

GESTION DES RADIO-ISOTOPES DE L'IODE EN MILIEU HOSPITALIER



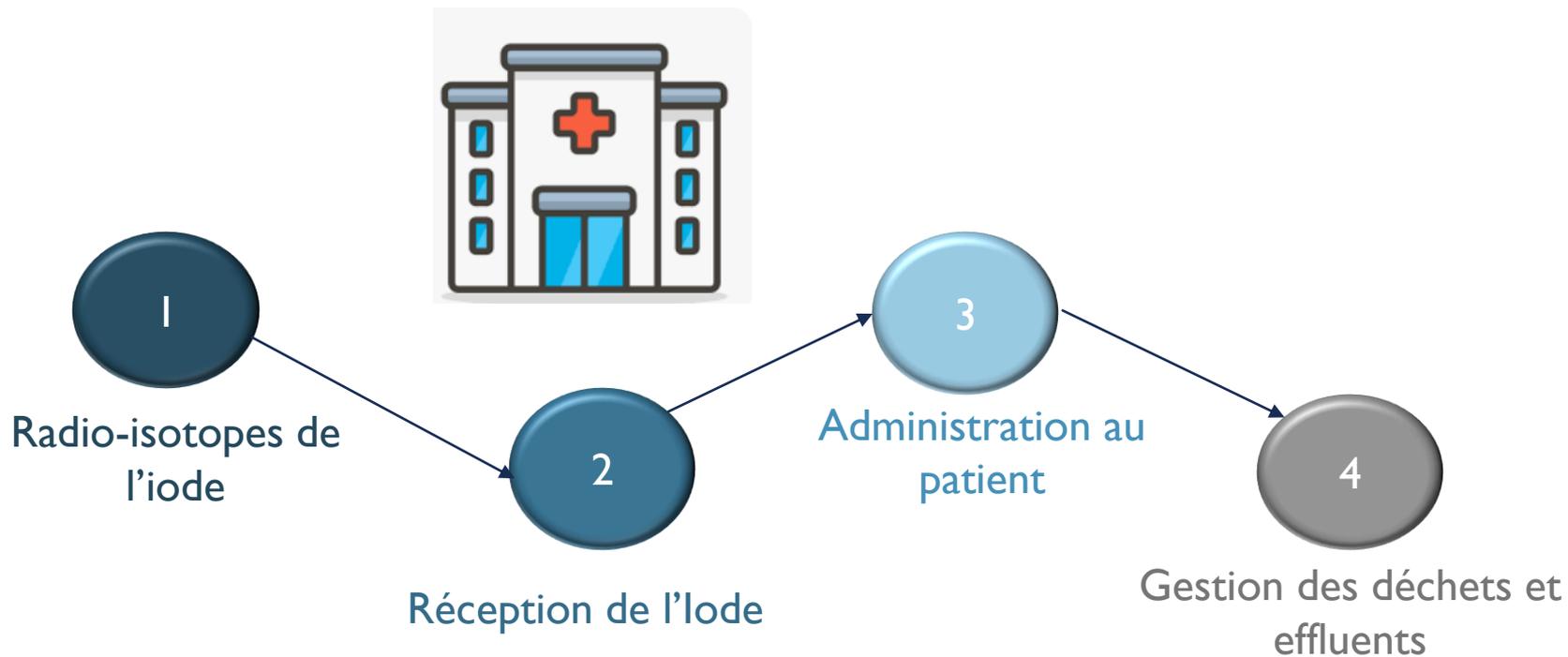
Mardi 26 mars 2024



Christophe STAINMESSE

Conseiller en Radioprotection
Groupe Hospitalier Cochin

SOMMAIRE



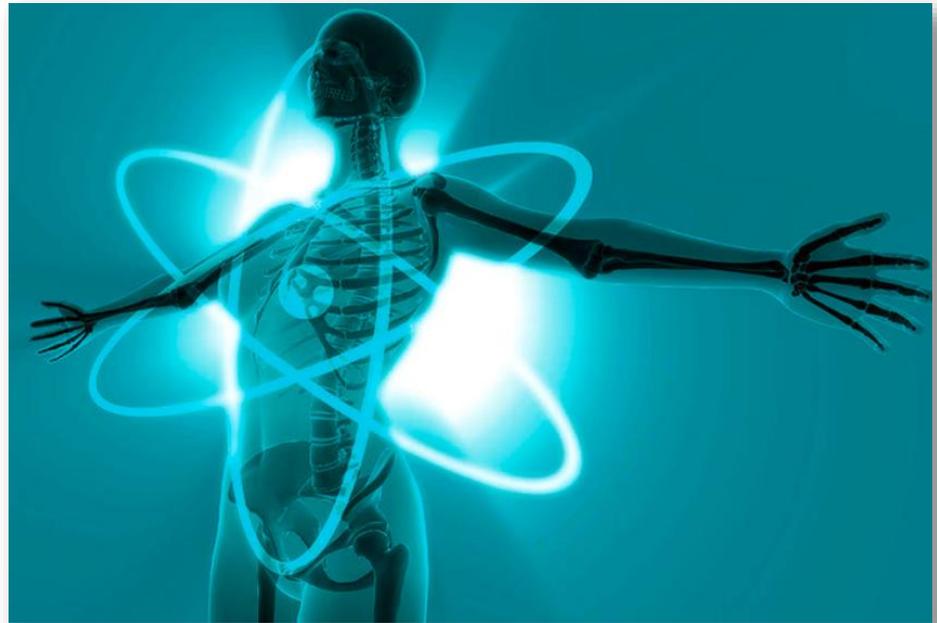
Radioprotection du personnel



4 RADIO-ISOTOPES DE L'IODE

- Diagnostic *In Vivo*
- Diagnostic *In Vitro*
- Thérapie

- Sources scellées
- Sources non-scellées



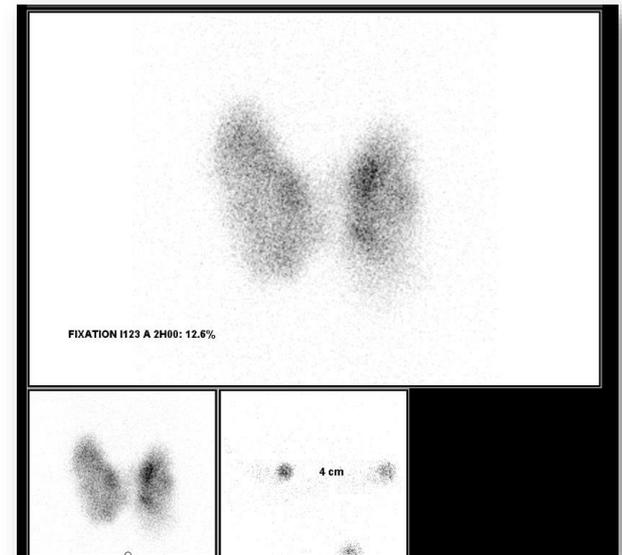
NB: Les produits de contraste tri ou hexa-iodés (iode stable ^{127}I) sont utilisés en imagerie par rayonnements X (TDM, radiographie...)

IODE 123

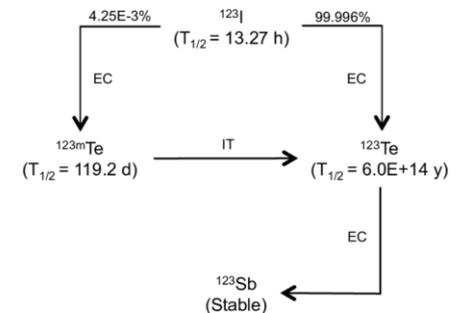


☢ Diagnostic *In Vivo* :

- Période : 13,2 heures
- E_{γ} : 159 KeV
- **Sources non-scellées**
- **Imagerie dans le diagnostic des maladies thyroïdiennes**
- L'iode est métabolisée directement par la thyroïde
- Pas besoin de vecteur pharmacocinétique
- **Activité injectée : Environ 10 MBq**



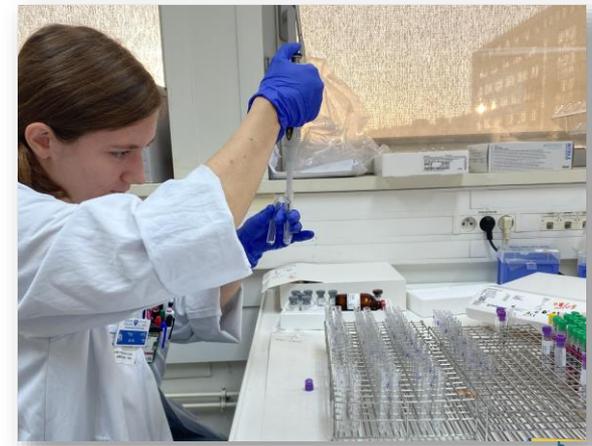
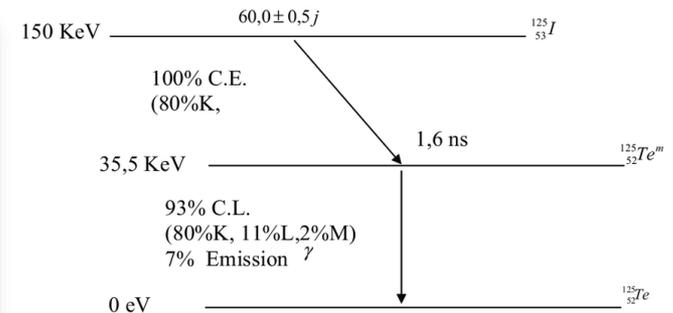
Scintigraphie thyroïdienne Iode 123



IODE 125 (I)

☢ Diagnostic *In Vitro* :

- Période : 59,9 jours
- Ex : 27 KeV
- Sources non-scellées
- Dosages hormonaux, enzymatiques ou de marqueurs tumoraux
- Activité utilisée par trousse de marquage : 150 à 890 KBq

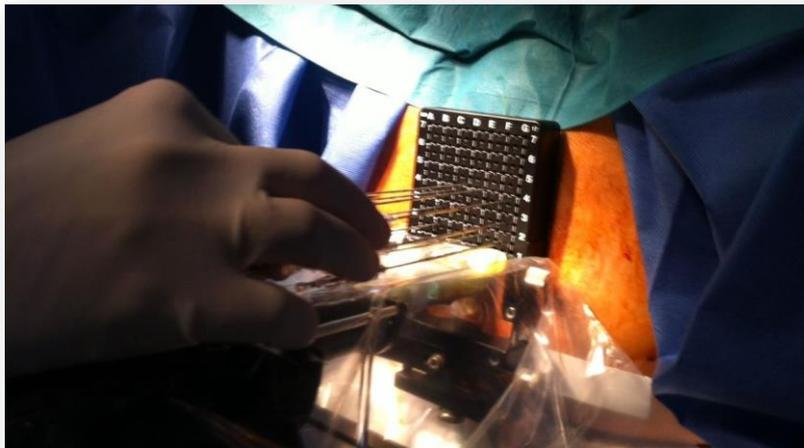
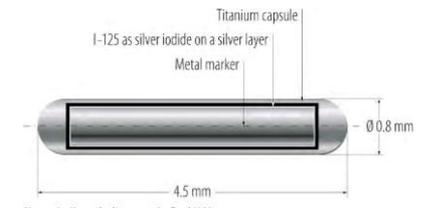


Echantillonnage dans des tubes pour scintillateur : Iode 125

IODE 125 (2)

☢ Thérapie :

- Sources scellées
- Implantation de grains d'iode 125 par voie trans-périnéale
- 18,5 MBq par grain
- 70 grains en moyenne – 1300 MBq



Implantation des grains d'iode 125

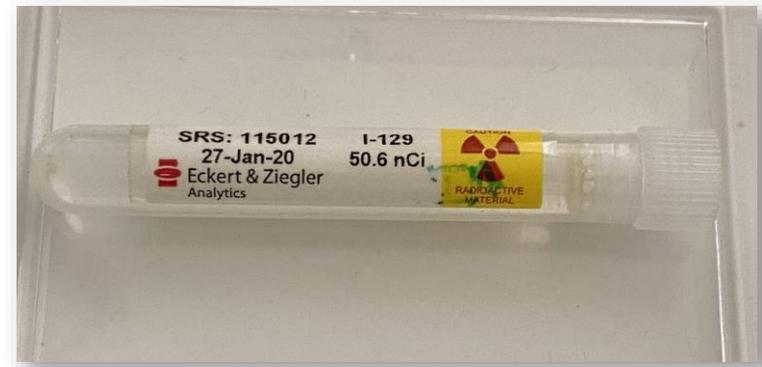
IODE 129

☢ Calibration du passeur d'échantillons – Radio-Immuno-Analyse

- Sources scellées
- Période : 15,7 millions d'années
- $E_{\gamma,x}$: 29 KeV
- Activité de la source 1,87 KBq (exceptée)



Scintillateur pour l'Iode 125



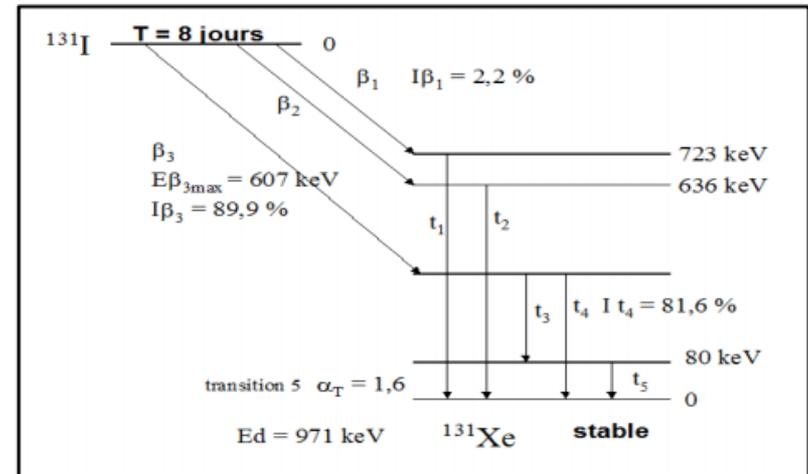
Source scellée d'Iode 129

IODE 131



☢ Thérapie :

- Période : 8 jours
- E_{γ} : 365 KeV
- E_{β} max : 606KeV
- Sources non-scellées
- Par voie orale : gélule



Gélule d'iode 131 dans son pot et paille d'administration

IODE 131



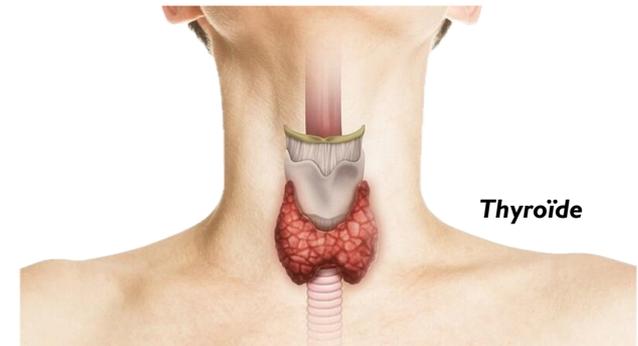
Thérapie

■ **Hyperthyroïdies :**

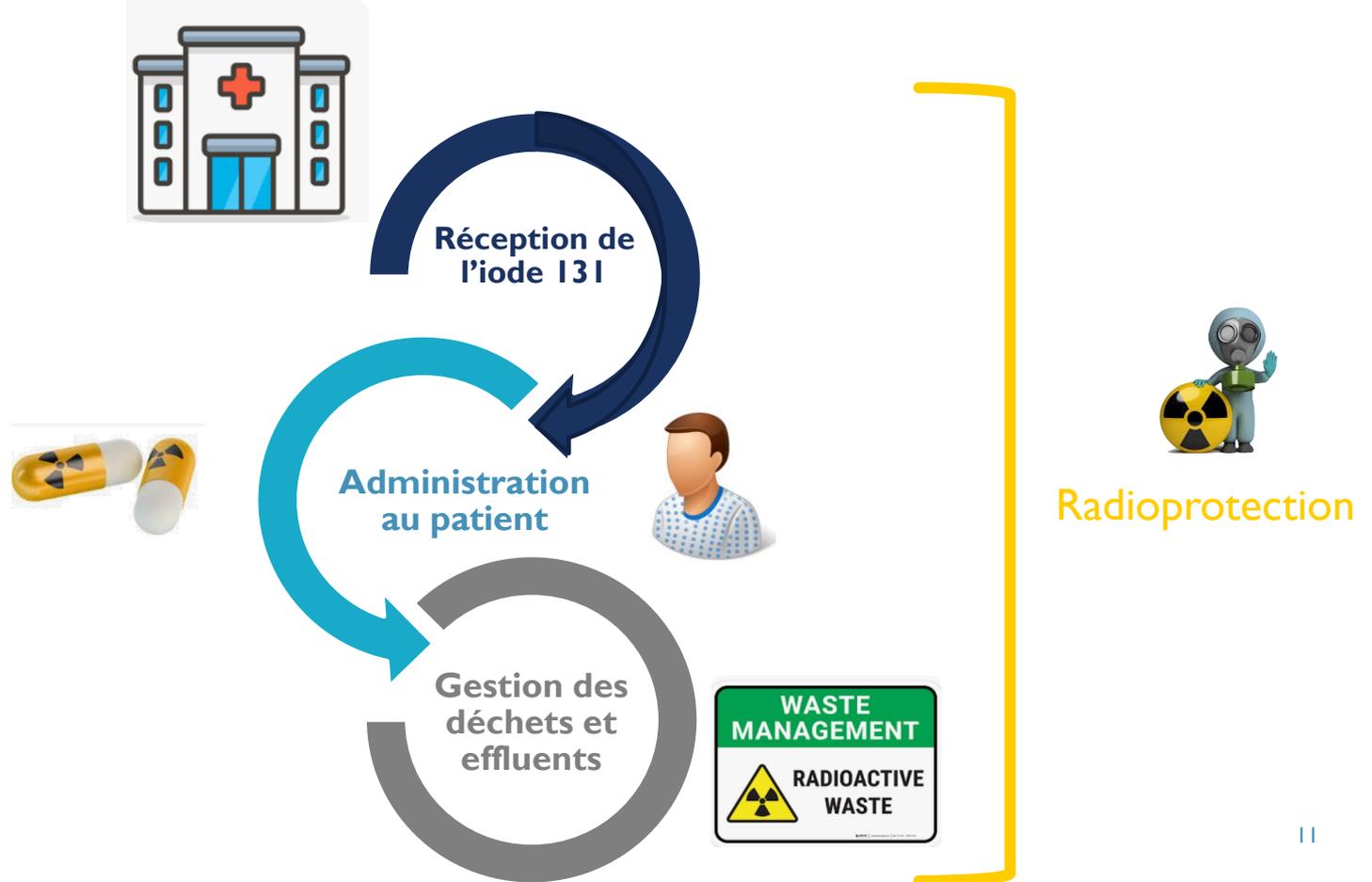
- activité inférieure à 1100 MBq
- traitement en ambulatoire ou en hospitalisation de jour
- L'iode est directement métabolisée par la thyroïde

■ **Traitement des cancers de la thyroïde**

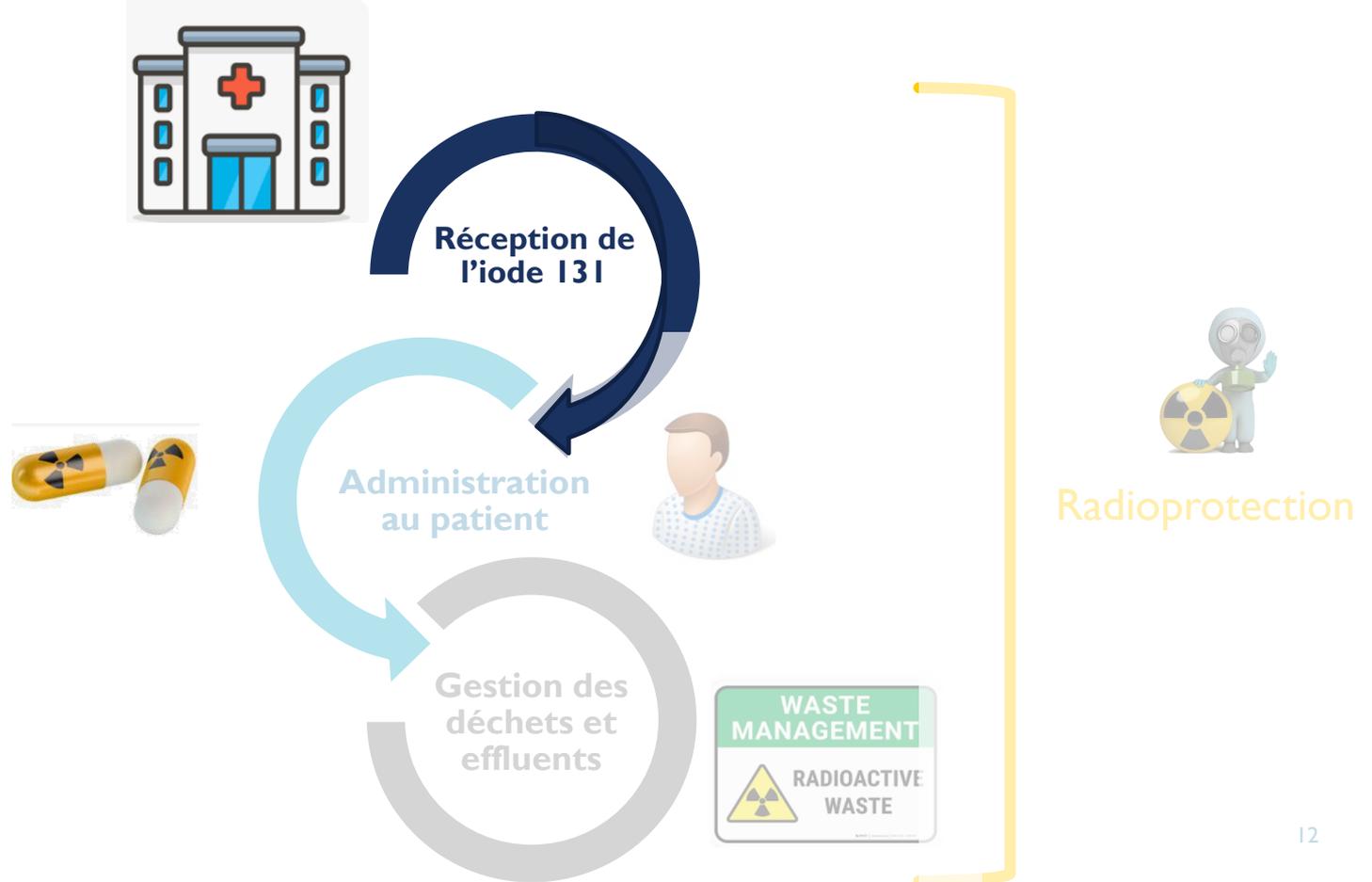
- activité de 3,7 à 5,5 GBq
- en hospitalisation semaine



GESTION DE L'IODE 131 À L'HÔPITAL



GESTION DE L'IODE 131 À L'HÔPITAL



I. RÉCEPTION DE L'IODE 131 (I)

- ☢ Autorisation ASN
- ☢ Visa IRSN pour sources non-scellées
- ☢ Livraison des sources

 **ASN** AUTORITE DE SURETE NUCLEAIRE

DEMANDE D'AUTORISATION DE DÉTENTION ET D'UTILISATION DE RADIONUCLÉIDES ET D'APPAREILS ÉLECTRIQUES ÉMETTANT DES RAYONNEMENTS IONISANTS POUR UNE ACTIVITÉ DE MÉDECINE NUCLEAIRE ET/OU DE DIAGNOSTIC EN BIOLOGIE MÉDICALE INCLUANT LA RECHERCHE IMPLIQUANT LA PERSONNE HUMAINE

Ce formulaire concerne les demandes d'autorisation prévues par les articles R. 1333-116, R. 1333-119, R. 1333-132, R. 1333-134 et R. 1333-137 du code de la santé publique pour les activités de médecine nucléaire (diagnostic in vivo, thérapie, recherche biomédicale) et de diagnostic in vivo (biologie médicale) pratiqué en vue de la médecine nucléaire.

Il recense également la délivrance et l'utilisation :

- des sources scellées en médecine nucléaire (traitement, contrôle de qualité des dispositifs médicaux des installations de médecine nucléaire à usage diagnostique...);
- des appareils émetteurs gamma des rayons X (TDM) couplés aux centres à scintillation (TEMD) ou aux caméras TEP.

Le formulaire précise les informations qui doivent être jointes aux demandes d'autorisation en application de la décision n°2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010.

En cas de mise en œuvre de recherche impliquant la personne humaine (co-recherche biomédicale) : se reporter au paragraphe VIII.D "Demande d'autorisation de recherche biomédicale" qui explique la procédure à suivre.

Le présent formulaire devra être accompagné, le cas échéant, des autres formulaires de demande correspondant aux autres activités nucléaires exercées (exemple : Importation depuis un pays tiers de l'union européenne / Exportation hors de l'union européenne en vue de l'utilisation de sources radioactives, etc.).

I. DEMANDEUR

Le demandeur, personne morale responsable de l'activité nucléaire envisagée, sollicite l'autorisation d'exercer l'activité nucléaire décrite dans le présent formulaire :

Dénomination ou raison sociale de l'établissement _____
Statut juridique _____ N° SIRET _____
Adresse de l'établissement ou à lieu l'activité (mentionner l'adresse physique et l'adresse postale si différentes) _____

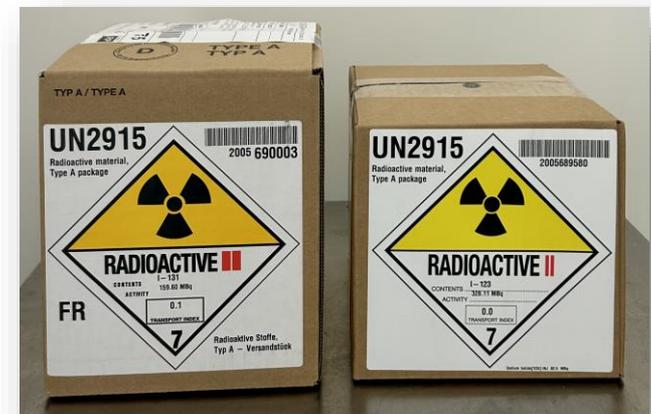
Site Internet _____
Adresse de télécopie social (si différente) _____

Représenté par : _____
Madame Nom _____ Prénom _____
Téléphone _____ Mdi _____
Fonction dans l'établissement _____

Formulaire ASN



Livraison des sources radioactives



I. RÉCEPTION DE L'IODE 131 (2)

☢ 2 types de contrôles

- Contrôle de de contamination
- Contrôle de l'activité de la source
- Et dégazage sous hotte haute énergie



Gélules en pot

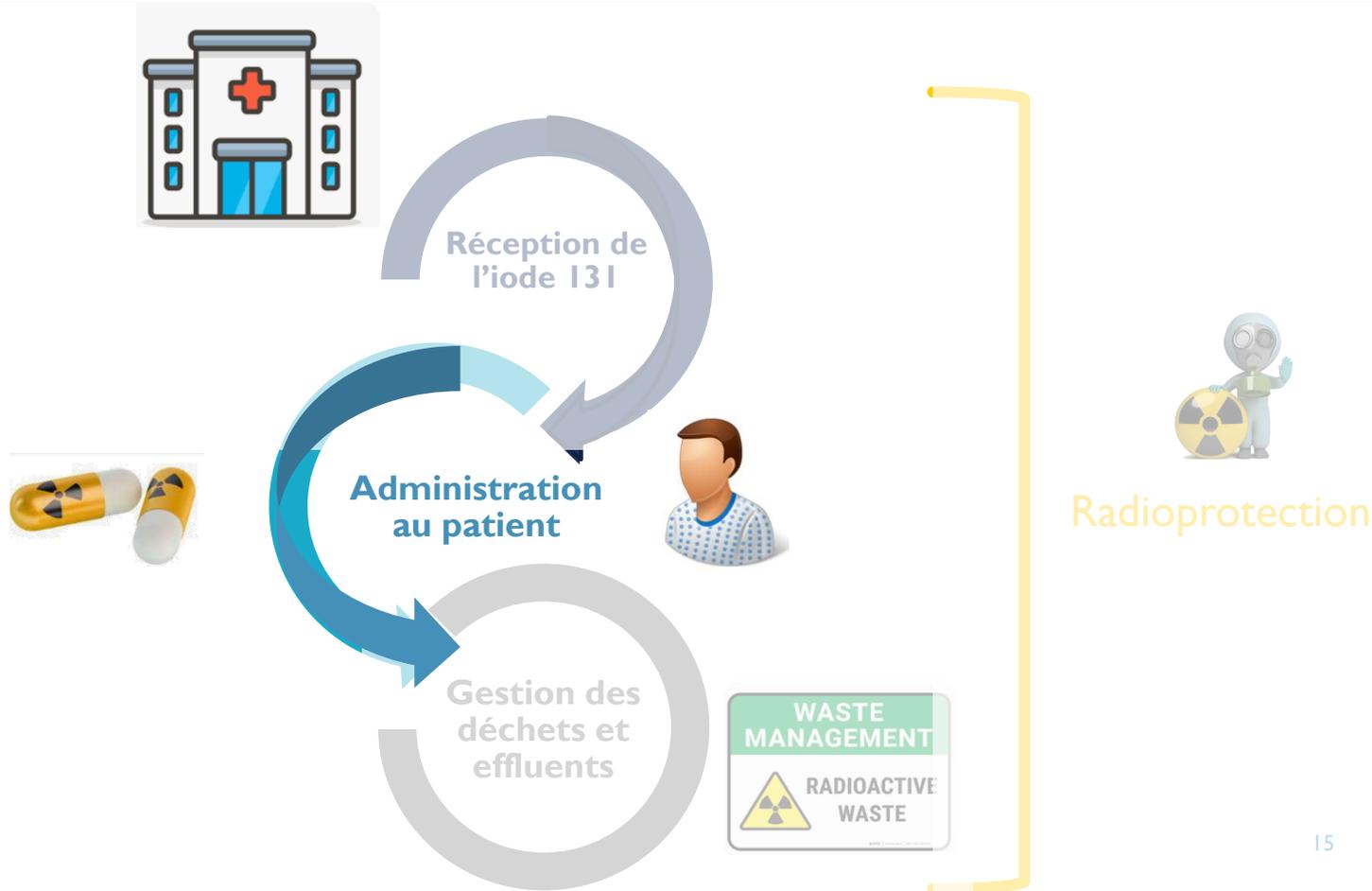


Hotte haute énergie

Activimètre



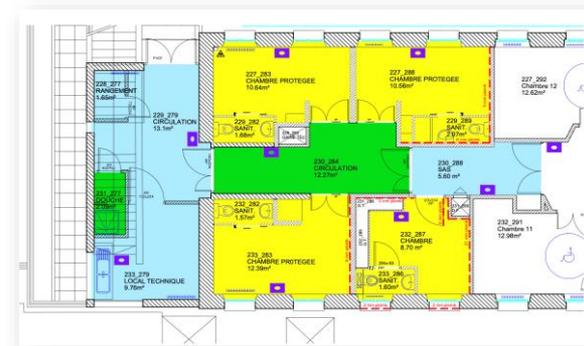
GESTION DE L'IODE 131 À L'HÔPITAL



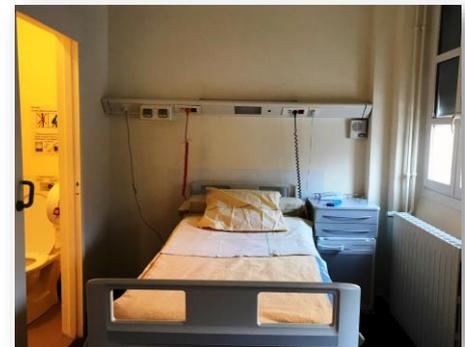
2.ADMINISTRATION DE L'IODE 131 (I)

Chambres de Radiothérapie Interne Vectorisée (RIV)

- ☢ Chambres Individuelles
- ☢ Regroupées dans une même unité d'hospitalisation
- ☢ Exclusivement réservées aux traitements RIV
- ☢ Equipées d'un lavabo
- ☢ Equipées de WC reliés à des cuves de décroissance
 - Urines des selles séparées (cas de Cochin)
- ☢ Activité administrée entre 3,7 et 5,5 GBq



Plan du secteur RIV

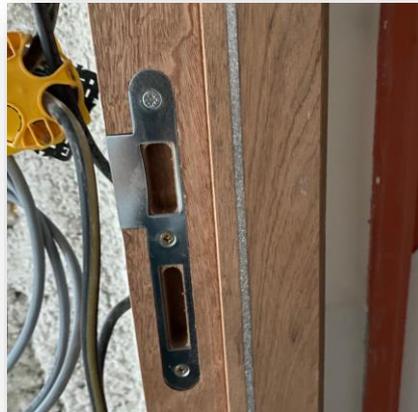


Chambre RIV

2.ADMINISTRATION DE L'IODE 131 (2)

Chambres RIV :

- ☢ Protections biologiques adaptées
 - Ex : 2,1 cm de plomb
 - Porte : 4 mm de plomb
 - Pour traitement de 1,1 GBq



2. ADMINISTRATION DE L'IODE 131

Chambres RIV :

- ☢ Ventilées en dépression
- ☢ Pas de recyclage de l'air



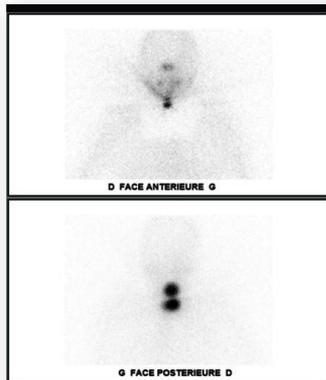
Centrale de ventilation



SORTIE D'HOSPITALISATION - IODE 131



Imagerie post traitement



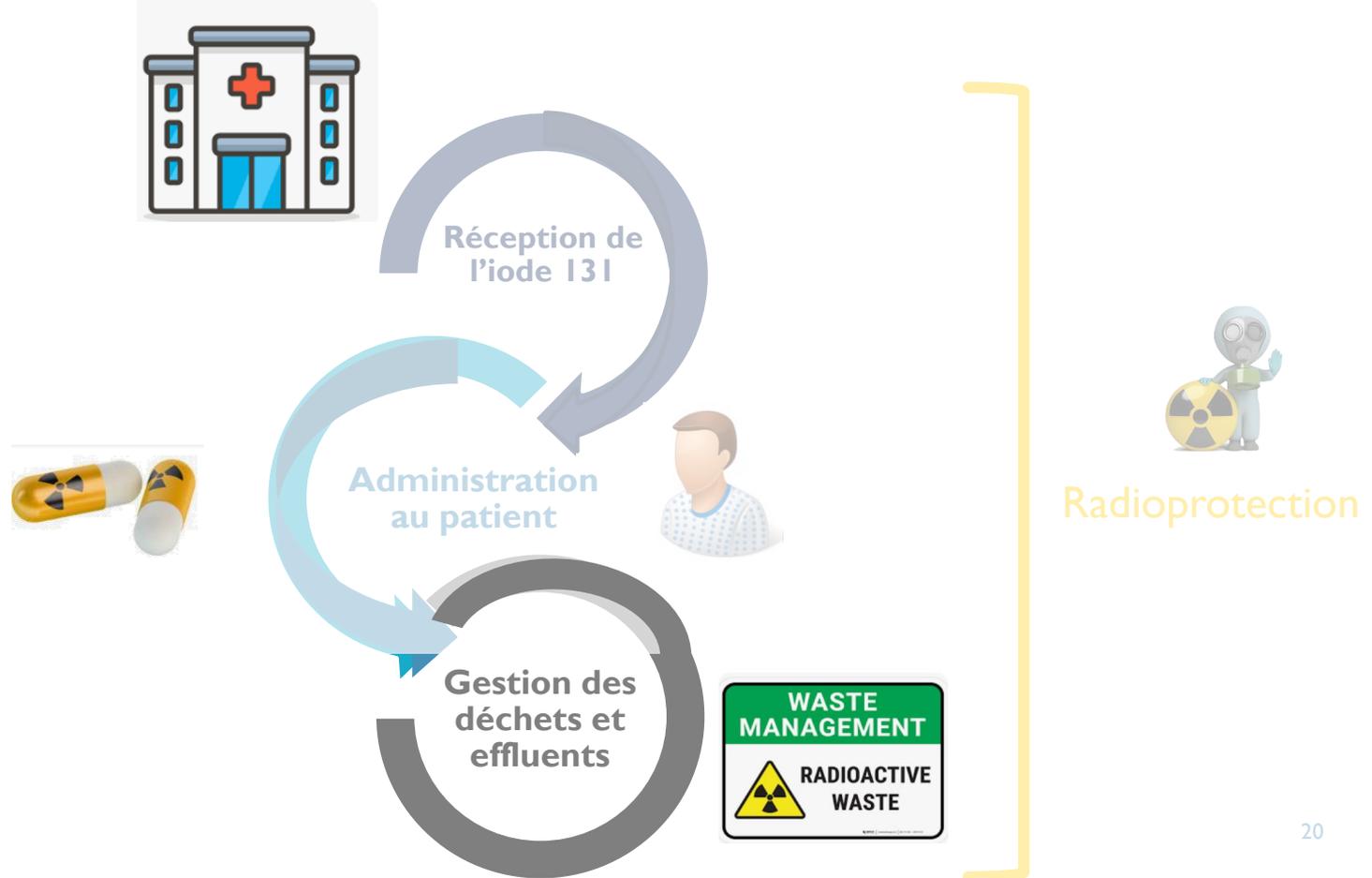
Consignes de radioprotection

- Enfants en bas-âge
- Conjointe enceinte
- Gestion des déchets



Gamma-caméra monophotonique

GESTION DE L'IODE 131 À L'HÔPITAL



3-GESTION DES DÉCHETS - IODE 131

Plan de gestion des déchets radioactifs de l'établissement



Type de déchets

- Déchets solides (compresses, ...)
- Déchets putrescibles (résidus alimentaires)
- Linge utilisé en hospitalisation (draps)
- Effluents liquides (urines et selles)
- Effluents gazeux

PLAN DE GESTION INTERNE
DES
EFFLUENTS ET DÉCHETS
CONTAMINÉS PAR DES RADIONUCLÉIDES
APPLICABLE AUX ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ

Nom de l'établissement

 **AP-HP. Centre
Université
Paris Cité**
Groupe Hospitalier Cochin

Adresse de l'établissement
27, rue du faubourg Saint Jacques 75014 Paris

Responsables du site AP-HP (Coordinateurs du plan de gestion)
C. STAINMESSE, LE GALL
Unité de Radioprotection

Rédacteurs	Vérificateurs	Approbateur
Christophe STAINMESSE Sophie LE GALL	Christophe STAINMESSE Sophie LE GALL	CSE :

ASSISTANCE
PUBLIQUE  HÔPITAUX
DE PARIS

Les déchets radioactifs sont tracés dans un logiciel ou dans des registres

DÉCHETS SOLIDES - IODE 131

stockage dans un local de déchets radioactifs

☢ Conteneurs DASRI (Déchets d'activité de soins à risques infectieux)

- Etiquetage du conteneur DASRI
 - Radionucléide (type)
 - Numéro d'inventaire
 - Date de fermeture
 - Date prévisionnelle de sortie
 - Activité mesurée (Cps)

Décroissance 10 périodes (3 mois environ)

Mesure de l'activité avant élimination < 2 fois le bruit de fond

Médecine nucléaire
Unité de radiopharmacie
123 boulevard de Port Royal
HÔPITAL COCQUET

dechets Type 2 ☢

Sac n°A10054842912

Type de déchets : dechets Type 2
Date de fermeture : 20/12/2023
Élimination théorique le : 20/03/2024
Mise en décroissance déchet

Activité résiduelle Flacons Solides contaminés

39926

Imprimé le 20/12/2023 12:25

Contrôles de détection					
Date	Heure	Type	Appareil	Valeur	Bruit Fond Opérat.
20/12/2023	12:25			0	0

BF: 7
CPS: 1672

DÉCHETS SOLIDES - IODE 131

☢ Déchetterie générale de l'hôpital

- Banalisation des déchets (filière d'origine)
- Passage devant les bornes de la déchetterie de l'établissement (Berthold LBI 12)



DÉCHETS PUTRESCIBLES - IODE 131

☢ Déchets putrescibles

- Reliquats alimentaires
- Couverts jetables contaminés

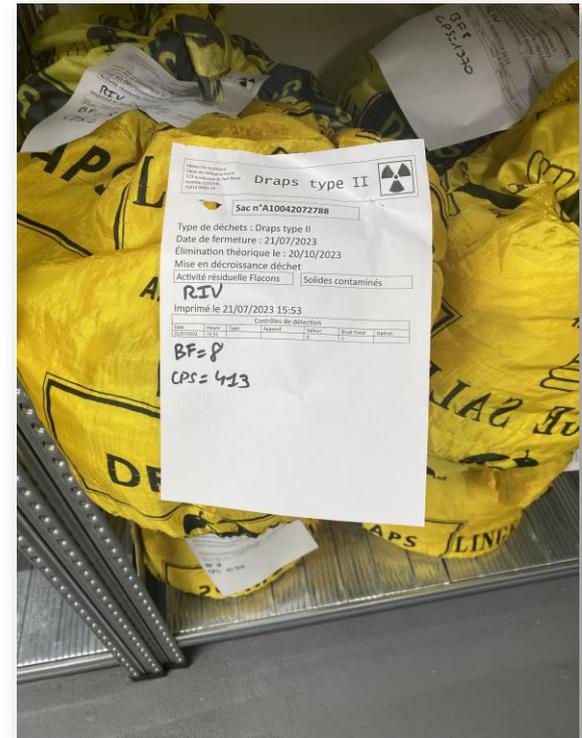


Congélateurs

- Mise en décroissance dans des congélateurs (-20° C) : minimum 10 périodes
- Fin de décroissance : retour filière DAOM

LINGE CONTAMINÉ - IODE 131

- ☢ Types de contamination
 - Transpiration
 - Autres fluides biologiques
- ☢ Mise en décroissance – 3 mois
- ☢ Puis circuit de lavage classique



Stockage du linge contaminé

EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

- ☢ **Chambres RIV** équipées de toilettes séparant les urines des selles (Cochin)
- ☢ **Urines :**
- ☢ Stockage des urines contaminées dans 4 cuves décroissance de 5000 litres chacune (minimum 3 mois)
- ☢ 90% de l'activité part dans les urines

Messieurs,
Veuillez obligatoirement uriner assis.



Prière de ne jeter ni l'essuie-mains en papier ni les serviettes hygiéniques et les tampons dans les toilettes



EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

Cuves de décroissance des urines radioactives (90% de l'activité)

- ☢ En fin de décroissance : vidange des cuves dans le réseau des eaux usées
- ☢ Rejet déterminé en fonction de l'étude d'impact sur les égoutiers et l'environnement
- ☢ Autorisation de déversement (ville de Paris)

Fosse septique pour les selles (10% de l'activité)

- ☢ Rejet dans le réseau urbain avec temps de retardement



EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

Evaluation de l'impact des rejets Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux (CIDRRE)

IRSN INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

CIDRRE

Accueil Comprendre l'impact - Calcul de l'impact

Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux

Dose efficace annuelle (en $\mu\text{Sv}/\text{an}$)

→ reçue par les travailleurs des réseaux de collecte et des stations d'épuration (STEP) pour un rejet de radionucléides dans 128000 m³/an d'eaux usées, en considérant un débit d'eau entrant moyen dans la STEP de 1500000 m³/j

	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$
F-18 (rejet de 647000 MBq/an - Med.nuc.)	19	23	1	1	0	0
Ga-68 (rejet de 22600 MBq/an)	4	10	1	0	0	0
Y-90 (rejet de 1200 MBq/an)	1	1	1	1	1	1
Tc-99m (rejet de 1388000 MBq/an - Med.nuc.)	10	14	1	1	1	1
I-123 (rejet de 14500 MBq/an)	1	1	1	1	1	1
I-131 ambu. (rejet de 130000 MBq/an - Med.nuc.)	5	6	1	4	3	5
I-131 hosp. (rejet de 289000 MBq/an - Med.nuc.)	3	4	1	3	2	3
Lu-177 (rejet de 407000 MBq/an)	2	6	1	6	4	4
Re-186 (rejet de 290 MBq/an)	1	1	1	1	1	1
ΣE_{Rn}	41 ✓	61 ✓	1 ✓	12 ✓	8 ✓	11 ✓

Nouveau calcul Export Excel

EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

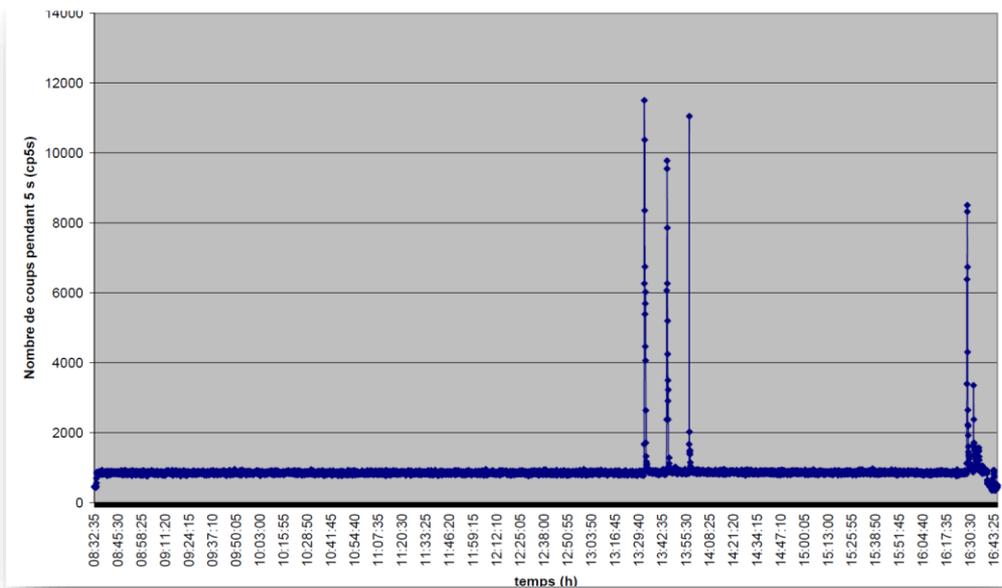
- ☢ **Auto-évaluation radiologiques des eaux usées**
- ☢ Contrôle interne périodique (souvent trimestriel)
- ☢ Contrôle externe triennal
- ☢ Sous les valeurs définies dans l'étude d'impact sur l'environnement
- ☢ Résultats transmis au service des eaux usées de la ville.



EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

Exemple : Tableau récapitulatif de l'activité volumique moyenne des radioéléments recherchés au niveau d'un collecteur général

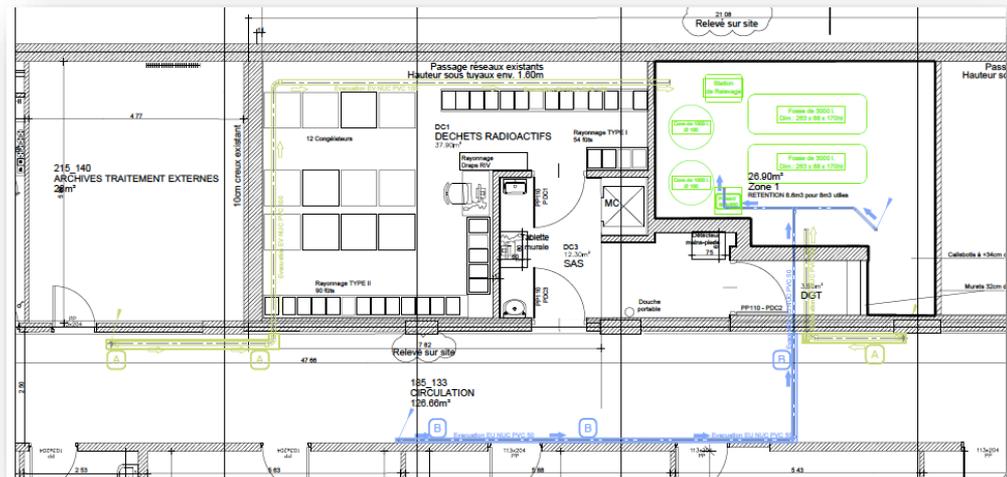
Période de mesure	Activité volumique moyenne pendant la période de mesure (Bq.l ⁻¹)							
	¹⁸ F	⁶⁷ Ga	^{99m} Tc	¹¹¹ In	¹²³ I	¹³¹ I	¹⁷⁷ Lu	²⁰¹ Tl
Entre 8 h 30 et 16 h 45	90	< 10	120	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10



EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

Les canalisations :

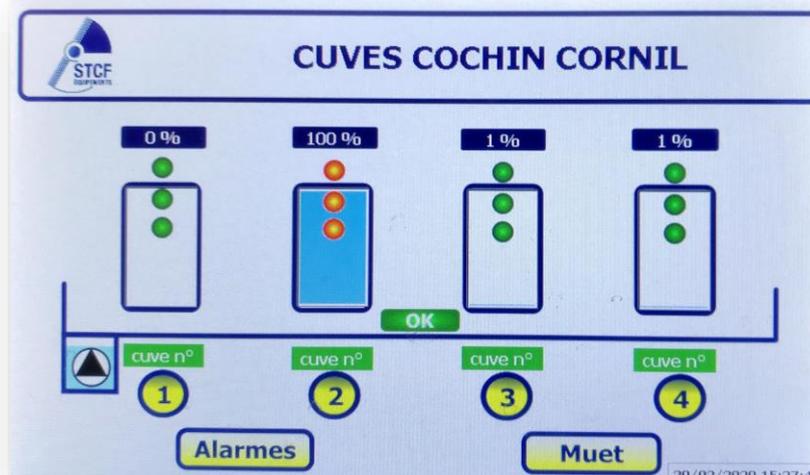
- ☢ Système de canalisation **le plus direct possible** sans zone de stagnation
- ☢ Sans passage au niveau d'un poste de travail
- ☢ **Plan des canalisations formalisé**
- ☢ Identifiées par signalétique
- ☢ **Contrôle périodique**



EFFLUENTS LIQUIDES - IODE 131

Contrôle des alarmes de cuves :

- ☢ Annuel
- ☢ Déclenchement des alarmes hautes et très hautes des cuves
- ☢ De l'alarme de débordement
- ☢ Vérification de l'application de la procédure par la sécurité



EFFLUENTS GAZEUX - IODE 131

L'iode 131 - très volatil

- ☢ Fluides biologiques du patient
 - Expiration – transpiration...
- ☢ Locaux en dépression avec un renouvellement d'air important
- ☢ Ventilation indépendante du reste du bâtiment
- ☢ Recyclage de l'air interdit
- ☢ Filtres HEPA et à charbon actif



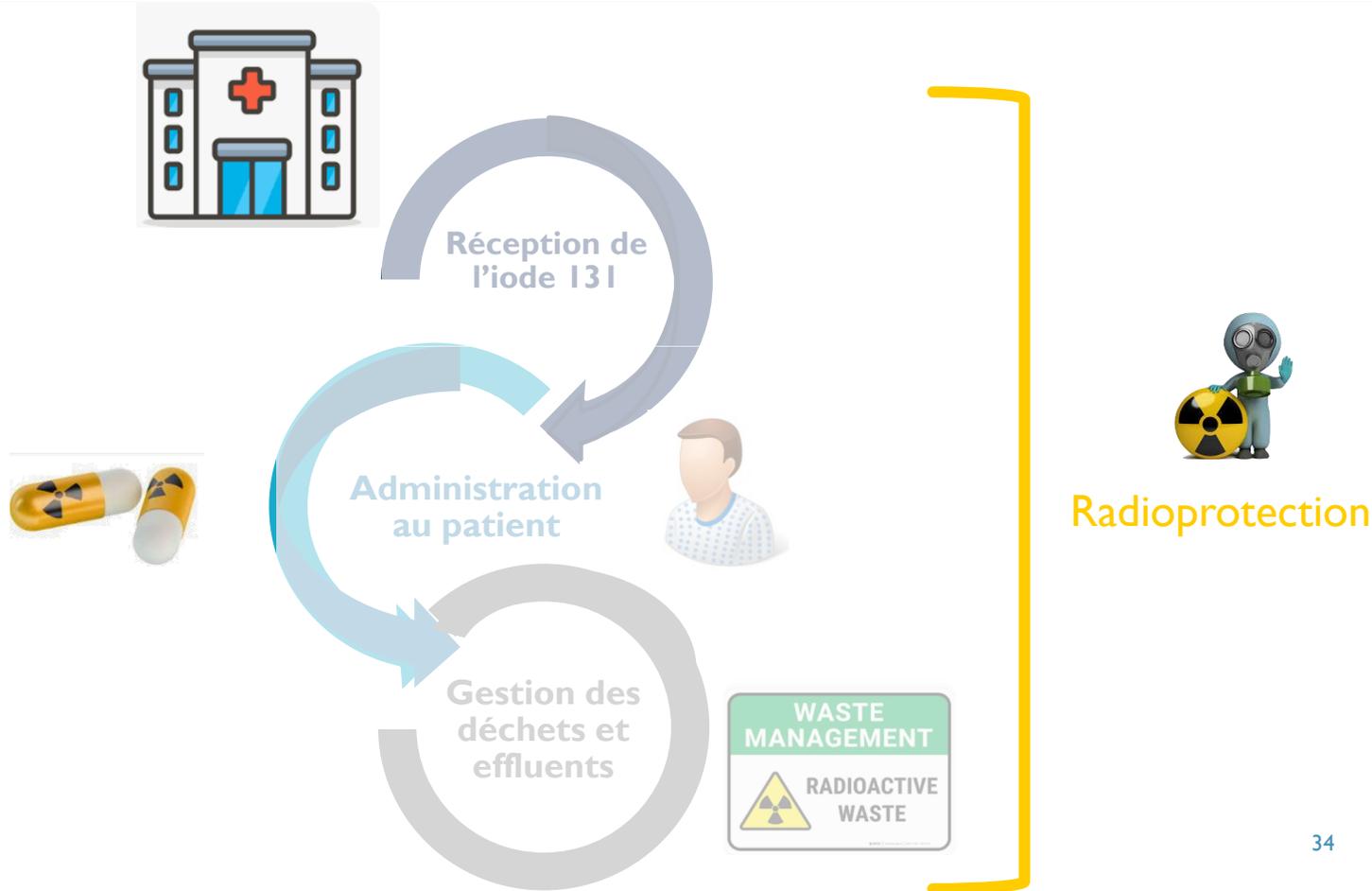
Contrôle de la ventilation : annuel

- ☢ Dépression
- ☢ Volume de renouvellement

RECAPITULATIF DES DEBITS D'AIR ZONE CHAUDE

Numero Piece	Nom de piece	Theorique		Mesuré	
		Soufflage	Extraction	Soufflage	Extraction
210-135	ATTENTE	340	270	347	352
	DESH		15		64
214-136	VMC PMR		30		48
219-142	BC3	60	60	70	57
216-141	ECHO	45	45	CASSETTE*	60
216-138	FIXAT	60	45	75	62
216-135	ATT. COU.	30		60	
220-139	BC2	60	60	40	83
220-137	BC1	60	60	98	60
220-134	LAVERIE		30		30
216-126	GC1	30		GAINABLE**	
219-130	IMAGE 1	90	90	CASSETTE*	120

GESTION DE L'IODE 131 À L'HÔPITAL



SURVEILLANCE DE L'EXPOSITION - IODE 131

Dosimétrie passive

- ☢ Corps entier
- ☢ Dosimètres bagues pour les extrémités

Dosimétrie opérationnelle



Dosimètres opérationnels APVL et Mirion Technologie



Dosimètres CE et extrémités – Landauer et IRSN

SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION - IODE 131

Contrôle de la contamination

- ☢ Détecteur mains-pieds
- ☢ En sortie du secteur MN, dans les vestiaires



Dosimétrie interne :

- ☢ Prescription médicale :
 - Anthroporadiométrie
 - Radiotoxicologie urinaire



Laboratoire mobile de IRSN

CONCLUSION



- **Iode I31** : à l'origine, l'activité la plus élevée en RIV à l'hôpital Cochin : **590 GBq par an**
- **La gestion de l'Iode I31** à l'hôpital, depuis sa réception jusqu'à l'élimination des déchets *via* son administration au patient est réglementée (ASN, CSP, Code du travail...)
- **Risque d'exposition aux RI élevé**
- **Risque de contamination**
- **Aujourd'hui** : Montée en charge des traitements au lutétium I77 :
Théranostique : **3000 GBq par an**



RÉFÉRENCES

- **Société Française de Médecine Nucléaire** : <https://www.sfmn.org/index.php/la-societe/livre-blanc-de-la-medecine-nucleaire>
- **ASN** : <https://www.asn.fr/>
- **IRSN** : <https://www.irsn.fr/>
- **INRS** : Fiches repères INRS
- Delacroix D. et al. Guide pratique Radionucléides & Radioprotection. CEA -EDP Sciences 2006