

# Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux: Application au CHIAP



CIDRRE



10 Mars 2023

## C'est un outil **IRSN**

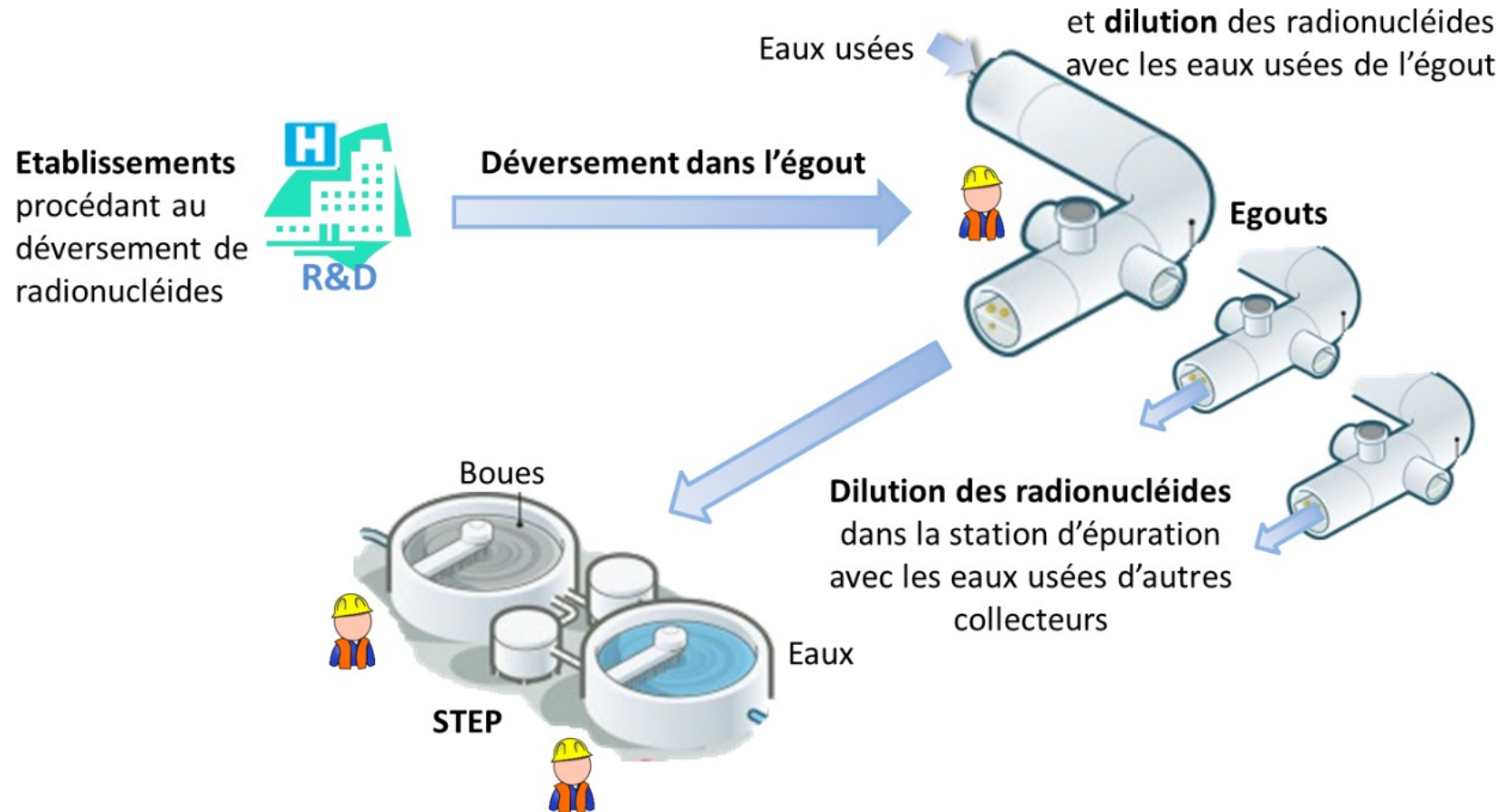
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

- qui permet d'évaluer la dose pouvant être reçue par égoutiers, personnels des stations de traitement des eaux...
- est mis à disposition des services de médecine nucléaire des hôpitaux, des laboratoires de recherche, et des gestionnaires des systèmes d'assainissement de leurs eaux usées
- qui donne un ordre de grandeur des doses susceptibles d'être reçues
- les résultats sont obtenus selon une approche prudente et ne prétendent pas à la précision.

## Trois sources de rayonnement sont identifiées :

- les eaux dans les réseaux de collecte
- les eaux à la station d'épuration
- les boues à la station d'épuration







RAPPORT

## ESTIMATIONS DOSIMETRIQUES DES PERSONNELS DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

METHODE GENERIQUE D'ESTIMATION ET  
DECLINAISON SITE PAR SITE - MODELE CIDRRE

Pôle Santé - Environnement

Rapport IRSN N° 2022-00485

Nb. pages : 43 — Nb. pages de l'annexe : 11

## 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.
- ajoute les valeurs concernant les deux radionucléides Rb-82 et Ho-166.
- 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 trait

## EXEMPLE DE CALCUL CIDRRE AU CHIAP




CIDRRE

Accueil

Comprendre l'impact ▾

Calcul de l'impact

Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux



Commencer le calcul d'impact »

### Présentation

CIDRRE estime **de manière enveloppe**, pour une série de radionucléides utilisés en médecine nucléaire, l'impact des déversements radioactifs sur les travailleurs des réseaux d'assainissement et sur les travailleurs pour l'évacuation et l'épandage des boues résultant du traitement des eaux usées...

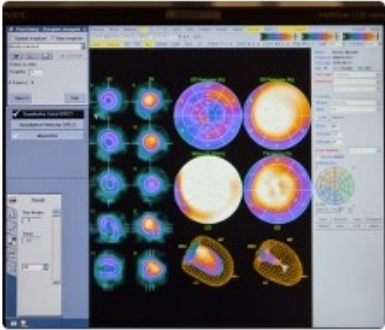
Plus d'infos »

### Sources

Trois sources de rayonnement telles que définies dans la directive 2013/59/EURATOM sont identifiées...

Découvrir »

## Quelle activité exercez-vous ?



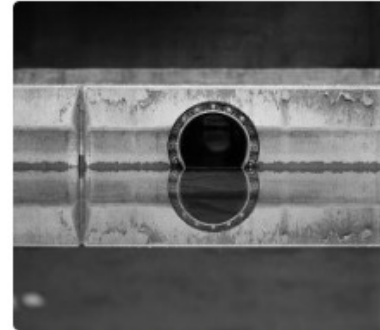
Service de médecine  
nucléaire



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.



# DONNEES DE CALCUL

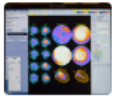


CIDRRE

Accueil

Comprendre l'impact

Calcul de l'impact



## Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux

### Autorisation ASN

Tableau 1. Fraction maximale de l'activité administrée rejetée dans les eaux usées de l'établissement

	Activité maximale rejetée dans le collecteur de l'établissement (en % de l'activité administrée)			
	Tout MRP marqué au Tc-99m	FDG (F-18)	NaI (I-131)	<sup>177</sup> Lu-DOTATATE et <sup>177</sup> Lu-PSMA
Ambulatoire	50 %	20 %	70 %*	80 %*
Hospitalisation 6 h	50 %	20 %	20 %	50 %
Hospitalisation 24 h	50 %	20 %	20 %	30 %

\*Pour partie après retour du patient à son domicile

### Extraction sur 1 an depuis le logiciel venus

### Donnée par les services techniques (à partir du débit d'eau consommé)

#### 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 type="checkbox"/> I-131 ambu.	<input 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 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 type="checkbox"/> Ra-223+	<input type="checkbox"/> Ac-225+				

+ de RN >>

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

F-18	Tc-99m	In-111	I-123	Tl-201
1200000	4000000	3000	28000	1000

#### Débit d'eau annuel usée rejeté\*\* (en m<sup>3</sup>/an)

51230

#### Débit d'eau entrant moyen dans la STEP (en m<sup>3</sup>/j)

18000

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

Calculer

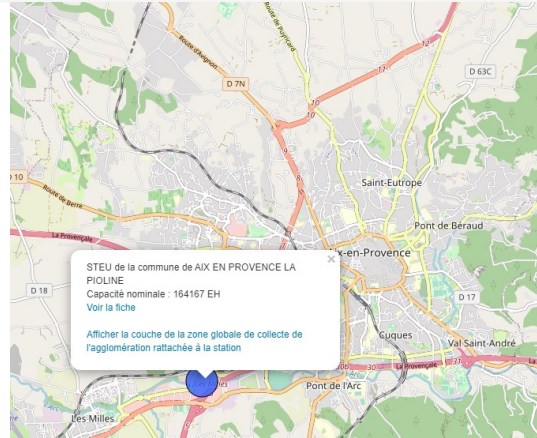
\*\* Il s'agit du débit d'eau usée rejeté par l'établissement.

NB :

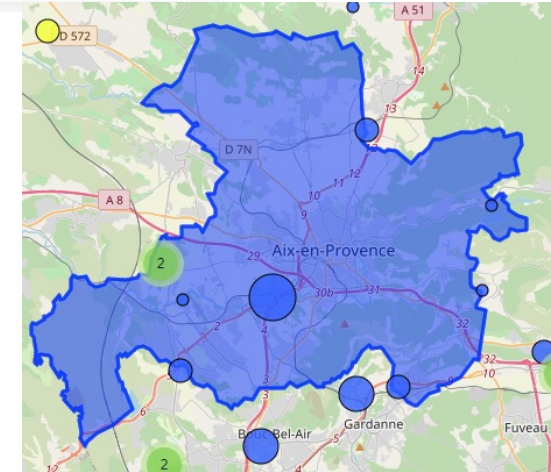
- Pour les radionucléides suivis du signe « + », la dose tient compte des descendants à l'équilibre séculaire.
- Vous devez entrer des valeurs **entières** pour les activités des radionucléides ainsi que pour les débits d'eau.

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

<https://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/PortailAC/>



Demander aux services techniques de quelle station on dépend



Les Eaux usées domestiques collectées sont en grande partie assainies dans les stations de traitement des eaux usées (STEU), dites aussi stations d'épuration, collectives (STEP).

## Données Clés 2021

Station de AIX EN PROVENCE LA PIOLINE

Charge maximale en entrée :

136 309 EH

Capacité nominale : 164 167 EH

Débit arrivant à la station

Valeur moyenne : 18 625 m3/j

Percentile95 : 24 460 m3/j

Débit de référence retenu :

24 460 m3/j

Production de boues : 1 166 TMS/an

Résultats des conformités

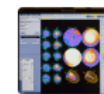
Conformité équipement : oui

Conformité performance : oui

Conformité relative au rejet approprié au milieu récepteur

(agglomération de moins de 2 000 EH) : sans objet





## 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  $51230 \text{ m}^3/\text{an}$  d'eaux usées, en considérant un débit d'eau entrant moyen dans la STEP de  $18000 \text{ m}^3/\text{j}$

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

	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$
<b>F-18</b> (rejet de 1200000 MBq/an - Med.nuc.)	87	106	1	1	0	0
<b>Tc-99m</b> (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	3	1	1
<b>In-111</b> (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	27	11	8
<b>I-123</b> (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	5	1	1
<b>Tl-201</b> (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
$\Sigma E_{Rn}$	155	205	3	35	11	9

[Nouveau calcul](#)

[Export Excel](#)

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

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

# COMPARAISON CALCUL 2019 avant mise à jour / 2023 après mise à jour

2019	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
RN						
F-18 (rejet de 1200000 MBq/an - Med.nuc.)	87	106	1	1	0	0
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	3	1	1
In-111 (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	27	11	8
I-123 (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	5	1	1
Tl-201 (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
Σ E <sub>Rn</sub>	155	205	3	35	11	9



2023	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
RN						
F-18 (rejet de 1200000 MBq/an - Med.nuc.)	87	106	1	1	0	0
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	3	1	1
In-111 (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	27	11	8
I-123 (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	5	1	1
Tl-201 (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
Σ E <sub>Rn</sub>	155	205	3	35	11	9

# COMPARAISON CALCUL: Augmentation de l'activité TEP

F18: 1 200 000 MBq/an	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
F-18 (rejet de 1200000 MBq/an - Med.nuc.)	87	106	1	1	0	0
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	3	1	1
In-111 (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	27	11	8
I-123 (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	5	1	1
Tl-201 (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
Σ E <sub>Rn</sub>	155	205	3	35	11	9

x 1,67

≠

F18: 2 000 000 MBq/an	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
F-18 (rejet de 2000000 MBq/an - Med.nuc.)	145	176	2	1	0	0
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	3	1	1
In-111 (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	27	11	8
I-123 (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	5	1	1
Tl-201 (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
Σ E <sub>Rn</sub>	213	276	3	35	11	9

# COMPARAISON CALCUL: Augmentation de l'activité Tc99m

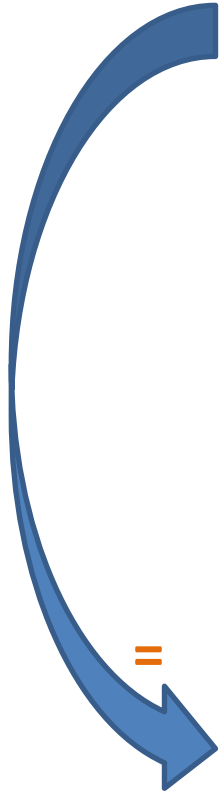


Tc99m 4 000 000 MBQ/an	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an)	133	500	3	4	1	1
$\sum E_{Rn}$	133	500	3	4	1	1

≠

Tc99m 8 000 000 MBQ/an	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$	$\mu\text{Sv/an}$
Tc-99m (rejet de 8000000 MBq/an)	266	1000	5	8	1	1
$\sum E_{Rn}$	266	1000	5	8	1	1

# COMPARAISON CALCUL: Lu177 (période 6,7 jours)



Lu177 2 000 000 MBQ/an	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
Lu-177 sans cuve (rejet de 2000000 MBq/an - Med.nuc.)	16	55	1	650	426	381
Σ E <sub>Rn</sub>	16	55	1	650	426	381



F18 2 000 000 MBQ/an	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
RN	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
F-18 (rejet de 2000000 MBq/an - Med.nuc.)	145	176	2	1	0	0
Σ E <sub>Rn</sub>	145	176	2	1	0	0

# COMPARAISON CALCUL: Augmentation du Débit d'eau entrant moyen dans la STEP (en m<sup>3</sup>/j)

Donnée 2018: 18000m<sup>3</sup>/j  
débit d'eau entrant moyen dans la STEP de 18000 m<sup>3</sup>/j

RN	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
F-18 (rejet de 2000000 MBq/an - Med.nuc.)	145	176	2	1	0	0
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	3	1	1
In-111 (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	27	11	8
I-123 (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	5	1	1
Tl-201 (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	2	1	1
Σ E <sub>Rn</sub>	213	276	3	35	11	9



x 1,36

Donnée 2021: 24460m<sup>3</sup>/j  
débit d'eau entrant moyen dans la STEP de 24460 m<sup>3</sup>/j

RN	EGOUTIER		STEP	STEP	EVACUATION	EPANDAGE
	EMERGE	IMMERGE	File eaux	File boues	boues	boues
	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an	μSv/an
F-18 (rejet de 2000000 MBq/an - Med.nuc.)	145	176	2	1	0	0
Tc-99m (rejet de 4000000 MBq/an - Med.nuc.)	67	94	2	2	1	1
In-111 (rejet de 3000 MBq/an)	1	2	1	20	8	6
I-123 (rejet de 28000 MBq/an)	2	5	1	4	1	1
Tl-201 (rejet de 1000 MBq/an)	1	1	1	1	1	1
Σ E <sub>Rn</sub>	213	276	3	26	8	7



Dans notre plan de gestion des déchets nous n'avons pas fait apparaître le calcul CIDDRE, seulement les données pour le calcul

## XVI.3 Impact environnemental

### XVI.3.1 Calcul CIDRE

Données pour le calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux (CIDRE):

- Activité annuelle administrée dans le service de médecine nucléaire du CHIAP:

Radionucléides	Activité annuelle administrée dans le service de médecine nucléaire du CHIAP:
F18	3200 000 MBq
Tc99m	4000 000 MBq
In111	3000 MBq
I123	28 000 MBq
Tl201	1000 MBq

- Débit annuel d'eau usée: 51 000 m<sup>3</sup>/an
- Débit d'eau entrant moyen dans la Station d'Épuration des eaux usées: 18000m<sup>3</sup>/jour (en 2017 d'après le site <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>)

# CONCLUSION

- **CALCUL FACILE A FAIRE** (le plus difficile est de connaître le débit d'eaux usées de l'établissement)
- **LOGIQUE:** proportionnel à l'activité et cohérence avec la période
- **Utilité pour les services??**
  - ✓ Visualiser l'impact de son service en fonction de son activité
  - ✓ Peut être plus pour les thérapies
  - ✓ Si les résultats obtenus sont inférieurs à 1 mSv/an, il n'y a pas lieu a priori d'utiliser une méthode plus précise.