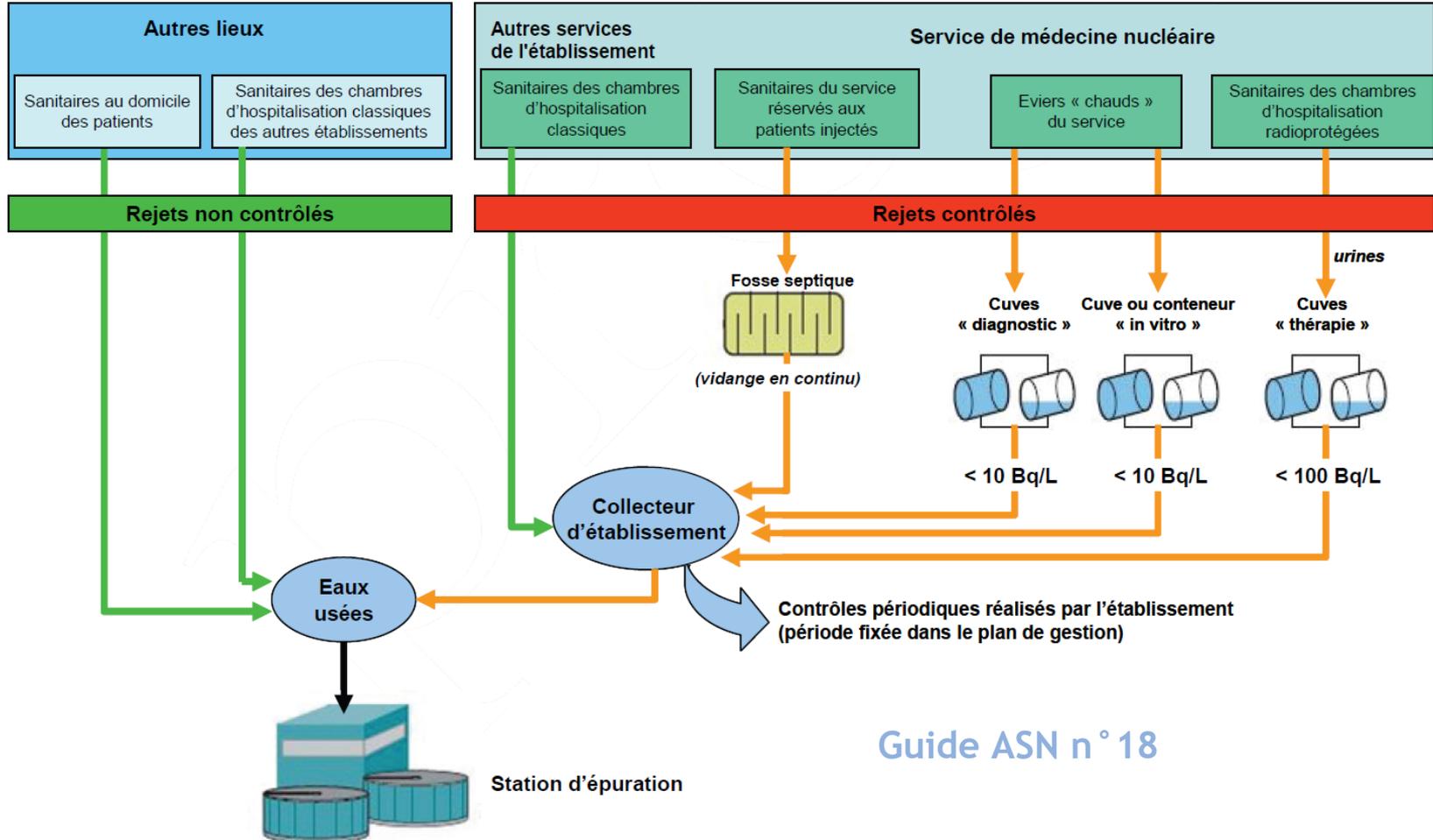


IMPACT POTENTIEL DES EFFLUENTS RADIOACTIFS SUR LES TRAVAILLEURS DES SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT ESTIMATION AVEC L'OUTIL CIDRRE

Rejets d'effluents liquides de médecine nucléaire

Gestion par décroissance radioactive de radionucléides de périodes < 100 jours



Guide ASN n° 18

Réglementation des déversements 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

Groupe de travail de l'ASN « GTDE » (2013-2017) 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

- 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)

Approche graduée

Déversements dans les réseaux

Pour les "petits" laboratoires

Méthode générique

Résultats satisfaisants ?

OUI

Déversements acceptables

Déversements acceptables : si les doses pour **tous** les travailleurs < 1 mSv/an

NON

Pour les "gros" laboratoires et les services de médecine nucléaire

Méthode semi-générique

Résultats satisfaisants ?

OUI

Déversements acceptables

NON

Méthode réaliste spécifique au site

Résultats satisfaisants ?

OUI

Déversements acceptables

NON

Mesure des expositions

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

■ Outil CIDRRE

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

Modèle CIDRRE : situations d'exposition

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

Travailleurs dans la station de traitement des eaux usées

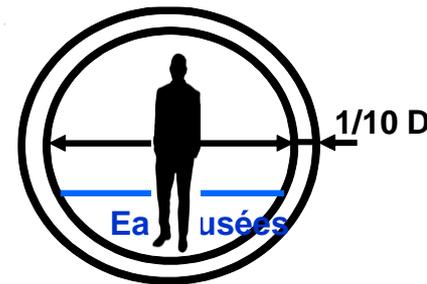
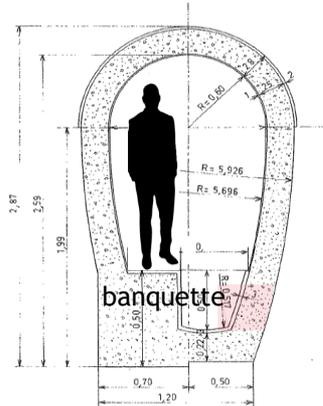
- A proximité des bassins de collecte et de traitement des eaux
- A proximité du procédé de traitement des boues

Travaux sur les boues déshydratées

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

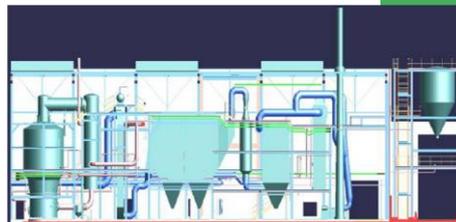
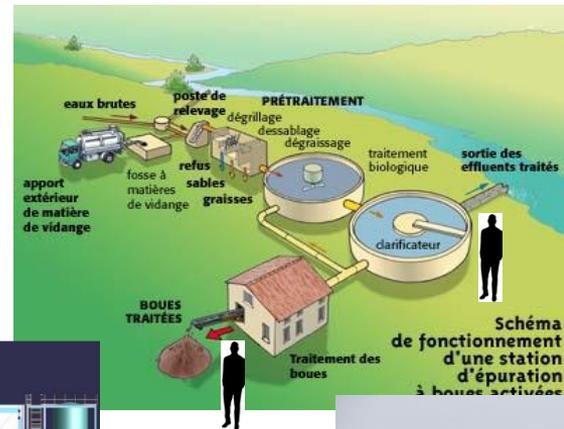
Modèles génériques

- géométries simplifiées
- durées prudentes
- coefficients de dose interne et externe



égout circulaire

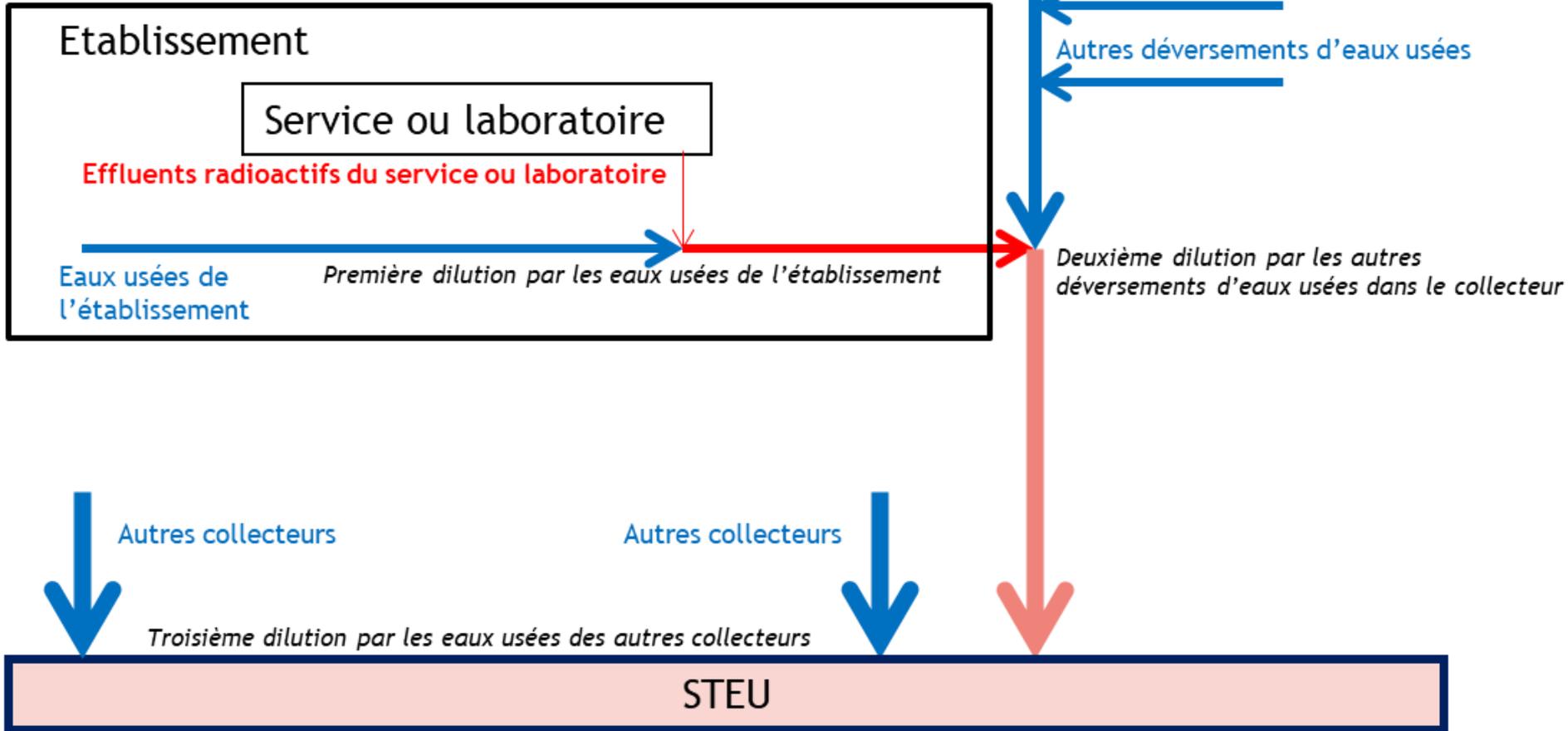
Φ 180 cm



Four
Récupérateur & Economiseur
Réacteur
Traitement catalytique
Filtre à Rejet des manches fumées



Modèle CIDRRE : dilutions successives



Modèle CIDRRE : paramètres pour les services de médecine nucléaire

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

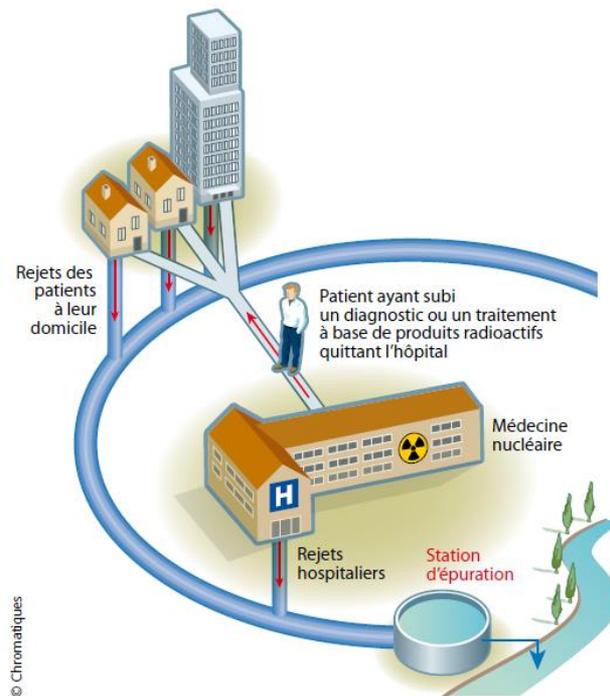
- Pour ^{18}F , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{177}Lu et ^{131}I , prise en compte de l'excrétion du patient (< activité administrée)
- Pour ^{131}I et ^{177}Lu , prise en compte du stockage des urines en cuves pour les traitements avec hospitalisation (mais en tenant compte du fait que tout n'est pas collecté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

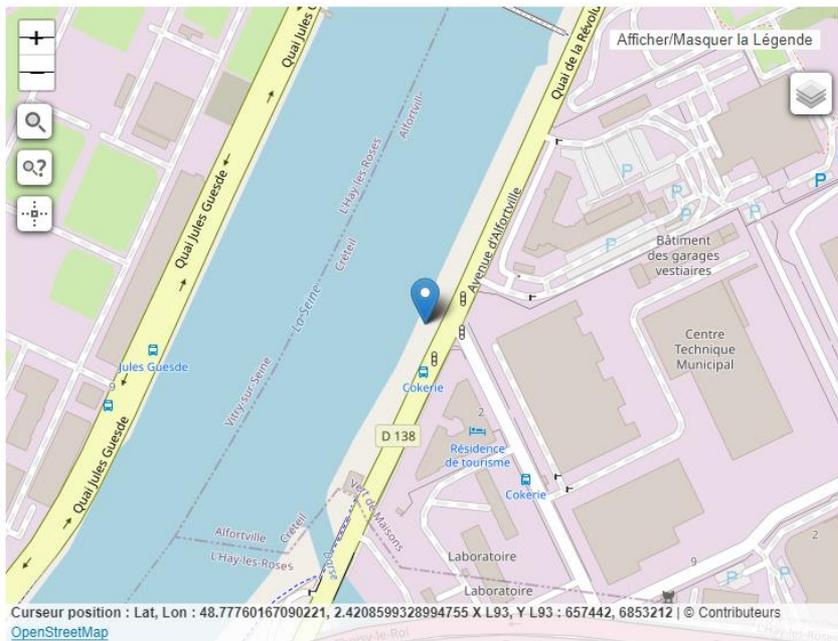
- disponible auprès du gestionnaire ou à défaut sur le web



L'assainissement collectif

Réseau de collecte et station de traitement des eaux usées

Charge générée par type de collecte (équivalent population EH)



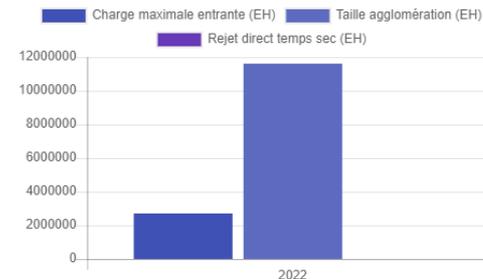
Données Clés 2022

Station de traitement des eaux usées de PARIS SEINE-AMONT

Charge maximale en entrée	2 730 429 EH
Capacité nominale	3 600 000 EH
Débit arrivant à la station	
Valeur moyenne	399 419 m3/j
Percentile95	799 588 m3/j
Débit de référence retenu	799 588 m3/j
Production de boues	36 365 TMS/an

Résultats des conformités

Conformité équipement	oui
Conformité performance	oui
Zone globale de collecte conforme (temps sec) :	oui



Destination des boues (Tms) en 2022



Modèle CIDRRE : hypothèses pour les services de médecine nucléaire

La totalité de l'activité administrée :

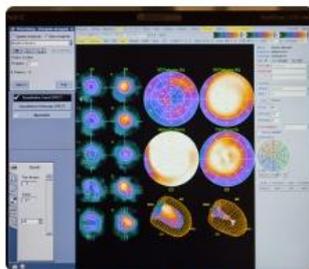
- Est déversée par l'établissement dans le même égout
- Est déversée dans la même station de traitement des eaux usées (STEU)

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)

Quelle activité exercez-vous ?



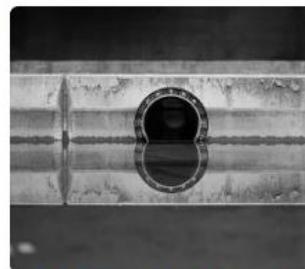
Service de médecine
nucléaire



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.



Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux

Radionucléides



<input type="checkbox"/> HTO	<input type="checkbox"/> OBT	<input type="checkbox"/> C-11	<input type="checkbox"/> C-14	<input checked="" type="checkbox"/> F-18	<input type="checkbox"/> Na-22
<input type="checkbox"/> Si-32+	<input type="checkbox"/> P-32	<input type="checkbox"/> P-33	<input type="checkbox"/> S-35	<input type="checkbox"/> Ca-45	<input type="checkbox"/> Cr-51
<input type="checkbox"/> Fe-55	<input type="checkbox"/> Fe-59	<input type="checkbox"/> Co-57	<input type="checkbox"/> Co-58	<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"/> Ge-68	<input type="checkbox"/> Ge-68+	<input type="checkbox"/> Rb-82
<input type="checkbox"/> Rb-86	<input type="checkbox"/> Sr-89	<input type="checkbox"/> Sr-90+	<input type="checkbox"/> Y-90	<input type="checkbox"/> Zr-89	<input checked="" type="checkbox"/> Tc-99m
<input type="checkbox"/> Tc-99	<input 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 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 checked="" type="checkbox"/> Lu-177 cuve 24h	<input type="checkbox"/> Re-186	<input type="checkbox"/> Re-188
<input type="checkbox"/> Ir-192	<input type="checkbox"/> Tl-201	<input type="checkbox"/> Pb-212+	<input type="checkbox"/> Bi-212	<input type="checkbox"/> Bi-212+	<input type="checkbox"/> Bi-213
<input type="checkbox"/> Bi-213+	<input type="checkbox"/> At-211	<input type="checkbox"/> Ra-223	<input type="checkbox"/> Ra-223+	<input type="checkbox"/> Ac-225	<input type="checkbox"/> Ac-225+

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

F-18

500000

I-131 ambu.

20000

Tc-99m

3000000

I-123

4000

Lu-177 cuve 24h

976800

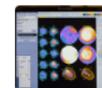
Débit d'eau annuel usée rejeté**
(en m³/an)

20000

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

50000

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



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 **20000 m³/an d'eaux usées, en considérant un débit d'eau entrant moyen dans la STEP de 50000 m³/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	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$\mu\text{Sv}/\text{an}$
F-18 (rejet de 500000 MBq/an - Med.nuc.)	93	113	1	1	0	0
Tc-99m (rejet de 3000000 MBq/an - Med.nuc.)	128	180	1	1	1	1
I-123 (rejet de 4000 MBq/an)	1	2	1	1	1	1
I-131 ambu. (rejet de 20000 MBq/an - Med.nuc.)	5	6	1	17	11	11
Lu-177 cuve 24h (rejet de 976800 MBq/an - Med.nuc.)	8	26	1	59	39	35
ΣE_{Rn}	233	326	1	77	50	45

Nouveau calcul

Export Excel

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



Modèle CIDRRE : résultats du calcul

- Calcul de doses ($\mu\text{Sv}/\text{an}$)
 - annuelles
 - efficaces
- Expositions
 - externe (eaux usées, boues)
 - interne (inhalation + ingestion par inadvertance)
- Résultats satisfaisants si les doses pour les 6 types de travailleurs $< 1000 \mu\text{Sv}/\text{an}$
- Pour les gestionnaires de STEU : nécessité de tenir compte de l'ensemble des établissements déversant vers la STEU

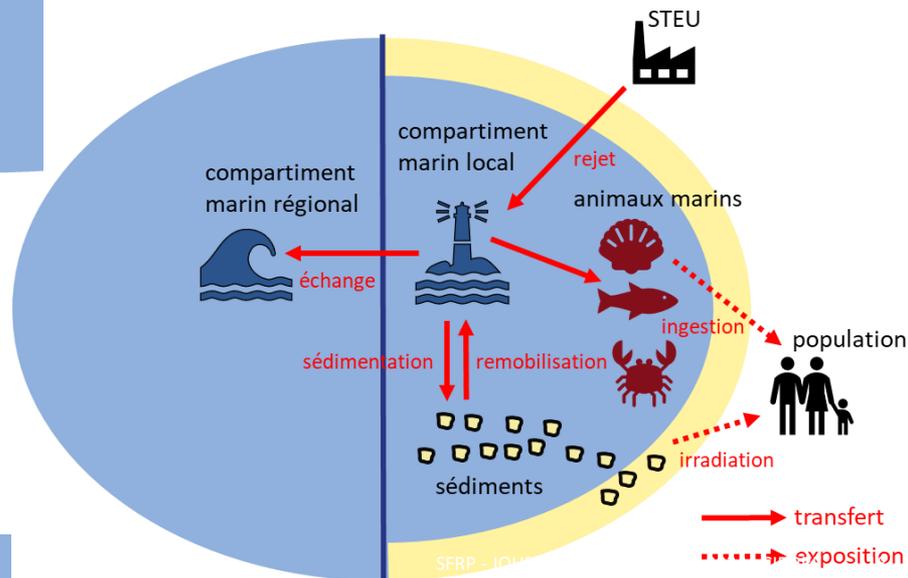
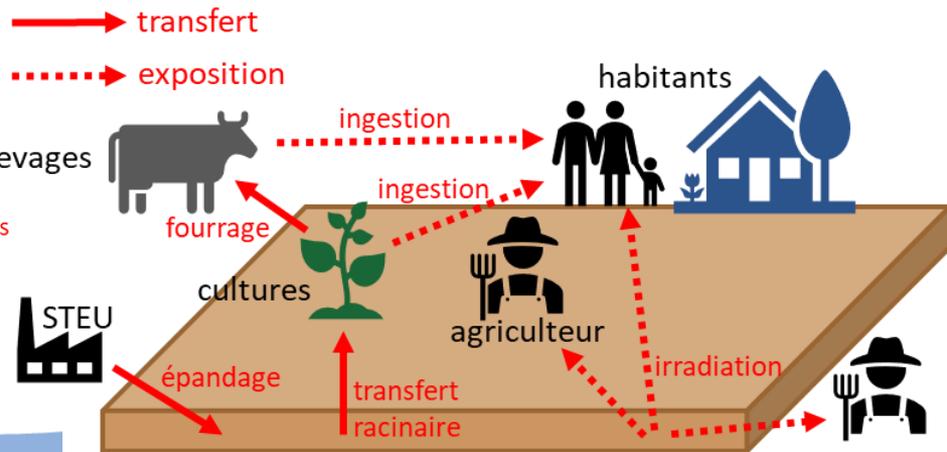
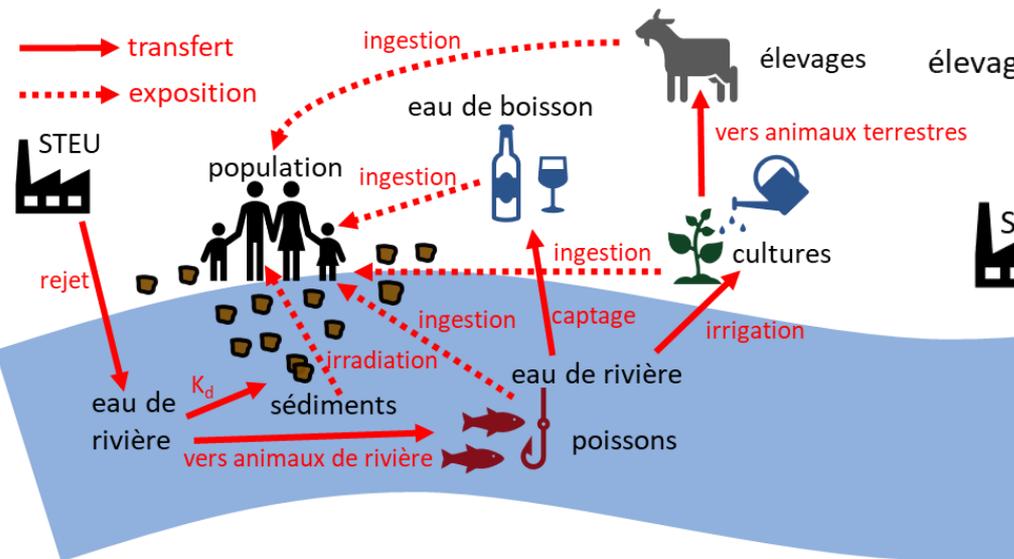
Modèle spécifique au site

- 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
 - Production de boues
 - 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
 - Partition eaux/boues...
- Nécessite
 - Un dialogue entre le service et 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)

Développement CIDRRE en cours



Impact sur la population du rejet dans l'environnement des eaux traitées et de la valorisation des boues

Merci