

Les effluents radioactifs directs et diffus générés par les activités de médecine nucléaire et de Curiothérapie

Colloque « Les effluents liquides des établissements de santé » /
CHAMBERY 26 novembre 2008.

Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire, responsable du
laboratoire de la CRIIRAD

Synthèse effectuée avec le soutien
financier de la Région Rhône-Alpes



Enquête CRIIRAD pour L' Agence de Bassin Seine Normandie (24 services de médecine nucléaire ont répondu au questionnaire) / principaux radionucléides utilisés (en 1997 ou en 1998)

Radionucléide	Utilisation typique	Activité utilisée en MBq
Technétium 99^m	Thyroïde,cerveau,foie,moelle osseuse,poumons, circulation,reins	19 590 090
Iode 131	Thyroïde,reins,espace vasculaire	3 455 885
Thallium 201	Myocarde, cerveau, parathyroïde, thyroïde	2 298 553
Gallium 67	Processus inflammatoires et tumoraux	70 582
Iode 123	Thyroïde,reins,cerveau	58 618
Xenon 133 (Gaz)	Poumons, débit sanguin régional	27 546
Indium 111	Ventriculographie, moelle osseuse,marquage des cellules sanguines	26 825
Yttrium 90	Synoviorthèse	23 577
Strontium 89	Traitement palliatif de métastases osseuses	16 280
Samarium 153	Traitement palliatif de métastases osseuses	14 800
Phosphore 32	Métastases osseuses, leucémies, traitement de tumeurs et scintigraphie	10 707
Chrome 51	Rate, reins, marquage de protéines, volume globulaire	3 700
Iode 125	Marquage de composés, volume plasmatique	2 542

- Principaux radionucléides utilisés
- 3 représentent plus de 99 % de l'activité annuelle commandée

- Technétium 99^m : 76,5 % de l'activité
- Iode 131 : 13,5 % de l'activité
- Thallium 201 : 9 % de l'activité

Caractéristiques physiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire.

Radionucléide	Période Physique	Emission Bêta	Emission Gamma Principale	
			Energie (keV)	Intensité (%)
Technétium 99^m	6 heures	NON	140,5	87,2
Iode 131	8 jours	OUI	364,5	81,6
Thallium 201	3 jours	NON	167,4	9,4
Gallium 67	3,26 jours	NON	93,3	37,0
Iode 123	13,2 heures	NON	158,97	83,3
Indium 111	2,8 jours	NON	245,35	94,0
Chrome 51	27,7 jours	NON	320,08	9,8
Iode 125	60,14 jours	NON	27,2 + 27,5	40,5 + 75,6
Fluor 18	1,8 heure	Positons	511 fois 2	100,0

● Activités administrées aux patients

- (Enquête CRIIRAD 1997-1998 pour l'Agence de Bassin Seine-Normandie, 24 établissements consultés)

- Technétium 99^m : 46 MBq à 555 MBq (Moyenne 240 MBq)

- Iode 131 : 30 MBq à 3 700 MBq (Moyenne 1 215 MBq)

NB : diagnostic iode 131 : 5 mCi = 185 MBq

NB : thérapie iode 131 : 100 mCi = 3 700 MBq

Si plus de 20 mCi (740 MBq) admission en « chambre plombée »

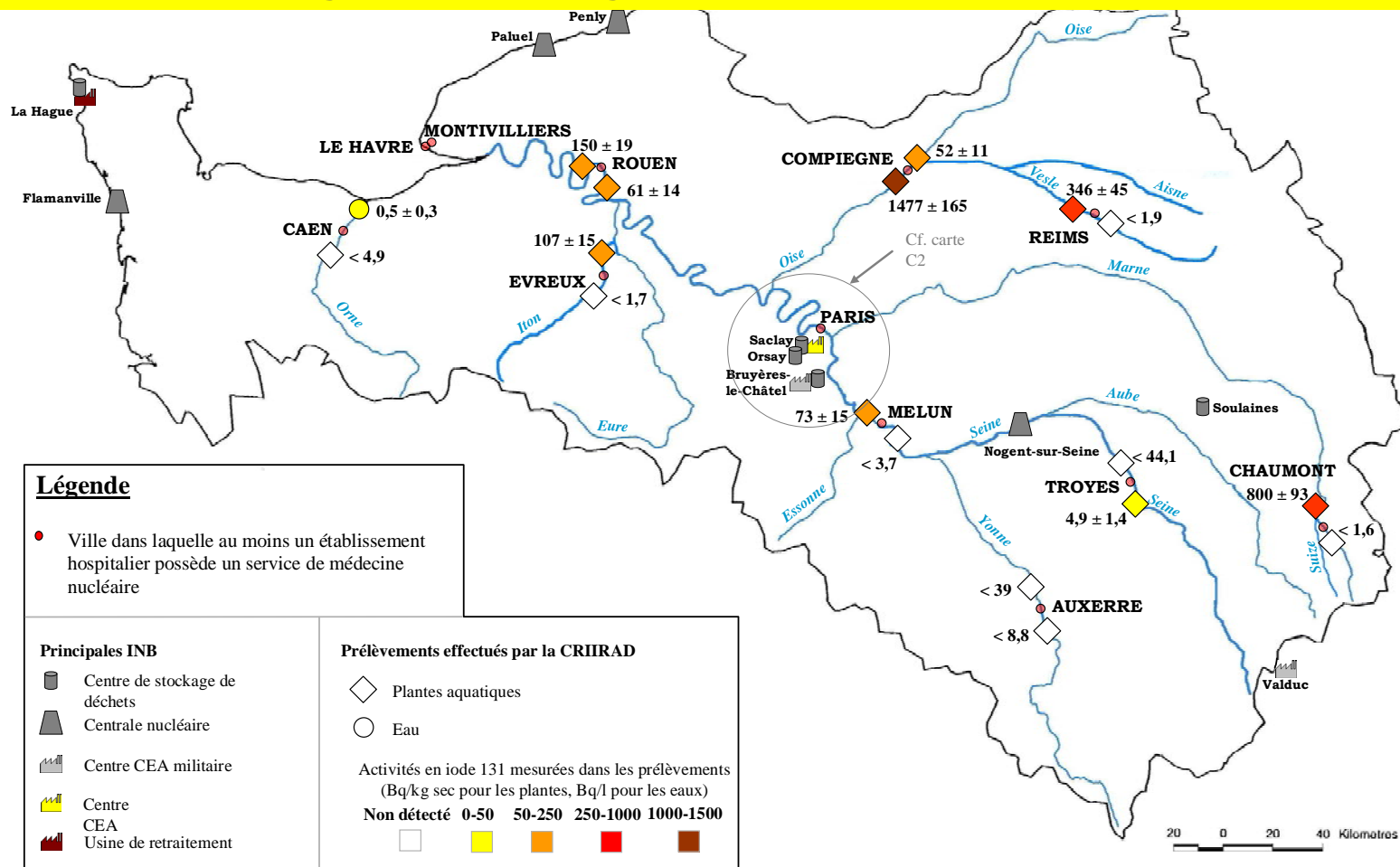
- Elimination typique par les urines des 5 premiers jours
- Technétium 99^m : 90 % environ
- Iode 131 : 84 % environ

Mesures CRIIRAD 1998 / Agence de Bassin Seine Normandie /

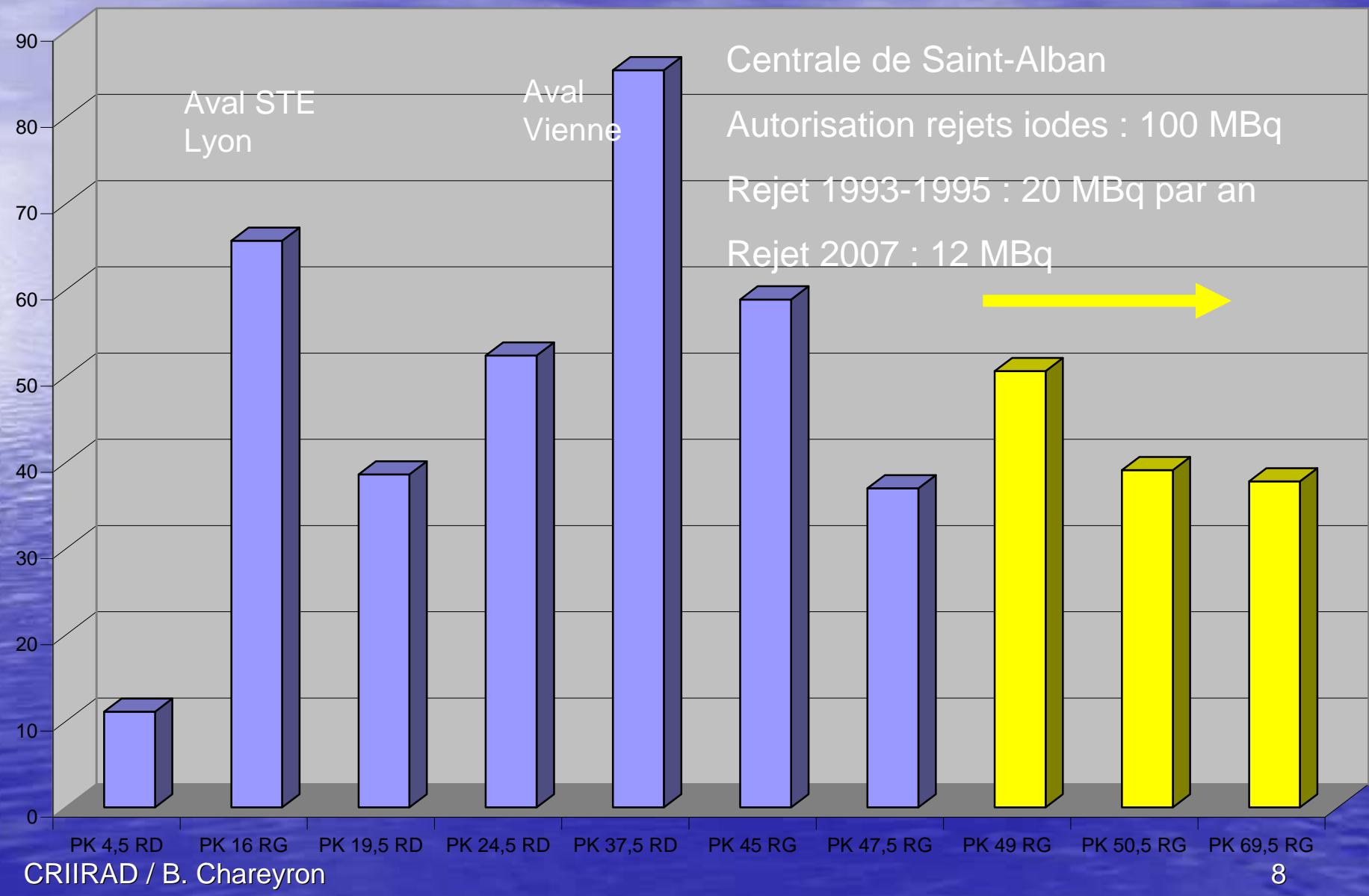
Plantes aquatiques amont-aval des Stations de Traitement des eaux usées:

Iode 131 en aval supérieur à 50 Bq/kg sec dans 9 cas sur 10 : Melun, Evreux, Rouen, Valenton, Noisy, Reims, Colombes, Chaumont, Compiègne

Max : 1 477 Bq/kg sec à Compiègne



Iode 131 dans les plantes aquatiques du Rhône sur 65 kilomètres / CRIIRAD / Année 2000 / Bq/kg sec



Enquête CRIIRAD / Hôpitaux de Lyon / Année 1999 / 4 sites sur 6

Patients qui ne sont pas admis en chambre plombée

Service	Centre de Médecine Nucléaire	Service de médecine nucléaire	Service central de médecine nucléaire	Service autonome de médecine
Etablissement	Hôpital Neuro-Cardio	Centre Hospitalier Lyon-Sud	Faculté Rockefeller et Hôp. E Herriot	La Doua
Ville	Lyon 3ème	Pierre Bénite	Lyon 8ème	Villeurbanne

Activité I 131 commandée en 1999 (GBq)	1 200	44,4	23,1	0,1
---	--------------	-------------	-------------	------------

Cas des patients qui ne sont pas admis en chambre plombée (< 740 MBq soit 20 mCi)

Nombre de Patients hors chambre plombée	234	156	82	2
Activité moyenne I 131 par patient (MBq)	235	158	225	3
Activité administrée (GBq)	55,1	24,7	18,5	0,006
Gestion des effluents	Pas de fosse	?	Pas de fosse	fosse septique
Mesure en sortie de bâtiment	3 700 Bq/l	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré

Total administré en 1999 = 98 Milliards de Becquerels

Si 84 % de l'iode 131 est éliminé dans les urines des 5 premiers jours = plusieurs dizaines de milliards de Bq par an dans les égouts soit plus de

1 000 fois les rejets de la centrale nucléaire de Saint-Alban
CRIIRAD / B. Chareyron

Enquête CRIIRAD / Hôpitaux de Lyon / Année 1999 / 4 sites sur 6

Patients admis en chambre plombée

Service	Centre de Médecine Nucléaire	Service de médecine nucléaire	Service central de médecine nucléaire	Service autonome de médecine
Etablissement	Hôpital Neuro-Cardio	Centre Hospitalier Lyon-Sud	Faculté Rockefeller et Hôp. E Herriot	La Doua
Ville	Lyon 3ème	Pierre Bénite	Lyon 8ème	Villeurbanne

Activité I 131 commandée en 1999 (GBq)	1 200	44,4	23,1	0,1
---	--------------	-------------	-------------	------------

Cas des patients admis en chambre plombée

Nombre de Patients en chambre plombée	321	sans objet	sans objet	sans objet
Activité moyenne I 131 par patient (MBq)	3 570	sans objet	sans objet	sans objet
Activité administrée (GBq)	1 146	sans objet	sans objet	sans objet

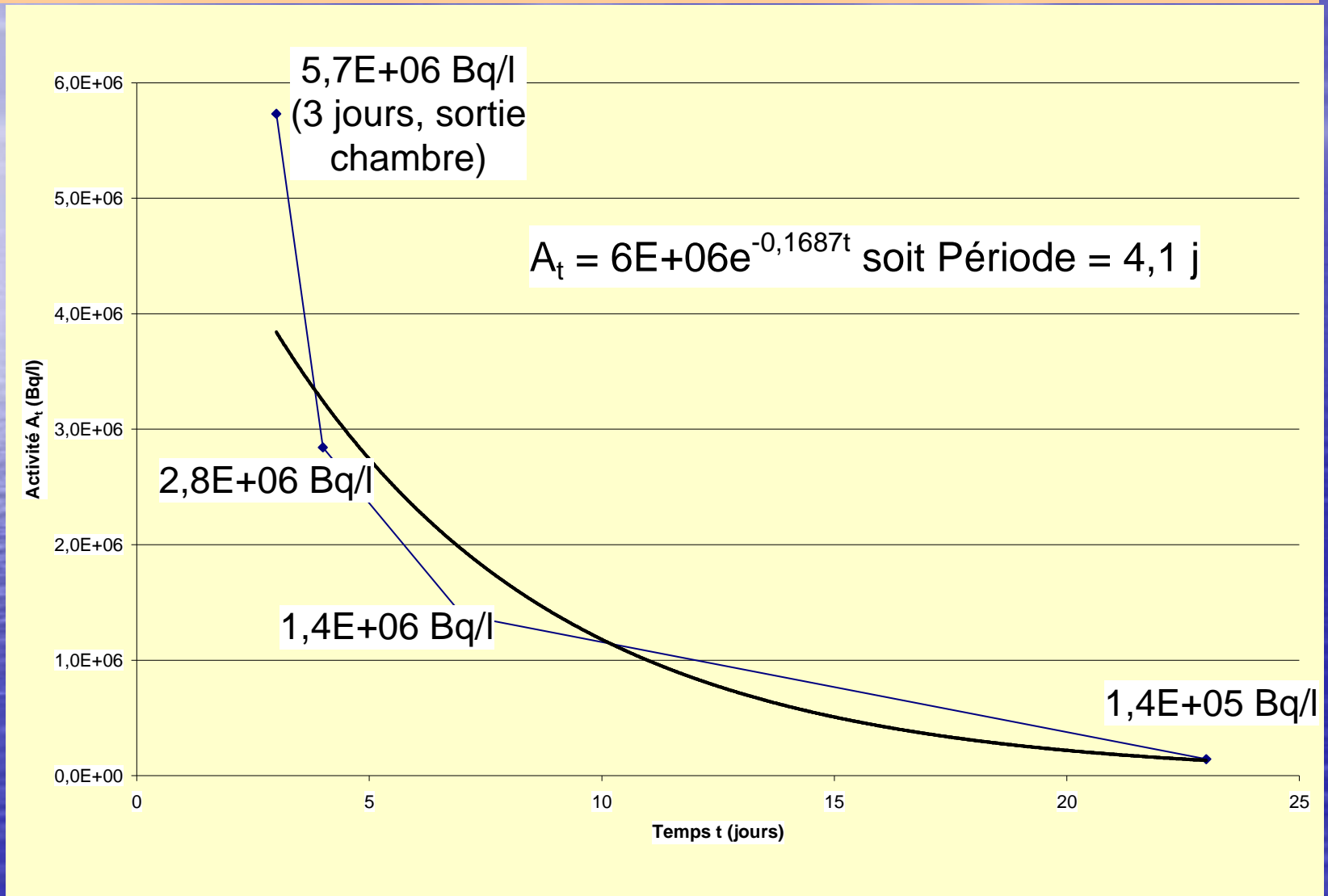
Vidange des cuves de décroissance (chambres plombées et/ou eviers chauds)

Date vidange	26/08/1999	15/04/1999	09/01/1999	jamais
Activité volumique avant rejet	< 7 Bq/l	Pas d'iode 131	non mesurable	sans objet

Total administré en 1999 aux patients admis en chambre plombée =

1 146 Milliards de becquerels

Mesures laboratoire CRIIRAD 1999 / Patient sorti de chambre plombée à J+3 après une Curiethérapie à l'iode 131 (cancer de la thyroïde, 80 mCi = 3 Milliards de becquerels) / Lyon

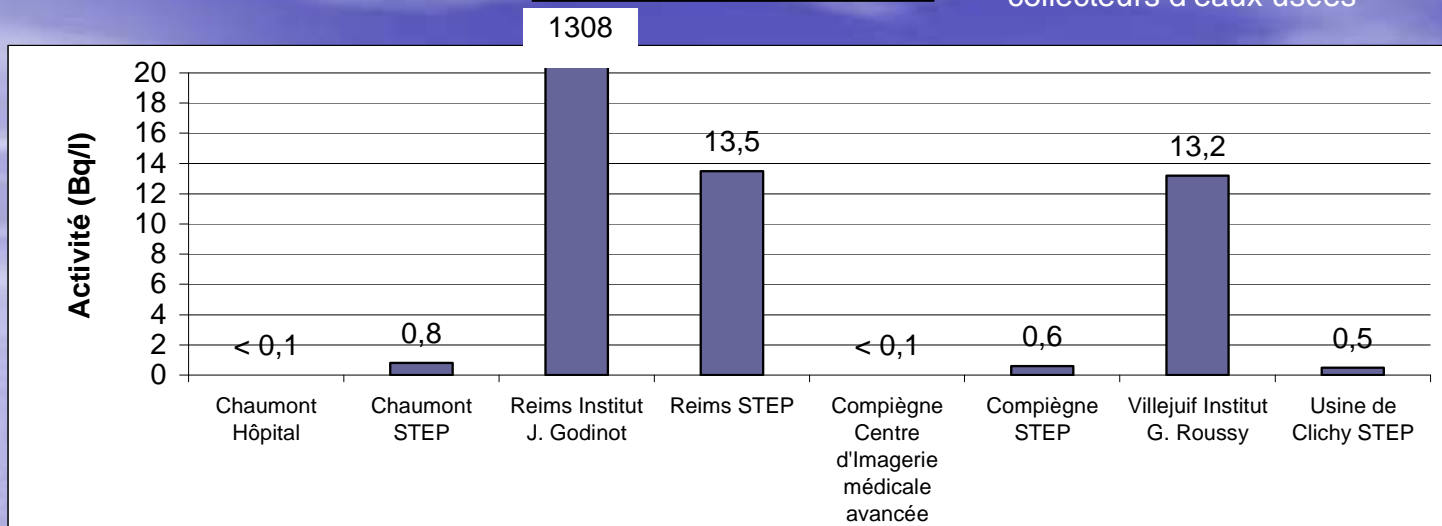


- Rejet direct et impact diffus (étude à Toulouse)
- 1993 la DDASS estime fonctionnement normal des équipements de radioprotection et met en cause les rejets diffus.
- Mesures CRIIRAD 1994- 1995 pour l'Agence Régionale pour l'Environnement Midi-Pyrénées et la Compagnie Générale des Eaux
- 132 prises d'échantillons dans le réseau de la ville de Toulouse, collecteur par collecteur depuis la STE
- Terme source : 1 centre universitaire, 3 hôpitaux, 2 cliniques
- Canalisations internes sur les sites (valeurs max):
- Technétium 99 m : 1 196 000 Bq/l (sortie médecine nucléaire)
- Iode 131 (42 000 Bq/l, sortie thérapie)
- Iode 125 (1 380 Bq/l, sortie diagnostic)
- Thallium 201 (527 Bq/l, sortie médecine nucléaire)
- Conclusion : **importance des rejets directs des hôpitaux**
- Rappel : Arrêté du 30 octobre 1981 : « *l'évacuation des cuves de stockage des effluents liquides ne peut intervenir que si l'activité volumique est inférieure à 7 Bq/l* » (cas des laboratoires)

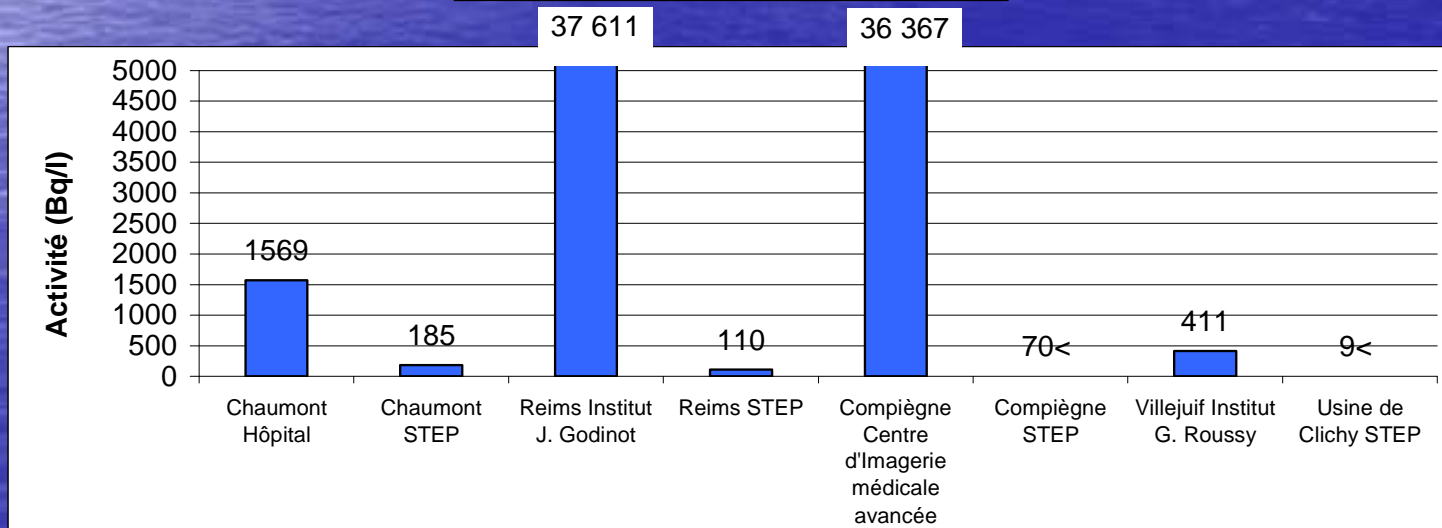
- Etude CRIIRAD 1999-2000 pour l'Agence de Bassin Seine-Normandie sur 4 sites hospitaliers volontaires
- Sous-dimensionnement des cuves tampon et vidange alors que l'activité volumique dépasse de plusieurs ordres de grandeur 7 Bq/l
- Pas de « collecte » des urines des patients injectés (hors cas chambre plombée)
- Activité moyenne sur 24 h dans le collecteur (domaine public) : 400 à 37 600 Bq/l (technétium 99m) et au niveau STE (100 à 200 Bq/l dans 2 cas sur 4)
- Activité moyenne sur 24 h dans le collecteur (domaine public) : Présence d'iode 131 dans 2 cas sur 4 (1 300 Bq/l) et au niveau STE traces dans 4 cas sur 4.

Iode 131

Laboratoire CRIIRAD / contamination des collecteurs d'eaux usées



Technétium 99 m



- Recommandations CRIIRAD (1999-2000)
- Sensibilisation et formation des professionnels (amélioration protection personnels, patients, environnement)
- Courte période n'est pas synonyme de « aucun impact » car activités considérables et contamination chronique de l'environnement
- Les activités mises en jeu pour le diagnostic ne sont pas « banales »
- Justification et optimisation des pratiques médicales (ex 1 : diagnostic avec Iode 123 au lieu d'iode 131, T = 13 heures au lieu de 8 jours, pas de bêta, dose au patient divisée par 100 / ex 2 : administration +50% par rapport à la prescription)
- Collecte des urines des patients injectés au sein du service de médecine nucléaire, connexion à fosse septique ou bac de décroissance de fort volume
- Collecte des urines à l'hôpital (hors médecine nucléaire)
- Problème du patient à domicile ?
- Amélioration de la réglementation

- Réglementation / Circulaire du 9 juillet 2001
- Si $t < 100$ j stockage en cuve tampon
- 1 / Laboratoire connecté à 2 cuves-tampons (vidange si < 7 Bq/l)
- 2 / Sanitaires des chambres protégées (iode > 740 MBq) connectés à des cuves-tampons (vidange si < 100 Bq/l)
- 3 / Sanitaires de l'unité de médecine nucléaire : fosse de décroissance avant le collecteur de l'établissement (2m^3 pour 25 personnes/jour) / Pas de limite fixée. Contrôles périodiques recommandés.
- Effluents à l'émissaire de l'établissement : A / Bilan sur 8 heures au moins 4 fois par an (période choisie) ou B / contrôle continu.
- Niveau guide : 1 000 Bq/l pour Tc99m et 100 Bq/l pour autres radioéléments.

● Des déchets liquides aux déchets solides

- Interventions CRIIRAD suite à alarmes portiques en PACA et Rhône-Alpes depuis 2001
- Plus de 50 % des alarmes dues à des couches, mouchoirs, serviettes hygiéniques, etc.
- Principalement iode 131 et technétium 99^m
- Alarmes 2007 sur un CET : 8 cas 8 sur = iode 131 (couches, compresses, lingettes, mouchoirs) à plus de 5 $\mu\text{Sv/h}$ au contact
- Débit de dose max : 168 microSieverts par heure au contact et 1,8 microSieverts par heure à 1 mètre