

CIDRRE : ÉVALUER L'IMPACT DE VOS REJETS LIQUIDES DANS LE SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT

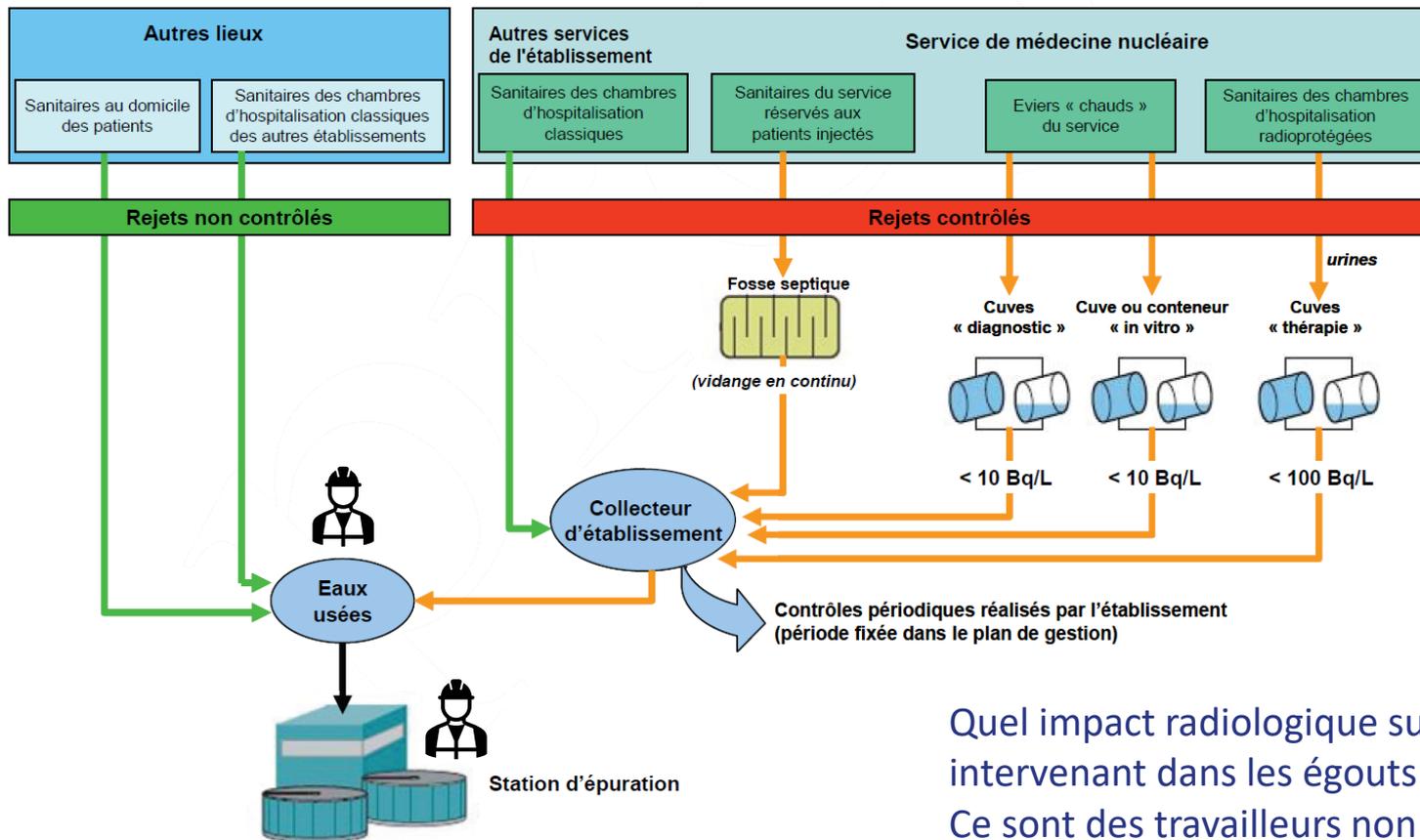
Eric BLANCHARDON

Atelier 8

14^{èmes} rencontres des personnes compétentes en radioprotection

Lyon, novembre 2024

Les rejets d'effluents liquides de médecine nucléaire



Quel impact radiologique sur les travailleurs intervenant dans les égouts et dans la STEP ?
Ce sont des travailleurs non exposés.

Modèle et outil CIDRRE

- Etude d'impact « classique » : étude complexe, nécessitant de recourir à des experts et de disposer de nombreuses données sur les rejets et leur milieu récepteur

■ Objectifs de CIDRRE

- Faire une estimation simple et donc enveloppe
- A partir de données en nombre limité, facilement accessibles et non discutables
- Pour pouvoir être utilisé par les professionnels de médecine nucléaire et les gestionnaires de réseaux ou de stations de traitement des eaux usées
- Dans le cadre d'une approche graduée pour vérifier que les doses reçues sont < 1 mSv/an : étude générique (CIDRRE) -> étude spécifique au site -> mesure des expositions ;

■ Outil CIDRRE

- Application gratuite disponible sur le web de l'IRSN
- <https://cidrre.irsn.fr/>

Modèle CIDRRE : paramètres requis et pris en compte pour les services de médecine nucléaire

Terme source : activités administrées cumulées sur une année (MBq/an) pour chaque radionucléide

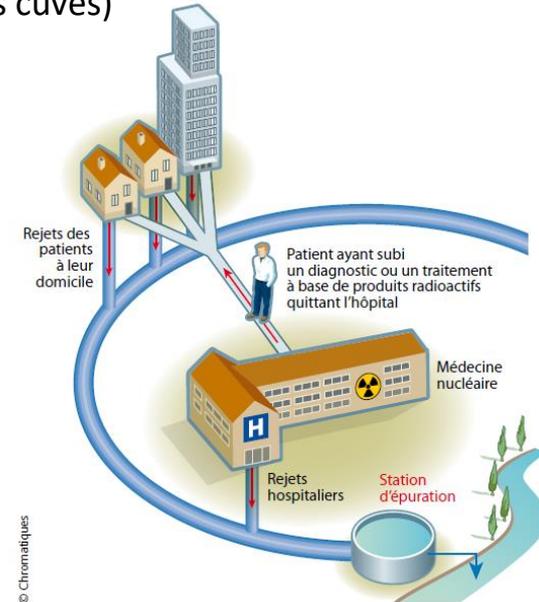
- Pour ^{18}F , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{177}Lu et ^{131}I , prise en compte de l'excrétion du patient (< activité administrée)
- Pour ^{131}I et ^{177}Lu , prise en compte du stockage des urines en cuves pour les traitements avec hospitalisation (mais en tenant compte du fait que tout n'est pas collecté dans les cuves)

Débit annuel d'eaux usées rejeté par l'établissement (m^3/an)

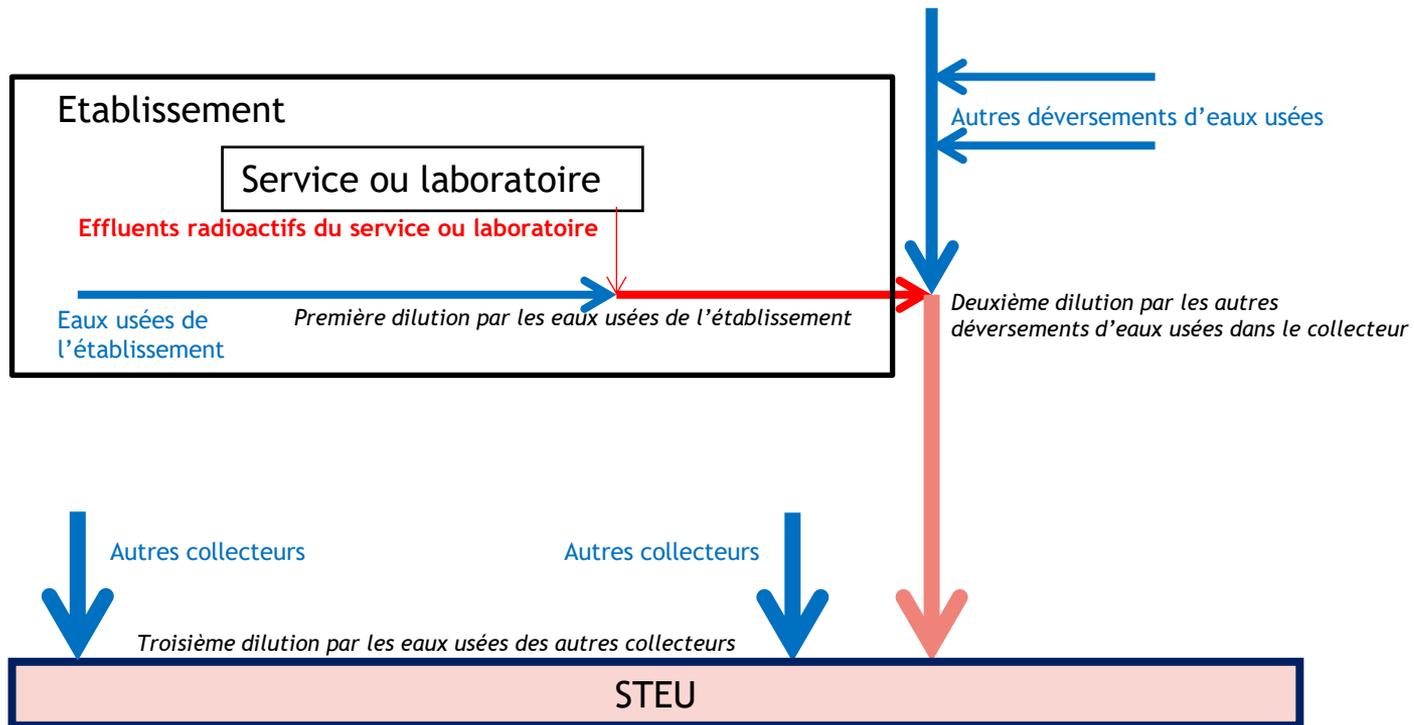
- à défaut consommation d'eau

Débit journalier moyen d'eaux usées entrant à la station d'épuration (m^3/j)

- disponible auprès du gestionnaire ou à défaut sur le web
- <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>



Modèle CIDRRE : dilutions successives

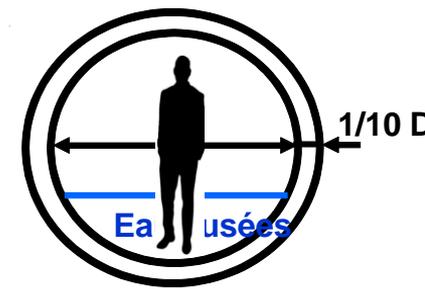
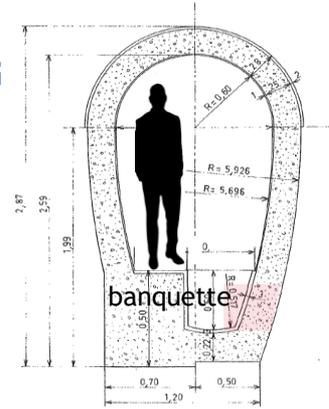


Modèle CIDRRE : situations d'exposition des travailleurs

Travailleurs dans un égout à proximité de l'émissaire de l'établissement

- Sans contact avec les eaux usées
- Avec immersion partielle dans les eaux usées

Banquette



égout circulaire

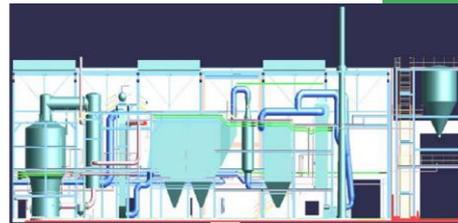
Φ 180 cm

Travailleurs dans la station de traitement des eaux usées

- A proximité des bassins de collecte et de traitement des eaux
- A proximité du procédé de traitement des boues

Travaux sur les boues déshydratées

- Travailleur affecté au chargement/transport/déchargement des boues
- Travailleur affecté à l'épandage des boues



- Four
- Récupérateur & Economiseur
- Reacteur Traitement catalytique
- Electrofiltre
- Filter à Rejet des manches fumées



Modèle CIDRRE : résultats du calcul

- Calcul de doses ($\mu\text{Sv}/\text{an}$)
 - efficaces annuelles
 - en utilisant des hypothèses simples et des coefficients de dose (CIPR, EPA)
- Expositions
 - externe (eaux usées, boues)
 - interne (inhalation + ingestion par inadvertance)
- Résultats satisfaisants si les doses pour les 6 types de travailleurs $< 1000 \mu\text{Sv}/\text{an}$

Lettre circulaire du 12/06/2020 sur l'évolution des conditions d'autorisation des services de médecine nucléaire par l'ASN pour la détention et l'utilisation du lutétium-177

Exemple d'utilisation de CIDRRE par un service de médecine nucléaire

Consommation d'eau annuelle par l'établissement : 19 216 m³

Débit entrant de la station d'épuration des eaux usées⁶ où sont déversés les effluents : 43 699 m³/j

1- Organisation actuelle de l'établissement :

- les traitements à l'¹³¹I avec une activité < 740 MBq sont administrés en ambulatoire ;
- les traitements à l'¹³¹I avec une activité > 740 MBq sont administrés en chambre RIV disposant de toilettes reliées à des cuves de décroissance, les patients restent hospitalisés 48h au minimum ;
- les traitements par Lutathera[®] sont administrés dans le service de médecine nucléaire, dont les toilettes se déversent dans une fosse septique.

RN	¹⁸ F	^{99m} Tc	¹²³ I	¹¹¹ In	²⁰¹ Tl	²²³ Ra	¹³¹ I « ambu »	¹³¹ I « hosp »	¹⁷⁷ Lu
Activités annuelles utilisées (MBq)	972 647	3 205 970	57 232	14 487	2 216	16	20 720	308 712	279 707

Application CIDRRE (<https://cidrre.irsn.fr/>)



CIDRRE

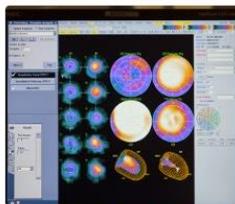
Accueil

Comprendre l'impact ▾

Calcul de l'impact

Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux

Quelle activité exercez-vous ?



Service de médecine nucléaire



Laboratoires importants



Autres laboratoires & utilisateurs



Collecteur d'eaux usées



Station d'Épuration des Eaux Usées

⚠ Ce modèle ne doit en aucun cas être utilisé :

- en cas de rejets accidentels, incidentels ou ponctuels ;
- pour d'autres radionucléides que ceux mentionnés dans l'outil ;
- pour d'autres installations que celles couvertes par l'outil.

ⓘ La mise à jour du 11 mars 2022 corrige des valeurs erronées concernant l'épandage des boues contenant du Tc-99m et de l'I-131. Elle ajoute les valeurs concernant les deux radionucléides Rb-82 et Ho-166. Enfin, elle révisé les valeurs concernant le Lu-177 administré à des patients de médecine nucléaire.

Pour les rejets par des patients traités avec des médicaments radiopharmaceutiques contenant du Lu-177, il convient d'utiliser la mention « Lu-177 sans cuve » en l'absence d'utilisation de cuve de décroissance, « Lu-177 cuve 6h » lorsque des cuves de décroissance sont utilisées pour le recueil des urines contaminées pendant 6 heures suivant le traitement, et « Lu-177 cuve 24h » lorsque des cuves de décroissance sont utilisées pour le recueil des urines contaminées pendant 24 heures suivant le traitement. La totalité de l'activité administrée de Lu-177 sur un an est à intégrer dans le calcul.



Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux

Radionucléides



<input type="checkbox"/> C-11	<input checked="" type="checkbox"/> F-18	<input type="checkbox"/> Cr-51	<input type="checkbox"/> Cu-64	<input type="checkbox"/> Cu-67	<input type="checkbox"/> Zn-65
<input type="checkbox"/> Ga-67	<input type="checkbox"/> Ga-68	<input type="checkbox"/> Rb-82	<input type="checkbox"/> Rb-86	<input type="checkbox"/> Sr-89	<input type="checkbox"/> Y-90
<input type="checkbox"/> Zr-89	<input checked="" type="checkbox"/> Tc-99m	<input checked="" type="checkbox"/> In-111	<input checked="" type="checkbox"/> I-123	<input type="checkbox"/> I-124	<input type="checkbox"/> I-125
<input type="checkbox"/> I-129	<input checked="" type="checkbox"/> I-131 ambu.	<input checked="" type="checkbox"/> I-131 hosp.	<input type="checkbox"/> Sm-153	<input type="checkbox"/> Tb-149	<input type="checkbox"/> Ho-166
<input type="checkbox"/> Er-169	<input type="checkbox"/> Lu-177m	<input checked="" type="checkbox"/> Lu-177 sans cuve	<input type="checkbox"/> Lu-177 cuve 6h	<input type="checkbox"/> Lu-177 cuve 24h	<input type="checkbox"/> Re-186
<input type="checkbox"/> Re-188	<input checked="" type="checkbox"/> Tl-201	<input type="checkbox"/> Pb-212+	<input type="checkbox"/> Bi-212+	<input type="checkbox"/> Bi-213+	<input type="checkbox"/> At-211
<input checked="" type="checkbox"/> Ra-223+	<input type="checkbox"/> Ac-225+				

[+ de RN >>](#)

Activité annuelle administrée
par les services
(en MBq/an)

F-18

Tc-99m

I-123

In-111

Tl-201

Ra-223+

I-131 ambu.

I-131 hosp.

Lu-177 sans cuve

Débit d'eau annuel usée rejeté**
(en m³/an)

Débit d'eau entrant moyen
dans la STEP. (en m³/j)

-> disponible via le portail d'information sur l'assainissement communal

Calculer

** Il s'agit du débit d'eau usée rejeté par l'établissement.

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 19216 m³/an d'eaux usées, en considérant un débit d'eau entrant moyen dans la STEP de 43699 m³/j

Tous les chiffres sont arrondis au $\mu\text{Sv}/\text{an}$ supérieur !

RN	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$
F-18 (rejet de 972647 MBq/an - Med.nuc.)	188	228	1	1	0	0
Tc-99m (rejet de 3205970 MBq/an - Med.nuc.)	142	201	1	1	1	1
In-111 (rejet de 14487 MBq/an)	5	16	1	53	20	16
I-123 (rejet de 57232 MBq/an)	7	24	1	4	1	1
I-131 ambu. (rejet de 20720 MBq/an - Med.nuc.)	6	6	1	20	13	13
I-131 hosp. (rejet de 308712 MBq/an - Med.nuc.)	21	26	1	82	59	53
Lu-177 sans cuve (rejet de 279707 MBq/an - Med.nuc.)	6	21	1	51	34	30
Tl-201 (rejet de 2216 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
Ra-223+ (rejet de 16 MBq/an)	1	1	1	1	1	1
ΣE_{Rn}	372	521	1	211	126	111

Nouveau calcul

Export Excel

Tous les résultats sont satisfaisants (< 1000 $\mu\text{Sv}/\text{an}$) !



ΣE_{Rn} représente la somme des doses efficaces perçue par une catégorie de travailleur pour les radionucléides sélectionnés.

Modèle CIDRRE : hypothèses pour les services de médecine nucléaire

- La totalité de l'activité administrée :
 - Est déversée par l'établissement dans le même égout
 - Est déversée dans la même station de traitement des eaux usées (STEU)
- On ne tient donc pas compte de l'éloignement des patients en ambulatoire habitant hors zone ; on suppose par prudence qu'ils sont restés dans l'établissement et donc que la totalité des « déversements radioactifs » qu'ils génèrent atteint le même collecteur (égout) et la même STEU
- On ne tient pas compte :
 - De l'effet des fosses septiques (très variable)
 - De la dilution dans l'égout (débit très difficile à connaître même pour les gestionnaires de réseau)
- Pour les gestionnaires de STEU : nécessité de tenir compte de l'ensemble des établissements déversant vers la STEU

Le modèle spécifique au site

- Avant-dernière étape potentielle de l'approche graduée (si les résultats du modèle semi-générique ne sont pas satisfaisants)
- Modifier certains paramètres du modèle pour tenir compte des spécificités du site, par exemple :
 - Efficacité des fosses septiques
 - Dilution par les eaux non contaminées du collecteur
 - Géométrie du collecteur
 - Par ex. : pas de travaux en immersion partielle
 - Temps de transfert dans le réseau et la STEU
 - Temps de travail des agents à proximité des sources
 - Volume de boues produites
 - Partition eaux/boues...
- Nécessite
 - Un dialogue entre le service et le gestionnaire du réseau
 - Une bonne compréhension de CIDRRE

Campagne de mesures in situ

- Dernière étape potentielle de l'approche graduée
- Ne devraient être réalisées que par du personnel qualifié en radioprotection
- Pourraient s'avérer onéreuses et disproportionnées par rapport aux enjeux radiologiques
- Les modèles peuvent aider à identifier les types de travailleur les plus exposés (étude ciblée)

Merci

Contexte Réglementaire

Code de l'environnement, article L. 110-1

- Principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable

Décision n°2008-DC-0095 de l'ASN du 29/01/2008 (homologuée par arrêté du 23/07/2008) complétée par le guide ASN n°18

- Plan de gestion des effluents et déchets contaminés
- Gestion par décroissance radioactive pour les radionucléides de période inférieure à 100 jours
- Limites de rejets pour le contenu des cuves

Réglementation des rejets d'effluents radioactifs

Code de la santé publique, article L. 1331-10

- Autorisation préalable par le maire de tout déversement d'eaux usées autres que domestiques dans le réseau public de collecte doit être préalablement autorisé par le maire (ou le président de l'établissement public ou du syndicat mixte si transfert de compétence), après avis délivré par la personne publique en charge du transport et de l'épuration des eaux usées ainsi que du traitement des boues en aval, si cette collectivité est différente
- Caractéristiques que doivent présenter les eaux usées pour être déversées et les conditions de surveillance du déversement, fixées dans l'autorisation

Difficultés de communication sur le sujet entre les installations de médecine nucléaire et les gestionnaires des réseaux et des stations de traitement des eaux usées



- **Groupe de travail de l'ASN « GTDE »** réunissant l'ensemble des parties prenantes : responsables d'établissements de soins, collectivités compétentes en assainissement des eaux, gestionnaires de réseaux et de stations de traitement des eaux usées, administrations centrales, autorités de contrôle, médecins nucléaires et experts techniques

Groupe de travail GTDE (2013-2017)

- Développement d'une méthode simple d'estimation de l'impact des rejets d'effluents par l'IRSN : modèle et outil CIDRRE (Calcul de l'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux)
- Publication d'une lettre circulaire et du rapport du GT (15 recommandations) par l'ASN
 - <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/quinze-recommandations-sur-le-deversement-d-eaux-usees-faiblement-contaminees>
 - Maîtrise des rejets à la source, par la mise en place des meilleures techniques disponibles
 - Approche graduée
 - Estimation de l'impact des rejets (outil CIDRRE ou autre méthode justifiée) par le service de médecine nucléaire (intégré dans le plan de gestion) et par les gestionnaires de réseaux et de stations (responsabilité vis-à-vis de la sécurité de leurs salariés)
 - Surveillance des effluents (bon fonctionnement des systèmes installés, détection d'anomalies, vérification des engagements pris dans l'autorisation de déversement).
 - Utilité de niveaux guides « contractuels » ou « de gestion » (travail de l'IRSN en cours sur le sujet pour proposer à l'ASN des recommandations en la matière)

