de thérapie Ba14 RC-036.

#### 1. Pompes de relevage des cuves de 30m<sup>3</sup>

Chacune des deux cuves est équipée de trois flotteurs : flotteur bas pour déclenchement de la pompe, niveau haut pour enclenchement de la pompe et niveau très haut pour alarme.

La porte de l'armoire de commande dans le local des cuves comporte les voyants « marche », « défaut » et « niveau très haut » pour les deux pompes.

Un détecteur de fuite est installé sur la surface du cuvelage des pompes, avec défaut signalé sur la porte du local (l'indication est : inondation) et mis à disposition à la GTC.

Une alarme 'discordance' est aussi disponible à la GTC : elle s'active quand il y a une discordance des informations : Exemple : Flotteur du niveau haut enclenché alors que le flotteur niveau bas, ne l'est pas.

#### 2. Cuves de 30m<sup>3</sup>

Chacune des trois cuves est équipée d'un contrôleur de niveau à ultrason.

La porte de l'armoire de commande dans le local des cuves comporte les voyants :

- Niveau haut 75% (pour renseignement) avec lampe témoin
- Niveau d'alerte 90% (pour alarme de remplissage) avec lampe témoin.

Chacune des cuves est aussi équipée d'un flotteur pour parer à une défaillance éventuelle du contrôleur ultrason. Son activation à 95% de remplissage de la cuve, est signalé par un voyant sur la porte du local et transmis comme alarme à la GTC.

Le niveau 18% de la cuve active la mise en marche automatique de la pompe de brassage.

Quatre détecteurs de fuite sont répartis sur la surface de chaque cuvelage, avec positionnement d'un détecteur sous la pompe de brassage. Ces détecteur renvoient à une alarme sur le tableau de commande (Indication: inondation), pour chaque cuve.

Un dispositif de détection de fuite à ruban est installé sous chaque cuve. Ce détecteur renvoie une alarme sur le tableau de commande (Indication: fuite) et sur un boîtier mural à côte de chaque porte de cuve. Ce boîtier mural permet de localiser plus facilement la fuite, car il fournit en plus une indication sur la position de la fuite sur le ruban.

#### 3. Cuves de 3m<sup>3</sup>

Les trois cuves sont installées dans un même local.

Chacune des cuves est équipée d'un détecteur de niveau à ultrason, et d'un flotteur positionné à un niveau haut (90%)

Les portes de l'armoire de commande sont équipées des mêmes voyants pour chaque cuve avec report à la GTC :

- témoin lumineux activé par le détecteur à ultrasons à 70% de remplissage (Indication sur le tableau HAUT).
- témoin lumineux activé par le détecteur à ultrasons à 80% de remplissage
- témoin lumineux activé par le flotteur à 90% de remplissage (Indication sur le tableau FLOTTEUR)

Les cuves se remplissent par gravité, il n'y a donc pas de pompe de relevage.

Par sécurité, les cuves sont vidangées par une pompe située dans le fond de la cuve. Cette pompe sert aussi au brassage de la cuve, mis en fonctionnement manuellement avant une prise d'échantillon.

Un témoin lumineux s'active sur le tableau en cas de MARCHE ou DEFAUT de la pompe de brassage.

Le cuvelage est équipé d'un regard avec pompe d'épuisement du regard, pouvant renvoyer les effluents dans une cuve ou dans le réseau public, par opération manuelle.

Un détecteur de fuite est installé dans le local des cuves au niveau du puisard, et renvoie à une alarme sur le tableau de commande : indication INONDATION.

Le local est ventilé, et un témoin lumineux s'active sur le tableau en cas de MARCHE ou DEFAUT de l'extracteur.

## ANNEXE 5

### **Mode opératoire du contrôle des détecteurs de fuite :**

#### **1. Equipements concernés :**

- Détecteurs de fuite des cuvelages des locaux déchets radioactifs suivants :  
Ba 14 S1-014, Ba 14 S1-009, Ba 14 S1-020, Ba 14 S1-021 et Ba 14S1-061
- Détecteurs de fuite des bacs de rétention des cuves de thérapie:  
Quatre détecteurs par cuve de 30m<sup>3</sup> et 2 détecteurs pour les pompes de relevage.
- Détecteur de fuite du puisard des cuves de 3m<sup>3</sup>.
- Détecteurs de fuite à ruban des 3 cuves de 30m<sup>3</sup>.

#### **2. Périodicité du contrôle**

Le contrôle s'effectue une fois par an.

#### **3. Personnes concernées**

- Responsable de la gestion des effluents
- PCR de l'établissement
- Service maintenance exploitation.

#### **4. Mode opératoire**

##### Détecteur de fuite :

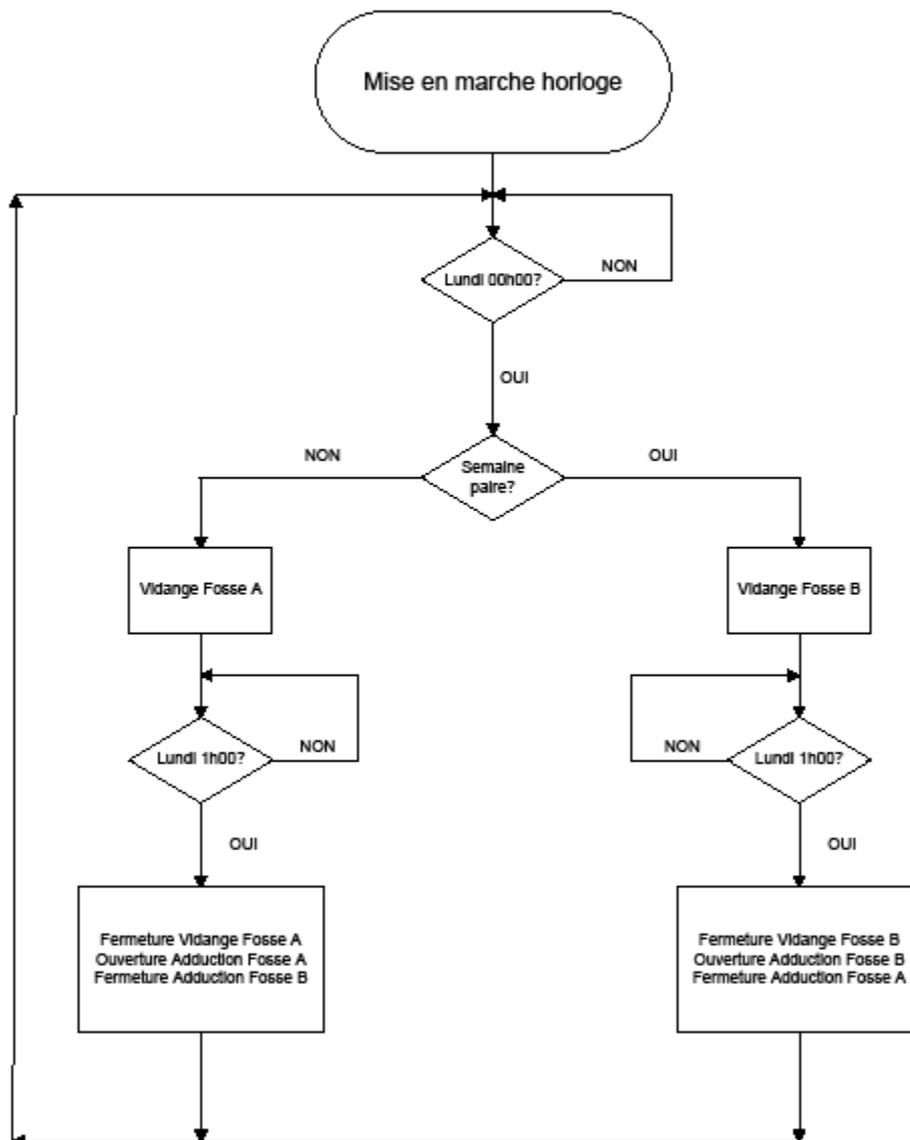
- Simulation d'une fuite sur chaque détecteur en posant le détecteur dans un récipient contenant un fond d'eau.
- Vérification du déclenchement de l'alarme.
  - L'alarme se déclenche, le détecteur est déclaré opérationnel.
  - L'alarme ne se déclenche pas : le détecteur est déclaré hors service, et entraîne une demande d'intervention du service de maintenance,
- Séchage du détecteur pour arrêter l'alarme
- Enregistrement de la date du contrôle et du résultat.

*Remarques : Les détecteurs Ba 14 S1-019 et 020 sont sur la même alarme.  
Les 4 détecteurs par cuve de 30m<sup>3</sup> sont sur la même alarme*

##### Détecteur à ruban des cuves de 30m<sup>3</sup> :

- Utilisation de la brosse fournie par le constructeur pour contrôler le ruban  
(Brosse disponible dans le local des cuves, sur le tableau de commande)
- Vérification du déclenchement de l'alarme.
  - L'alarme se déclenche, le détecteur est déclaré opérationnel  
On vérifie sur le boîtier que l'indication de position de fuite, donnée en mètre, est cohérente.
  - L'alarme ne se déclenche pas, ou l'indication donnée par le boîtier est fautive : le détecteur est déclaré hors service, et entraîne la demande d'intervention pour remise en état du détecteur.
- Enregistrement de la date du contrôle et du résultat.

## DIAGRAMME DE GESTION DES FOSSES DE DECROISSANCE



## ANNEXE 7

### Modification du réseau des collecteurs d'effluents au point de rejet P4.

Les effluents du nouveau Bâtiment A4 (BaA4) sont raccordés au collecteur des effluents du CMN, en amont de l'installation du détecteur de radioactivité installé au Point 4 (Voir chapitre 13 IDENTIFICATION ET LOCALISATION DES POINTS DE REJETS.)

Dans le cadre de la réhabilitation de l'hôpital cardiologique, le BaA4 accueille provisoirement le service de pneumologie du GHE et les patients de ce service peuvent être pris en charge par le service de Médecine Nucléaire pour une scintigraphie au Tc<sup>99m</sup>.

De retour au BaA4, ces patients continuent d'éliminer du Tc<sup>99m</sup> via les sanitaires.

De ce fait, le Tc<sup>99m</sup> contaminant les effluents du BaA4, est détecté par la sonde ST10 de Safe Technologies au niveau du Point 4, sonde installée pour contrôler les effluents en sortie du CMN.

Cette situation est une situation dégradée et temporaire, le service de pneumologie devant réintégrer l'hôpital cardiologique en 2021.

### Estimation de l'activité Tc<sup>99m</sup> dans les effluents rejetés au P4 :

L'estimation est faite à partir des données de la sonde ST10 du mois de mars 2018, représentatif de l'activité du service.

L'activité mensuelle Tc<sup>99m</sup> rejetée est de 356 MBq, soit 1% de l'activité administrée. Elle est variable et certainement patient dépendante.

Le débit moyen est calculé à partir des données de la sonde radar VEGAPULS WL61 installée au fond du P4.

Le volume moyen est de 29,4 m<sup>3</sup>/jour.

L'activité moyenne journalière est de 1,6 MBq soit 550 Bq/L (0 - 2200 Bq/L).

## **ANNEXE 8**

### **Evaluation du risque de rejet de Lu<sup>177</sup> dans les effluents des douches du service de thérapie du CMN :**

Les patients traités avec une dose thérapeutique de 7 400 MBq Lu<sup>177</sup>, éliminent plus de 60 % de la radioactivité dans les 24 heures (80% dans les 48 heures) via les urines et les selles. Il n'y a pas de données actuellement sur l'activité éliminée par la salive et la sueur. Or, l'activité Lu<sup>177</sup> éliminée par la sueur est susceptible de contaminer les effluents des douches, non reliées aux cuves de décroissance du service.

Pour évaluer le rejet de Lu<sup>177</sup> dans les effluents des douches, deux actions ont été menées:

- Reprogrammation de la sonde ST10 de Safe Technologies installée au point P4, en sortie du CMN, en juin 2016 pour prendre en compte le Lu<sup>177</sup>.  
A ce jour, il n'y a pas de contamination Lu<sup>177</sup> mesurée dans les effluents en sortie du CMN.

- Mesures effectuées sur les siphons des douches :

Prélèvements dans le siphon, juste après la douche à J+1 du patient traité par 7 400 MBq de Lu<sup>177</sup>.

Le volume mesuré du prélèvement est ajusté à 1 L, pour analyse au spectromètre gamma, préalablement étalonné dans la même configuration (mesure sur le pic à 208 keV).

| Date du traitement | Date du prélèvement | Volume prélevé (mL) | Lu177 (Bq/L) |
|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 11/05/2016         | 12/05/2016          | 90                  | 38 600       |
| 24/05/2016         | 25/05/2016          | 140                 | 31 000       |
| 31/05/2016         | 01/06/2016          | 250                 | 57 200       |
| 31/05/2016         | 01/06/2016          | 260                 | 42 300       |
| 21/06/2016         | 22/06/2016          | 250                 | 77 000       |
| 22/06/2016         | 23/06/2016          | 250                 | 23 700       |

Il y a des variations importantes entre les patients, la moyenne est d'environ 45 000 Bq/L.

**En estimant le volume d'une douche à 80 L, l'élimination moyenne est estimée à 3.6 MBq Lu<sup>177</sup> / patient, soit 0,05% de la dose de Lu<sup>177</sup> injectée.**

Le pic d'activité Lu<sup>177</sup>, dû aux douches, est attendu en fin de matinée au P4, au moment où le débit horaire est le plus important (+/- 4m<sup>3</sup>/heure).

## **ANNEXE 9**

### **Cartographie du réseau radioactif du CMN**

#### **1. Caractéristique du réseau « Thérapie »**

Décrit en rouge dans le plan ci-dessous, le réseau Thérapie est accessible en plafond du sous-sol du CMN.

Les canalisations sont signalisées par des trèfles radioactifs.

Le réseau est sur une grande partie isolé des autres canalisations pour limiter l'irradiation.

Les cuves sont situées dans un local extérieur, et la canalisation des effluents arrivant aux cuves est protégée par du plomb, au-dessus de la protection thermique.

L'espace entre le CMN et le local des cuves est une zone réglementée, fermée.

Le réseau comprend les 11 chambres du service de thérapie en RDC : Ba 14 RC-030, 031, 032, 034, 037, 038, 041, 042, 043, 046 et 047.

Ainsi que :

En 1 : le raccordement de l'évier de la radiopharmacie en sous-sol (Ba14 S1 024) avec pompe de relevage accessible dans le couloir Ba 14 S1-C7.

En 2 : le raccordement de l'évier de la paillasse devant le monte-dose en RDC (Ba 14 RC-055).

En 3 : le raccordement du vidoir du local ménage en RDC Ba 14 RC-051.

#### **2. Caractéristique du réseau « Imagerie »**

Décrit en vert dans le plan ci-dessous, le réseau Imagerie est accessible en plafond du sous-sol du CMN.

Les tuyaux sont signalisés par des trèfles radioactifs.

Les cuves sont dans un local extérieur au CMN, et enterrées.

Une partie de la canalisation est extérieure, avec protection thermique. L'espace entre le CMN et le local des cuves est une zone réglementée, fermée.

Le réseau comprend les 3 sanitaires du service d'Imagerie en RDC, Ba 14 RC-067, 075 et 076

Ainsi que :

En 1 : le raccordement du sanitaire dédié aux patients de la TEP-IRM en sous-sol

En 2 : le raccordement de l'évier de la salle d'injection de la TEP-IRM en sous-sol

Les réseaux radioactifs du CMN sont accessibles. Un contrôlé visuel, avec mesure de débit de dose est effectué tous les 6 mois et tracé.

Le personnel du service maintenance et de sécurité du GHE est formé à la radioprotection (Radioprotection travailleur tous les 3 ans) avec sensibilisation aux problèmes du réseau radioactif, présentation des alarmes et visite des installations (réseau et cuves).

