



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



# Questionnements sur l'impact radiologique de la centrale nucléaire de Golfech

**Agen le 22 et 23 novembre 2021**

**Intervenant :**  
**Bruno CHAREYRON**  
ingénieur en physique nucléaire  
directeur du laboratoire de la CRIIRAD



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



# Partie 1 / Impact des rejets radioactifs liquides

# Substances radioactives rejetées

## Le cas du tritium et du carbone 14

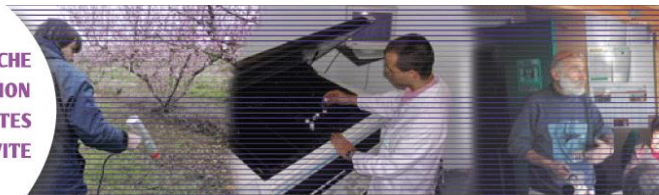
- Rejets liquides déclarés par le CNPE de GOLFECH en 2020 [source : EDF, GOLFECH, 2020]

	Unité	Limites annuelles réglementaires	activité rejetée	% de la limite réglementaire
Tritium	TBq	80	52,4	66
Carbone 14	GBq	190	23,9	13
Iodes	GBq	0,1	0,00561	6
Autres PF PA	GBq	25	0,11	0,5

- Rejets de tritium : 52 400 milliards de Becquerels
- Rejets de carbone 14 : 23,9 milliards de Becquerels

Le tritium et le carbone 14 représentent plus de 99,99 % des rejets radioactifs liquides

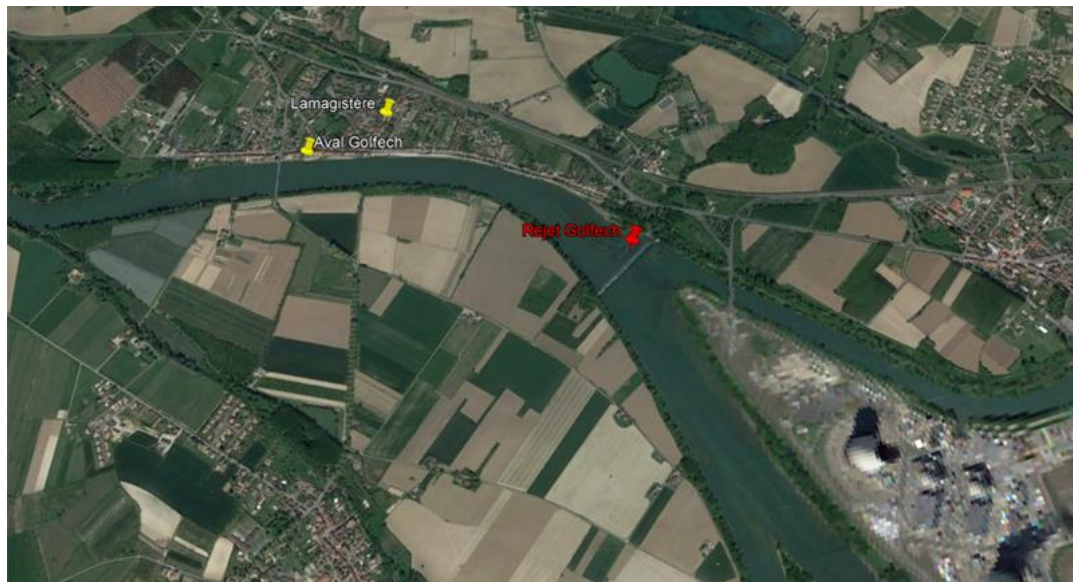
Difficiles à détecter car émetteurs Bêta purs





# Localisation des buses de rejet en Garonne

Bruno CHAREYRON-2021



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



CRIIRAD - 29 Cours Manuel de Falla  
26000 VALENCE - 04 75 41 82 50 - [www.criirad.org](http://www.criirad.org)

# Le carbone 14 dans les végétaux aquatiques

## Etude CRIIRAD pour Stop Golfech

Espèce / Lieu	Date prélèvement	Carbone 14 (Becquerel par kg de carbone)
Myriophylles à Malause 12,9 km <b>Amont</b> <b>GOLFECH</b>	03/10/19	217 ± 1,9
Myriophylles à Lamagistère 1,35 km <b>Aval</b> <b>GOLFECH</b>	03/10/19	666 ± 5,0

- Niveau de carbone 14 normal (naturel) dans les végétaux aquatiques de la Garonne en amont de Golfech
- Plus de 3 fois plus de carbone 14 en aval

Source : [http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport\\_CRIIRAD\\_N\\_20-35\\_Golfech\\_VF.pdf](http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport_CRIIRAD_N_20-35_Golfech_VF.pdf)



# Le carbone 14 dans les végétaux aquatiques

## Comparaison 2009 / 2019 (Bq/kg Carbone)

Espèce / Lieu	Automne 2009	Automne 2019
<b>Amont GOLFECH</b>	221	217
<b>Aval GOLFECH (Lamagistère)</b>	<b>415</b>	<b>666</b>

- Y a-t-il Augmentation de + 60 % de la bioaccumulation de carbone 14 dans les végétaux aquatiques de la Garonne en aval de Golfech en 10 ans ? (nécessité d'études plus poussées)
- Période Physique du Carbone 14 : **5 730 ans**

Source : [http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport\\_CRIIRAD\\_N\\_20-35\\_Golfech\\_VF.pdf](http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport_CRIIRAD_N_20-35_Golfech_VF.pdf)



# Le carbone 14 dans les végétaux aquatiques

## Comparaison Garonne-Rhône / Carbone 14 (Bq/kg carbone)

Lieu	GARONNE Centrale de GOLFECH oct 2019 Myriophylles	RHÔNE Centrale de CRUAS oct 2019 Potamots pectinés
<b>Amont</b>	217	248
<b>Aval</b>	666	554

- Rhône en amont de Cruas : impact des rejets des centrales nucléaires situées plus en amont (Saint-Alban, Bugey, etc.)
- Garonne aval : plus de carbone 14 (hypothèse : moindre dilution que par le Rhône ?)





# Le tritium dans les végétaux aquatiques

## Etude CRIIRAD pour Stop Golfech

Espèce / Lieu	Date prélèvement	Tritium organique (Becquerels par litre d'eau de combustion)
Myriophylles à Malause 12,9 km <b>Amont</b> <b>GOLFECH</b>	03/10/19	Non détecté < 3,0
Myriophylles à Lamagistère 1,35 km <b>Aval</b> <b>GOLFECH</b>	03/10/19	14,3 ± 1,0

- Pas de tritium détecté dans les végétaux aquatiques de la Garonne en amont de Golfech
- Plus de 4,7 fois plus de tritium en aval de Golfech (par rapport à la limite de détection)

Source : [http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport\\_CRIIRAD\\_N\\_20-35\\_Golfech\\_VF.pdf](http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport_CRIIRAD_N_20-35_Golfech_VF.pdf)





# Le tritium dans les végétaux aquatiques

Comparaison 2009 / 2019 (Bq/l d'eau de combustion)

Espèce / Lieu	Automne 2009	Automne 2019
Amont GOLFECH	Non détecté < 3	Non détecté < 3
Aval GOLFECH (Lamagistère)	14,8	14,3

- la bioaccumulation du tritium dans les végétaux aquatiques de la Garonne en aval de Golfech est permanente (rejets chroniques)
- Période physique du tritium : **12,3 ans**

Source : [http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport\\_CRIIRAD\\_N\\_20-35\\_Golfech\\_VF.pdf](http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/Rapport_CRIIRAD_N_20-35_Golfech_VF.pdf)

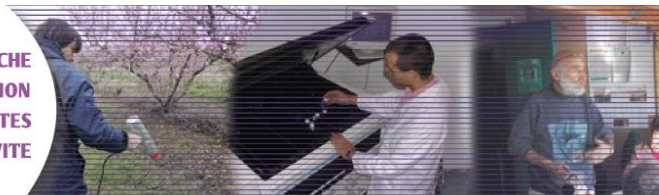


# Le tritium dans les végétaux aquatiques

## Comparaison Garonne-Rhône / tritium (Bq/litre d'eau de combustion)

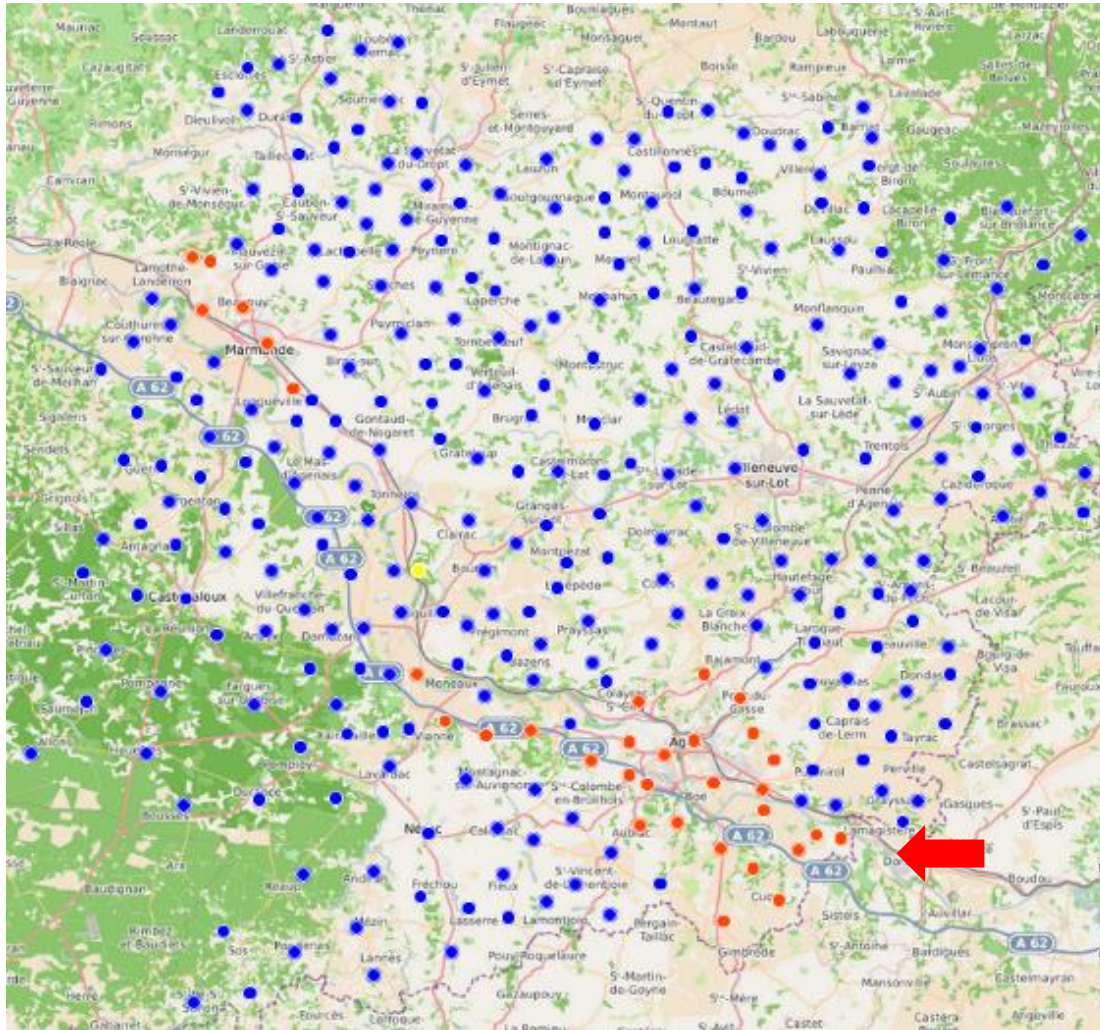
Lieu	Garonne GOLFECH oct 2019 Myriophylles	Rhône CRUAS oct 2019 Potamots pectinés
<b>Amont</b>	Non détecté < 3	3,2
<b>Aval</b>	14,3	4,5

- Rhône en amont de Cruas : impact des rejets des centrales nucléaires situées plus en amont (Saint-Alban, Bugey, etc.). Impact de Cruas visible
- Garonne en aval de Golfech : 3 fois plus de tritium que dans le Rhône en aval de Cruas (hypothèse : moindre dilution ?)



# Tritium dans l'eau du robinet (Lot et Garonne)

Résultats officiels du contrôle sanitaire (ARS) de janvier 2016 à septembre 2021 / compilation CRIIRAD



- Pas de Tritium détecté
- Tritium détecté
- Pas de mesure disponible

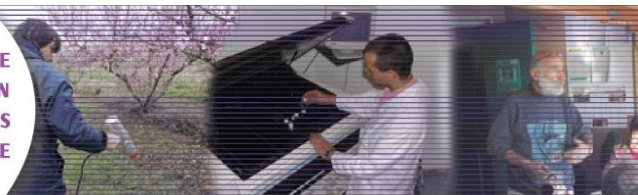
← Centrale EDF Golfech

Dans le sud-ouest de la France,

le contrôle sanitaire officiel des eaux potables fait apparaître 2 « clusters » avec présence de tritium dans l'eau du robinet :

Secteurs d' Agen et de Marmande.

Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/resultats-du-contrôle-sanitaire-de-leau-distribuee-commune-par-commune/>

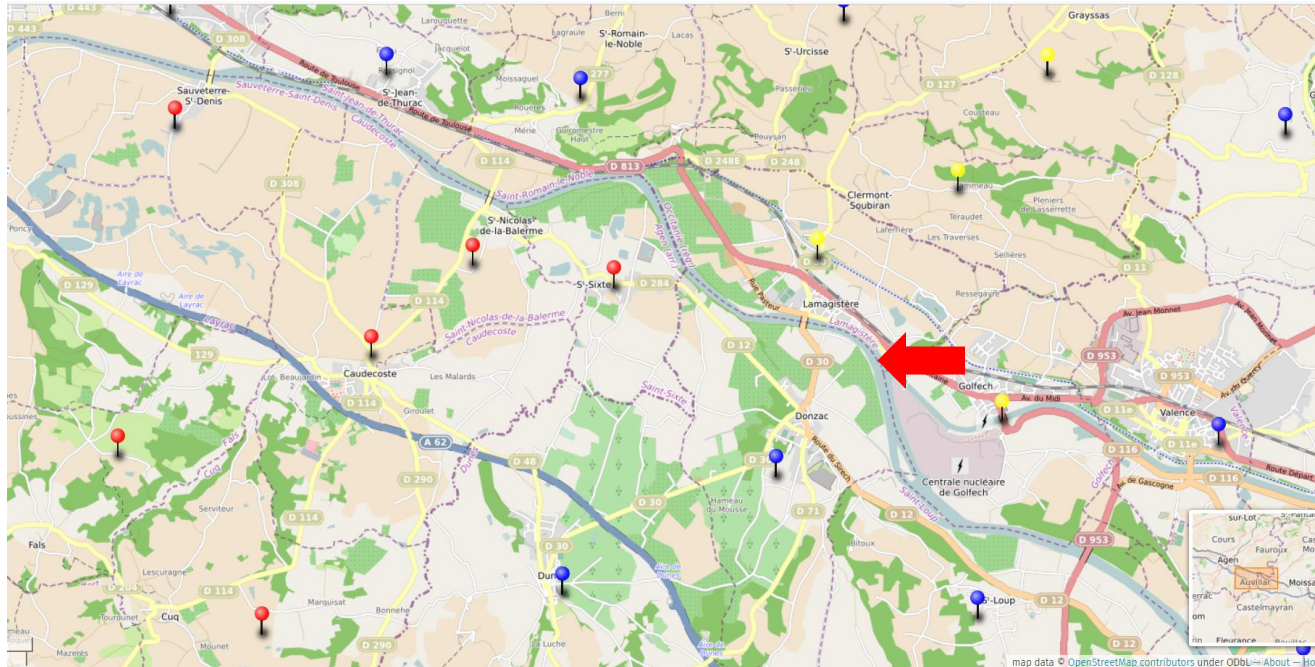




# Tritium dans l'eau du robinet (rives Garonne)

Résultats officiels du contrôle sanitaire de janvier 2016 à novembre 2019 / compilation CRIIRAD

- Pas de Tritium détecté
- Tritium détecté
- Pas de mesure disponible



Amont rejets de Golfech :

pas de tritium détecté dans l'eau du robinet

Aval rejet de Golfech :  
tritium détecté à partir de la commune de Saint-Sixte (réseau AGGLOMERATION AGEN – SIVOIZAC)

Données interactives : à paraître

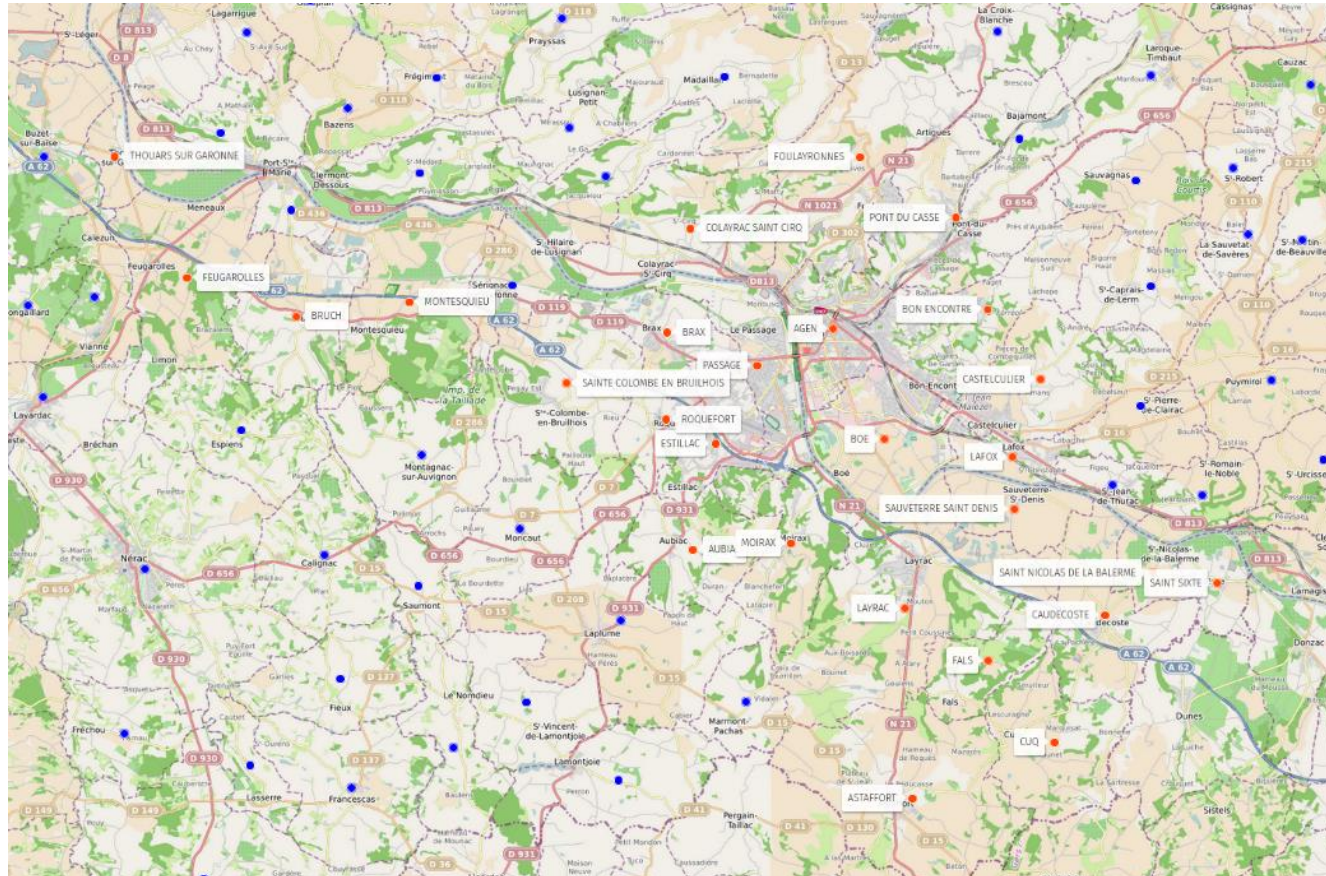
Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/resultats-du-contrôle-sanitaire-de-leau-distribuee-commune-par-commune/>





# Tritium dans l'eau du robinet (cluster Agen)

Résultats officiels du contrôle sanitaire de janvier 2016 à septembre 2021 / compilation CRIIRAD



- Pas de Tritium détecté
- Tritium détecté
- Pas de mesure disponible

- Tritium détecté jusqu'à une cinquantaine de kilomètres en aval de Golfech : Agen, Astaffort, Aubiac, Boe, Bon Encontre, Brax, Bruch, Castelculier, Caudecoste, Colayrac Saint Cirq, Cuq, Estillac, Fals, Feugarolles, Foulayronnes, Lafox, Layrac, Le Passage, Moirax, Montesquieu, Pont du Casse, Roquefort, Saint-Nicolas de la Balerme, Saint-Sixte, Sainte Colombe en Bruilhois, Sauveterre Saint Denis, Thouars sur Garonne (Environ 40 km à vol d'oiseau et 50 km linéaire Garonne)

Données interactives CRIIRAD à nov 2019 à paraître

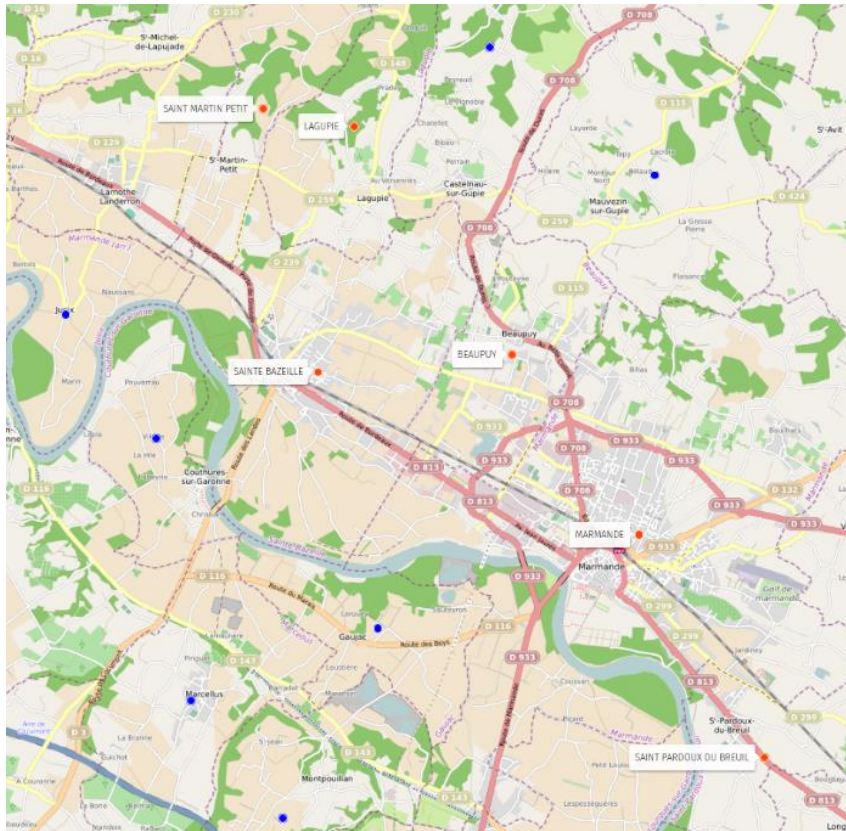
Données interactives CRIIRAD à sept 2021 à paraître

Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/resultats-du-contrôle-sanitaire-de-leau-distribuee-commune-par-commune/>



# Tritium : eau du robinet (cluster Marmande)

## Résultats officiels du contrôle sanitaire de janvier 2016 à septembre 2021 / compilation CRIIRAD



### MARMANDE

Code INSEE : 47157  
Population : 17534 habitants (recensement 2018)

Tritium détecté sur la période janvier 2016 à septembre 2021.

#### Nom du quartier : COTEAUXFAUX

Nom du réseau de distribution : NORD MARMANDE - VIRAZEL

2021-02-11 : <5,90  
2021-01-18 : <5,62  
2020-02-13 : <6,0  
2020-01-16 : <5,7  
2019-12-16 : <5,8  
2019-01-22 : <6,3  
2018-12-10 : <6,0  
2018-10-10 : <6,0  
2017-10-17 : <5,6  
2017-05-20 : <5,8  
2016-12-13 : <7,5  
2016-01-07 : <7,1

#### Nom du quartier : SAUF COTEAUX+COUSSAN

Nom du réseau de distribution : MARMANDE

2021-02-16 : <5,71  
2021-01-18 : 6,95 (DÉTECTÉ)  
2020-11-05 : <5,15  
2020-05-13 : <5,83  
2020-03-13 : <6,0  
2020-01-08 : <5,8  
2019-12-16 : <5,9  
2019-11-19 : <5,9  
2019-04-15 : <5,9  
2019-01-15 : <5,6  
2018-12-17 : <6,2  
2018-10-08 : <5,9  
2018-04-04 : <6,0  
2018-01-10 : <6,0  
2017-10-23 : 11,06 (DÉTECTÉ)  
2017-06-06 : <5,8  
2017-05-22 : <6,1  
2017-01-17 : <6,0  
2016-12-06 : <6,3  
2016-10-24 : <7,5  
2016-04-19 : <7,9  
2016-01-21 : <7,3

● Pas de Tritium détecté

● Tritium détecté

- Plus en aval, du tritium est également détecté à :
- Beaupuy, Lagupie, Marmande, Saint Martin Petit, Saint Pardoux du Breuil, Sainte Bazeille, soit jusqu'à **une centaine de kilomètres en aval** des rejets de Golfech.

Données interactives CRIIRAD à nov 2019 : à paraître

Données interactives CRIIRAD à sept 2021 : à paraître

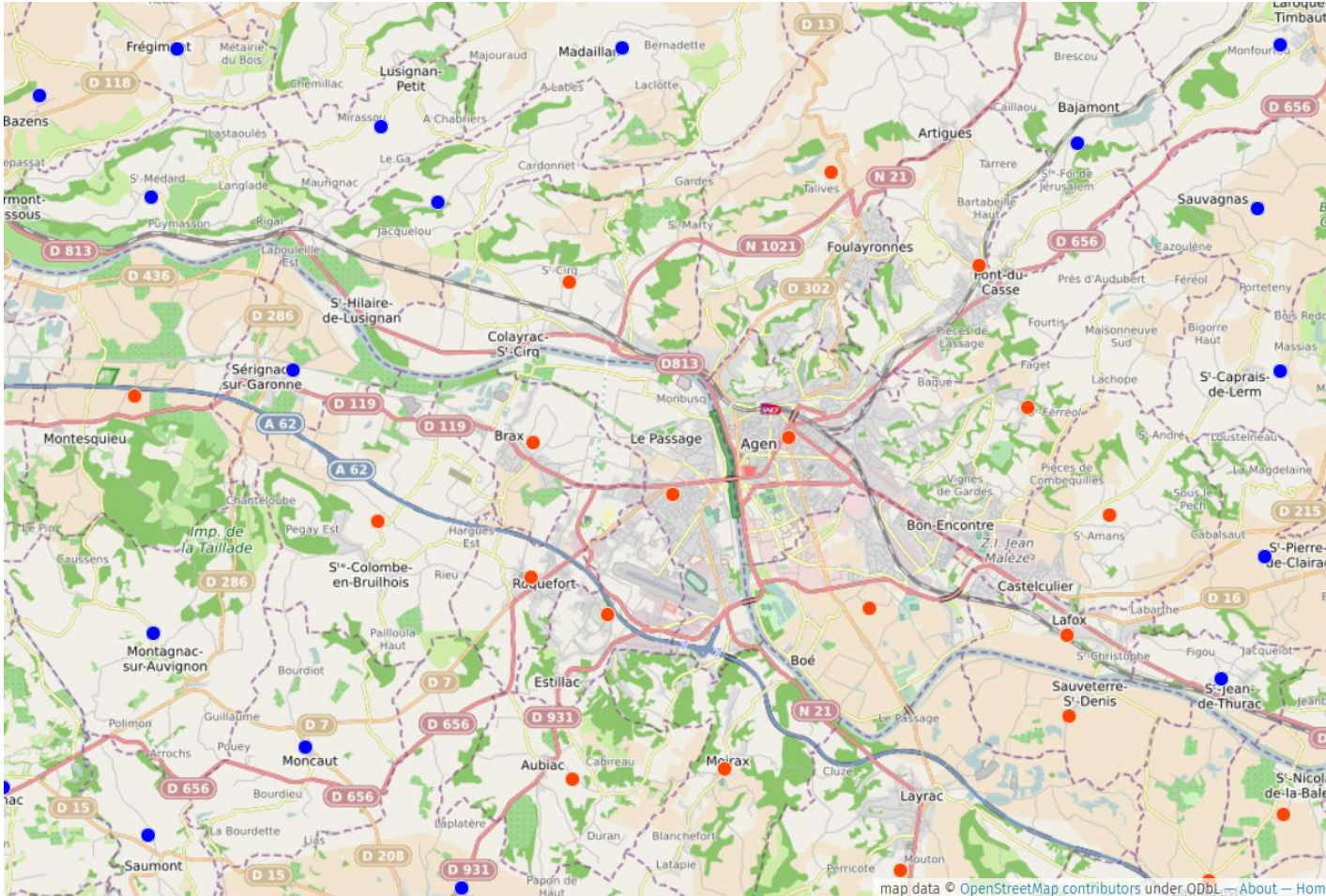
Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/resultats-du-contrôle-sanitaire-de-leau-distribuee-commune-par-commune/>





# Tritium dans l'eau du robinet (cluster Agen)

## Résultats officiels du contrôle sanitaire de janvier 2016 à septembre 2021 / compilation CRIIRAD / Résultats ville d'Agen



### AGEN

Code INSEE : 47001

Population : 33012 habitants (recensement 2018)

**Tritium détecté sur la période janvier 2016 à septembre 2021.**

**Nom du quartier : - (toute la commune)**

Nom du réseau de distribution : AGGLOMERATION AGEN

2021-08-13 : <5.91  
 2021-06-16 : <6.32  
 2021-05-10 : <5.80  
 2021-04-26 : <5.85  
 2021-02-17 : 28.4 (DÉTECTÉ)  
 2021-01-27 : <5.91  
 2020-12-08 : <6.19  
 2020-11-25 : <5.77  
 2020-08-17 : <5.84  
 2020-06-03 : <6.10  
 2020-05-19 : <5.83  
 2020-04-15 : <6.1  
 2020-02-27 : <5.5  
 2020-01-20 : <5.6  
 2019-12-24 : <6.0  
 2019-11-26 : <6.2  
 2019-09-24 : <5.7  
 2019-05-28 : <5.8  
 2019-05-23 : <5.9  
 2019-04-25 : <6.2  
 2019-03-07 : 55.9 (DÉTECTÉ)  
 2019-01-07 : 43.5 (DÉTECTÉ)  
 2018-12-17 : <6.1  
 2018-11-08 : 33.5 (DÉTECTÉ)  
 2018-08-28 : <5.6  
 2018-05-24 : <6.1  
 2018-04-12 : <5.6

Données interactives CRIIRAD à sept 2021 : à paraître

Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/resultats-du-contrôle-sanitaire-de-leau-distribuee-commune-par-commune/>



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE

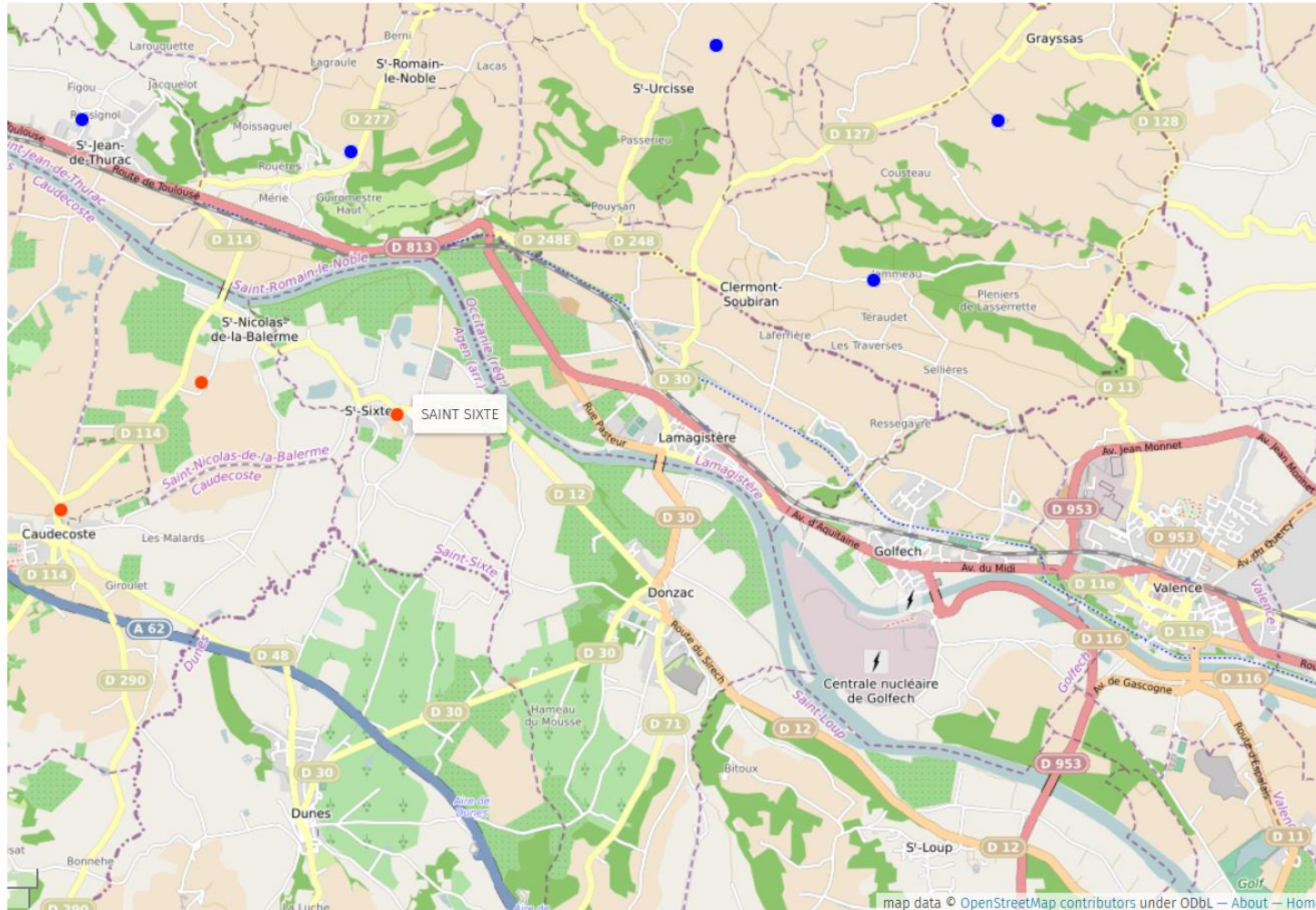


CRIIRAD - 29 Cours Manuel de Falla  
26000 VALENCE - 04 75 41 82 50 - [www.criirad.org](http://www.criirad.org)



# Tritium dans l'eau du robinet (cluster Agen)

## Résultats officiels du contrôle sanitaire de janvier 2016 à septembre 2021 / compilation CRIIRAD / Résultats Saint-Sixte



### SAINT SIXTE

Code INSEE : 47279  
Population : 356 habitants (recensement 2018)

Tritium détecté sur la période janvier 2016 à septembre 2021

Nom du quartier : - (toute la commune)

Nom du réseau de distribution : AGGLOMERATION AGEN - SIVOIZAC

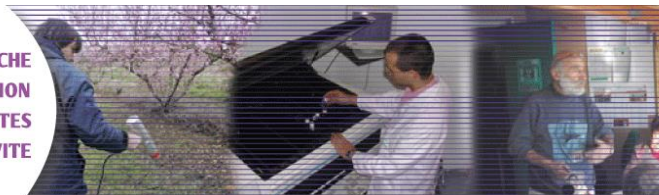
2021-07-20 : <6.15  
2021-04-20 : <6.26  
2020-12-17 : <5.78  
2020-11-25 : <5.77  
2020-10-28 : <5.55  
2020-07-22 : 44.5 (DÉTECTÉ)  
2020-03-23 : <5.8  
2019-11-26 : <6.1  
2019-10-15 : <5.9  
2019-07-29 : 6.3 (DÉTECTÉ)  
2019-05-14 : <6.2  
2019-02-25 : <5.9  
2018-11-12 : <5.9  
2018-10-16 : <5.4  
2018-08-30 : <5.6  
2018-05-28 : <6.2  
2018-02-26 : <6.0  
2017-09-11 : 12.7 (DÉTECTÉ)  
2017-08-29 : <5.8  
2017-04-18 : <5.7  
2017-03-14 : <6.0  
2017-01-09 : <5.9  
2016-11-22 : <8.2  
2016-10-10 : <7.7  
2016-07-28 : 28.4 (DÉTECTÉ)  
2016-05-17 : <6.0

Données interactives CRIIRAD à sept 2021 : à paraître

Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/resultats-du-contrôle-sanitaire-de-leau-distribuee-commune-par-commune/>



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



CRIIRAD - 29 Cours Manuel de Falla  
26000 VALENCE - 04 75 41 82 50 - [www.criirad.org](http://www.criirad.org)

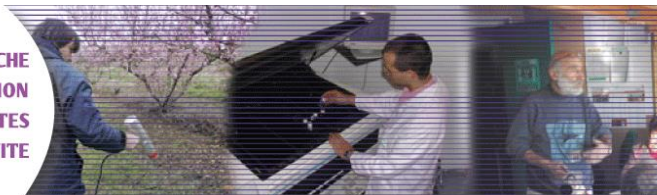


# Modalités de rejets radioactifs de Golfech dans la Garonne (exemple année 2019)

## Des rejets discontinus mais chroniques (plus de 24 % du temps)

- Nombre de rejets des réservoirs les plus radioactifs T (KER) :
- 35 en 2019
- Durée des rejets :
  - De 16 heures à 156 heures soit jusqu'à jusqu'à 6,5 jours.
  - Moyenne de 61 heures soit 2,5 jours
  - Rejets en Garonne plus de 24 % du temps (rien que pour les réservoirs les plus radioactifs)
- En 2019, chaque vidange de réservoir a conduit au rejet de 540 à 3 875 milliards de Becquerels de tritium

Données EDF transmises à la CRIIRAD le 10 juin 2020, compilation  
B Chareyron



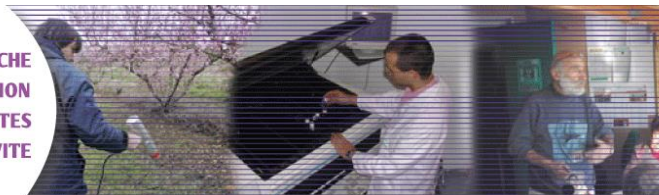
# Tritium dans l'eau du robinet

## Une périodicité de contrôle insuffisante

### Exemple année 2019 : AGEN : 8 contrôles alors que 35 épisodes de rejet

Date contrôle sanitaire eau potable (AGEN)	Activité du tritium (Bq/l)	Situation GOLFECH
07/01/2019	43,5	Rejet en cours
07/03/2019	55,9	Rejet en cours
25/04/2019	< 6,2	Pas de rejet
23/05/2019	< 5,9	Pas de rejet
28/05/2019	< 5,8	Doute
24/09/2019	< 5,7	Pas de rejet
26/11/2019	< 6,2	Pas de rejet
24/12/2019	< 6,0	Pas de rejet

- En 2019, on note que la détection de tritium dans l'eau distribuée à Agen coïncide avec les épisodes de rejet de la centrale de GOLFECH.
- Il faudrait :
- Pouvoir faire des mesures plus fréquentes (il y aurait depuis 2020 des mesures mensuelles à Agen mais non rendues publiques ?)
- Avec une meilleure limite de détection < 2 Bq/l
- Connaître à l'avance les périodes de rejet (refus d'EDF à demandes CRIIRAD)



# Tritium dans l'eau du robinet

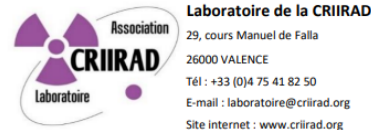
## Des normes sanitaires pas assez protectrices

- Valeur guide Organisation Mondiale de la Santé : **10 000 Bq/l !!**
- En France :
- valeur de référence pour le contrôle de l'eau potable : **100 Bq/l**
- Pour la CRIIRAD si situation chronique sur la vie entière, la norme devrait être abaissée en dessous de 30 Bq/l voire **de 10 Bq/l**, sinon les risques de cancer à long terme pourraient être 300 fois supérieurs à ceux retenus pour la pollution d'origine chimique.
- Fortes incertitudes sur le cas du fœtus et de la femme enceinte
- Une bonne protection sanitaire : pas de tritium dans l'eau potable
- Vulnérabilité des captages en Garonne en cas d'accident nucléaire (nécessité d'une réflexion de fond sur la protection des ressources en eau)
- Pour aller plus loin : dossier CRIIRAD : [http://www.criirad.org/eau%20potable/eau\\_potable.html](http://www.criirad.org/eau%20potable/eau_potable.html)



## Contrôle des urines d'un habitant de la région d'Agen (commune : Le Passage)

- Présence de tritium dans les urines (2,6 à 4,5 Bq/l). Le citoyen boit l'eau du robinet. Sur la période de test l'activité du tritium dans l'eau du robinet était très faible : < 1,9 à 1,9 Bq/l
- Rémanence du tritium ingéré précédemment (Périodes biologiques : complexe de environ 10 j à 1 an)
- Apports par l'alimentation, inhalation



MÉTHODE D'ESSAI	
<b>Description</b>	
Comptage par scintillation liquide. Détecteur : compteur Packard 2770 très bas bruit de fond équipé d'un cristal de BGO (oxyde de bismuth et de germanium). Liquide scintillant : Ultima Gold LLT, Perkin Elmer.	
<b>Normes appliquées</b>	
Exigences organisationnelles/techniques :	NF EN ISO CEI 17025
Méthode d'essai :	NF ISO 9698:2015
Calcul des limites caractéristiques :	NF ISO 11929:2010

### RÉSULTATS DE MESURES DE TRITIUM Rapport d'essai n° T562-01

Modèle utilisé : CALTRI V04

COORDONNÉES DU CLIENT	
VSDNG	
148 RUE GERARD DUVERGE	
47000 AGEN	

COMPTAGE			
<b>Numéro du comptage</b>	<b>Début</b>	10/11/21 09:00	
T562	<b>Fin</b>	15/11/21 09:05	

ÉCHANTILLON						RÉSULTATS [1]					
Localisation	Type échantillon	Date de prélèvement	Code échantillon	Distillation	Flaconnage / Dosage	Détecté ?	Activité volumique en tritium (Bq/l)	Intervalle de confiance (1-γ*95%) ± b ou + b <sub>sup</sub> - b <sub>inf</sub> (Bq/l)	Incertitude-type relative (%)	Seuil de décision (1-α*97,5%)	Limite de détection (1-β*97,5%)
										SD	LD
LE PASSAGE (47) Lot-et-Garonne	Urine W.S collectée* du 18/10 au 22/10	22/10/21	081121a1	Oui	Plastique UG 10:10	Détecté	3,2 ± 1,1	17%	0,9	1,9	
LE PASSAGE (47) Lot-et-Garonne	Urine W.S collectée* du 25/10 au 29/10	29/10/21	081121a2	Oui	Plastique UG 10:10	Détecté	4,5 ± 1,2	14%	0,9	1,9	
LE PASSAGE (47) Lot-et-Garonne	Urine W.S collectée* du 01/11 au 05/11	05/11/21	081121a3	Oui	Plastique UG 10:10	Détecté	2,6 ± 1,0	21%	0,9	1,9	
LE PASSAGE (47) Lot-et-Garonne	Eau du robinet collectée du 18/10 au 22/10	22/10/21	081121a4	NON	Plastique UG 10:10	Détecté	1,9 ± 1,0	27%	0,9	1,9	
LE PASSAGE (47) Lot-et-Garonne	Eau du robinet collectée du 25/10 au 29/10	29/10/21	081121a5	NON	Plastique UG 10:10	Non détecté	< 1,9	-	0,9	1,9	
LE PASSAGE (47) Lot-et-Garonne	Eau du robinet collectée du 01/11 au 05/11	05/11/21	081121a6	NON	Plastique UG 10:10	Non détecté	< 1,9	-	0,9	1,9	

Marion JEAMBRUN Responsable qualité	Signature
19/11/2021	

Notes

[1] Si le résultat est inférieur au seuil de décision, le radionucléide n'est pas détecté. Cela ne signifie pas qu'il est absent, mais la méthode de mesure permet de garantir à une forte probabilité (1-β) que s'il était présent, son activité ne dépasserait pas la limite de détection. Si le résultat est supérieur au seuil de décision, la probabilité que le radionucléide soit bien présent est forte (supérieure à 1-α). Le résultat le plus probable est A.

Lorsque l'incertitude-type ne dépasse pas 25%, l'intervalle de confiance est symétrique : la probabilité est forte (égale à 1-γ) que le résultat soit compris entre A - b et A + b. Les résultats sont exprimés sous la forme A ± b. Lorsque l'incertitude-type dépasse 25%, l'intervalle de confiance n'est pas symétrique. La probabilité est forte (égale à 1-γ) que le résultat soit compris entre A - b<sub>sup</sub> et A + b<sub>inf</sub>. Dans ce cas, les résultats sont exprimés sous la forme A +b<sub>sup</sub> / -b<sub>inf</sub> si les valeurs arrondies de b<sub>sup</sub> et b<sub>inf</sub> sont différentes, et A ± b<sub>sup=b<sub>inf</sub></sub> si les valeurs arrondies de b<sub>sup</sub> et b<sub>inf</sub> sont identiques.

\* Les urines ont été recueillies le matin, l'échantillon analysé est une aliquote des urines collectées sur une semaine complète.

Le présent rapport comporte 1 page(s) et ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Page 1 sur 1



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE





- **Partie 2 / Impact des rejets radioactifs de la centrale nucléaire de Golfech à l'atmosphère (le cas des gaz rares )**



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



# Substances radioactives rejetées

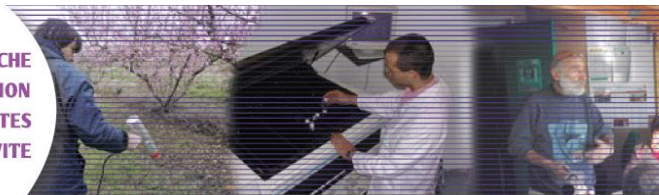
## Gaz rares radioactifs, tritium, carbone 14, etc

- Rejets atmosphériques déclarés par le CNPE de GOLFECH en 2018 [source : EDF, GOLFECH]



Paramètres	LIMITE activité annuelle rejetée (en GBq/an)	Résultats 2018 (en GBq/an)
Carbone 14	1 400	318
Tritium	8 000	885
Gaz rares	45 000	1 101
Iodes	0,8	0,045
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	0,8	0,004

- En 2018, les gaz rares radioactifs sont en première position en termes d'activité rejetée (plus de 1 000 milliards de Becquerels),
- suis par le tritium (885 milliards de Becquerels),
- puis le carbone 14 (318 milliards de Becquerels)



# Substances radioactives rejetées

## Gaz rares radioactifs, tritium, carbone 14

- Rejets atmosphériques déclarés par le CNPE de GOLFECH en 2020 [source : EDF, GOLFECH, 2020]

	Unité	Limites annuelles réglementaires	Activité rejetée	% de la limite réglementaire
Gaz rares	TBq	45	0,369	1
Tritium	GBq	8	0,776	10
Carbone 14	TBq	1.4	0,236	17
Iodes	GBq	0.8	0,0193	2
Autres PF PA	GBq	0.8	0,00166	0.2

- Des chiffres exprimés en valeurs décimales (effet de minimisation subjective)
- Une grossière erreur sur l'unité utilisée pour le tritium ce qui divise le rejet par 1 000
- En 2020, le tritium est en première position en termes d'activité rejetée (776 milliards de Becquerels),
- Suivi par les gaz rares radioactifs (369 milliards de Becquerels),
- puis le carbone 14 (236 milliards de Becquerels)

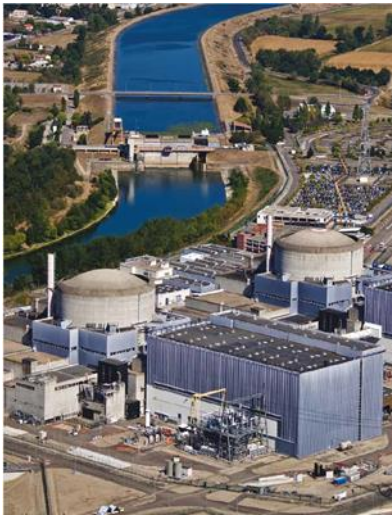




# Les gaz rares radioactifs

## Ils ne sont pas piégés par les filtres

- « Les gaz rares (krypton, xénon) : ce sont des gaz inertes, **ils ne sont donc pas retenus par les systèmes de filtration** (filtres très haute efficacité THE et pièges à iodes). Ces rejets peuvent varier en fonction des caractéristiques d'étanchéité du gainage du combustible.» [EDF, GOLFECH, 2019]



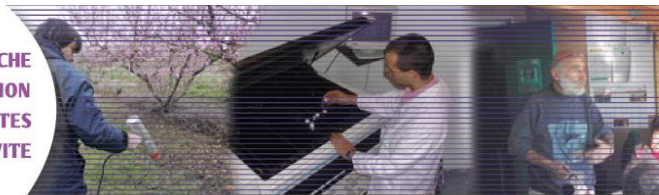


# Les gaz rares radioactifs

## Des rejets en baisse .....

- « Depuis la mise en exploitation des premières centrales dans les années 1980, des améliorations ont été apportées aux systèmes de collecte et de traitement des effluents, et une gestion optimisée a été mise en oeuvre tant en phase de fonctionnement qu'en phase d'arrêt pour maintenance ou renouvellement du combustible.
- Par ces actions conjuguées, les rejets d'activité de gaz rares **ont été réduits de plus d'un facteur 50** »

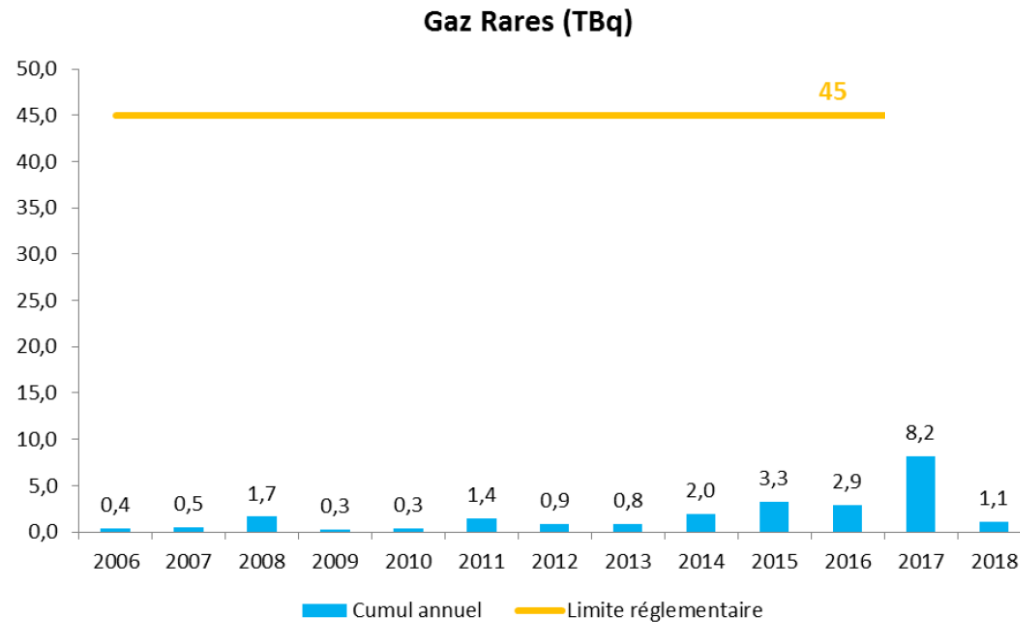
• [source : EDF, GOLFECH, 2019]



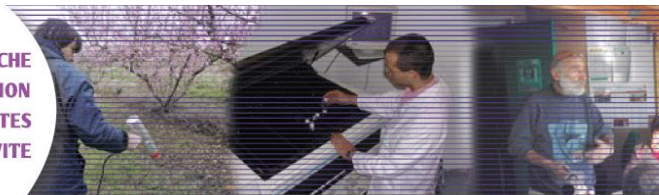
# Les gaz rares radioactifs

...mais qui augmentent en cas de ruptures de gaines

- A Golfech en 2017 le rejet annuel a été 27 fois plus élevé qu'en 2009 ou 2010



Suite aux Arrêts de Tranche pour rechargement en combustible conduits en 2017 sur la tranche 1 et 2018 sur la tranche 2, les rejets en gaz rares ont retrouvés des valeurs faibles grâce à un renouvellement des assemblages combustibles présumés en rupture de gaine.



# Les gaz rares radioactifs

...qui n'auraient selon EDF aucun effet biologique

→ **Les gaz rares** provenant de la fission du combustible nucléaire. Les principaux sont le xénon et le krypton. Ces gaz sont dits « **INERTES** » car ils ne réagissent pas entre eux ni avec d'autres gaz et n'interfèrent pas avec les tissus vivants (végétaux, animaux, corps humains). Ils ne sont donc pas absorbés et une exposition à des gaz rares radioactifs est similaire à une exposition externe homogène.

[source : EDF, GOLFECH, 2020, p31]





# Les gaz rares radioactifs

...le dispositif de surveillance officiel à Golfech n'a pas détecté le passage du panache lié au rejet incontrôlé du 19 octobre 2016: 136 milliards de becquerels selon EDF

## Annexe 2 / Un système de surveillance de l'environnement inadapté

EDF et l'ASN ont largement communiqué sur le fait qu'aucune augmentation de la radioactivité n'avait été détectée dans l'environnement : "La surveillance de la radioactivité réalisée en limite de site et autour de la centrale n'a mis en évidence aucune élévation de l'activité ambiante".

Oui mais, le dispositif de surveillance permettrait-il de détecter à coup sûr une élévation significative ? La réponse est non.

Une très forte contamination, comme par exemple celle enregistrée sur le territoire français fin avril-début mai 1986 - du fait des retombées de Tchernobyl - a bien été détectée par EDF (mais non communiquée au public). Mais le dispositif n'est pas conçu pour rendre compte de l'impact des rejets chroniques de la centrale, ni des rejets hors norme d'ampleur "moyenne".

Qu'un rejet estimé par EDF à 136 milliards de becquerels (en quelques minutes) n'ait pas été détecté dans l'environnement par le système de surveillance montre que celui-ci n'est pas performant, mais ceci n'est hélas pour la CRIIRAD pas une découverte, et cet incident permet de le rappeler aux riverains des centrales nucléaires.

Par exemple, EDF vérifie la radioactivité de l'air au moyen de 4 stations appelées "AS" et situées en gros à une distance de 1 km. Elles sont équipées de filtres à aérosols comptés chaque jour. Mais comme les gaz rares rejetés ne sont pas des "aérosols", ils ne sont pas correctement piégés par ces filtres. L'analyse des filtres par le laboratoire d'EDF ne révèle alors aucune radioactivité anormale même s'il y a présence de ces gaz rares radioactifs dans l'air ambiant et que les riverains respirent ces gaz radioactifs.

Quant aux sondes qui enregistrent le niveau de rayonnement gamma ambiant elles ne sont pas conçues pour mettre en évidence la présence dans l'air de substances radioactives comme le tritium et le carbone 14, ou de gaz rares qui émettent surtout des rayonnements bêta comme le krypton 85.

Outre le fait que la présence de certains éléments radioactifs dans l'air ambiant ne peut pas être mise en évidence par ces différents capteurs, se pose également la question de leur emplacement.

Etaient-ils situés dans l'axe du panache radioactif ? Quelle altitude a atteinte ce panache de gaz radioactifs probablement encore chauds (puisqu'ayant été rejetés sans mise en décroissance) et rejetés de surcroît avec un débit de 247 000 m<sup>3</sup>/h. Autant de questions qui méritent des réponses ?

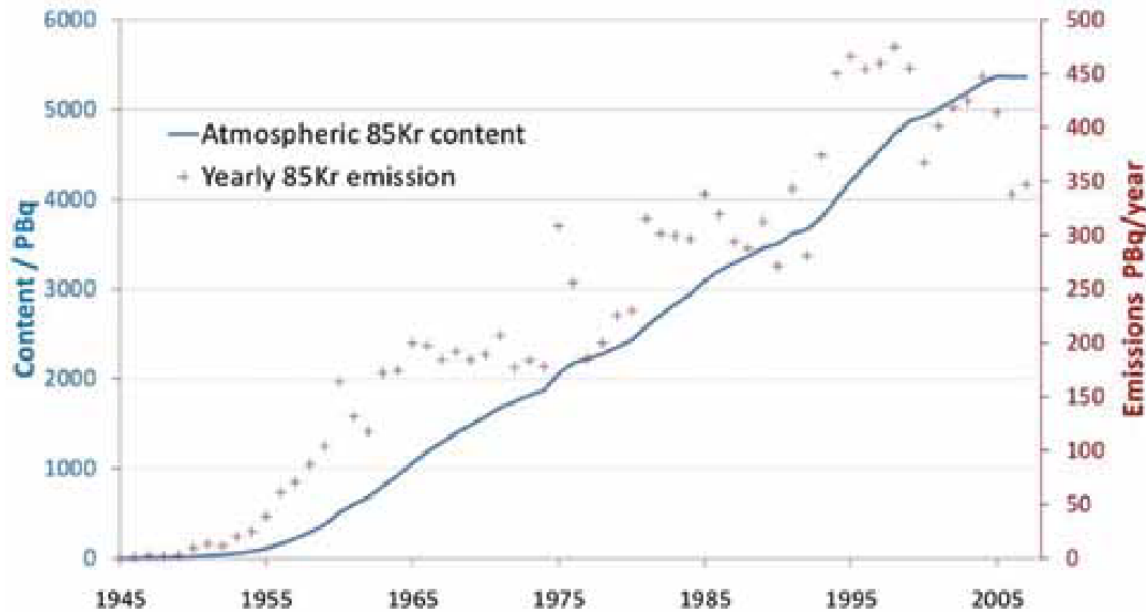
En savoir plus : <http://www.criirad.org/installations-nucl/golfech/CP-CRIIRAD-2016-12-01-Golfech-rejetsradioactifs.pdf>



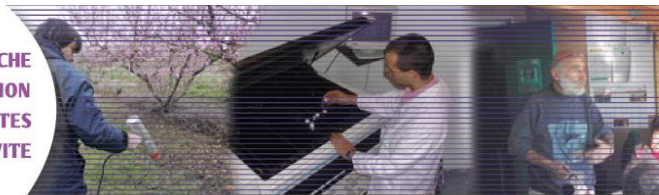


# Les gaz rares radioactifs

...augmentation de l'activité du krypton 85 dans l'atmosphère



En savoir plus : [http://www.criirad.org/Surete-nucleaire/Article Taishan 1 extrait TU 91 octobre 2021.pdf](http://www.criirad.org/Surete-nucleaire/Article_Taishan_1_extrait_TU_91_octobre_2021.pdf)



- **Partie 3 / Réflexions sur la sûreté nucléaire et la préparation en cas de catastrophe sur une centrale nucléaire**



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



CRIIRAD - 29 Cours Manuel de Falla  
26000 VALENCE - 04 75 41 82 50 - [www.criirad.org](http://www.criirad.org)

# • Inquiétude légitime sur la sûreté Nucléaire à GOLFECH

- La centrale de Golfech est placée en vigilance renforcée par l'ASN depuis 2020
- Avis ASN 2020 :
  - Le site de Golfech doit rapidement améliorer son organisation
  - La radioprotection des travailleurs est en deçà des niveaux attendus
  - Prise en compte insuffisante des règles élémentaires de radioprotection pour les intervenants





# • Inquiétude légitime sur la sûreté Nucléaire à GOLFECH

- Incident de niveau 2 du 8 octobre 2019 sur le réacteur N°2 de GOLFECH :
- Mise sous vide incontrôlée du circuit primaire lors de sa vidange
- Aurait pu conduire à l'incapacité de refroidir le combustible nucléaire. Forte augmentation du risque de fusion du cœur
- Causes : problèmes de planification, préparation et réalisation

## 3. ANALYSE DE L'IRSN

### 3.1. ANALYSE DES CONSEQUENCES POTENTIELLES

Le fonctionnement du RRA avec une mise sous vide du circuit primaire peut conduire à des vibrations importantes entraînant la fissuration et la rupture par **fatigue vibratoire** de certains **piquages** du circuit RRA. Les procédures de conduite normale peuvent autoriser la mise sous vide volontaire du CPP. Néanmoins, lors de ces mises sous vide volontaires, le débit dans le circuit RRA est réduit, le niveau de vibration du circuit RRA et le bon fonctionnement des capteurs de niveau sont contrôlés. La mise sous vide lors de l'ESS de Golfech étant involontaire, aucune des parades ci-dessus n'a été appliquée. L'IRSN considère donc qu'une brèche sur le circuit RRA à la suite d'un phénomène vibratoire était envisageable. Cette brèche sur une ligne RRA conduirait alors rapidement à la défaillance des pompes RRA, augmentant ainsi le risque de fusion du cœur. À ce titre, l'IRSN souligne que l'événement est **précurseur**.

### 3.3.2. Minimisation du caractère sensible du transitoire de vidange du circuit primaire

Le 8 octobre 2019, la vidange d'un générateur de vapeur a été réalisée en parallèle de la vidange du CPP. La réalisation simultanée de ces deux activités, tracées dans le planning de l'arrêt de tranche, n'est pourtant pas autorisée. La vidange d'un GV pendant ce TS a complexifié l'analyse menée par l'équipe de conduite visant à comprendre l'origine des écarts entre altimétrie et volumes d'eau vidangés, retardant la détection de la mise sous vide du CPP.

De surcroît, l'IRSN souligne que les équipes de conduite n'ont pas remis en cause lors du pré-job briefing<sup>8</sup> (PJB) la planification inappropriée et la réalisation de la vidange d'un GV en parallèle de celle du circuit primaire.

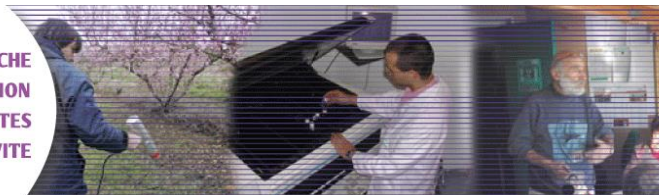
Par ailleurs, un exercice d'évacuation du bâtiment réacteur (BR) a eu lieu le 8 octobre 2019 en fin d'après-midi. Cet élément supplémentaire a contribué à perturber la gestion des difficultés de vidange rencontrées par l'équipe de conduite d'après-midi. Un PJB réunissant l'intervenant en charge de l'exercice et un opérateur en

### 3.2. ÉVOLUTION DE LA PRATIQUE DE VIDANGE

Après l'évolution en 2006 de la pratique de vidange du circuit primaire en début d'arrêt, la persistance d'événements générés lors de ce transitoire d'exploitation montre les difficultés rencontrées par EDF pour redéfinir l'ensemble des dispositions de maîtrise des risques nécessaires pour fiabiliser cette nouvelle pratique de vidange.

Ces difficultés de maîtrise de l'activité par les exploitants s'expliquent notamment, selon l'IRSN, par une insuffisance de l'analyse de risques préalable à la mise en œuvre de ce transitoire sensible complexe, et par une insuffisance de la robustesse des dispositions de maîtrise des risques présentées dans les documents opératoires associés (Règle de Conduite Normale (RCN), CGE AR2 et DT 247), relatives à la préparation et à la réalisation de l'activité de vidange. Ces insuffisances sont développées ci-après.

Source : [https://www.irsn.fr/FR/Actualites\\_presse/Actualites/Pages/20210728\\_Avis-Commente-Vidange-Circuit-Primaire-Golfech.aspx#.YZyEBbrjL4G](https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20210728_Avis-Commente-Vidange-Circuit-Primaire-Golfech.aspx#.YZyEBbrjL4G)



# • Les autorités nous préparent à la catastrophe nucléaire ?

## LES NIVEAUX D'INTERVENTION

Situation normale **1mSv/an**

Détriment **5 morts pour 100.000 personnes/an**

Phase d'Urgence

**100mSv**

Détriment

**500 morts pour  
100.000 personnes**

Phase Post-Accidentelle

**20mSv/an**

Détriment

**100 morts pour  
100.000 personnes/an**

Selon les zones (PPI ou hors PPI) :

- mise à l'abri
- évacuation
- prise de comprimés d'iode



- NB : facteurs de risque de la CIPR 60 (1990)
- <https://www.criirad.org/euratom/euratom2013-59-niveaux-exposition.html>



# • Les autorités nous préparent à la catastrophe nucléaire ?

Niveaux Maximaux Admissibles (NMA) de contamination radioactive (exprimés en Bq/kg)	Denrées destinées à l'alimentation humaine				
	Aliments pour nourrissons	Produits laitiers	Liquides destinés à la consommation	Autres denrées alimentaires à l'exception de celles de moindre importance	Aliments de moindre importance
Isotopes de strontium notamment Sr-90	75	125	125	750	7 500
Isotopes d'iode notamment I-131	150	500	500	2 000	20 000
Isotopes de plutonium et d'éléments transplutoniens à émission alpha notamment Pu-239 et Am-241	1	20	20	80	800
Tout autre nucléide à période radioactive supérieure à 10 jours, notamment Cs-134 et Cs-137	400	1 000	1 000	1 250	12 500
<i>Activités massiques totales :</i>	<b>626</b>	<b>1 645</b>	<b>1 645</b>	<b>4 080</b>	<b>40 800</b>

<https://www.criirad.org/aliments-nma-accidentnucleaire/sommaire.html>





- Réalisation de contrôles indépendants
- Le projet CIVIRAD porté par la CRIIRAD
  - [https://www.criirad.org/association/reseau\\_CiviRAD.html](https://www.criirad.org/association/reseau_CiviRAD.html)
- Le réseau RCSRGB :
  - <https://www.rcsrgb.fr/>



- **Intérêt des mesures de débit de dose effectuées avec un compteur Geiger**

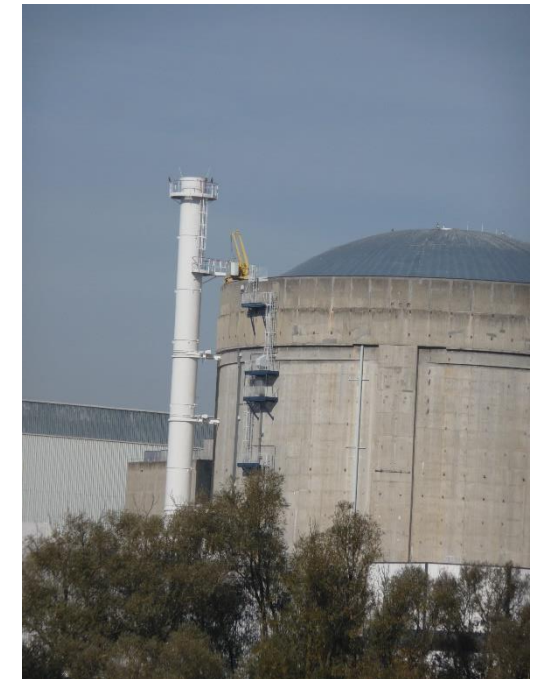
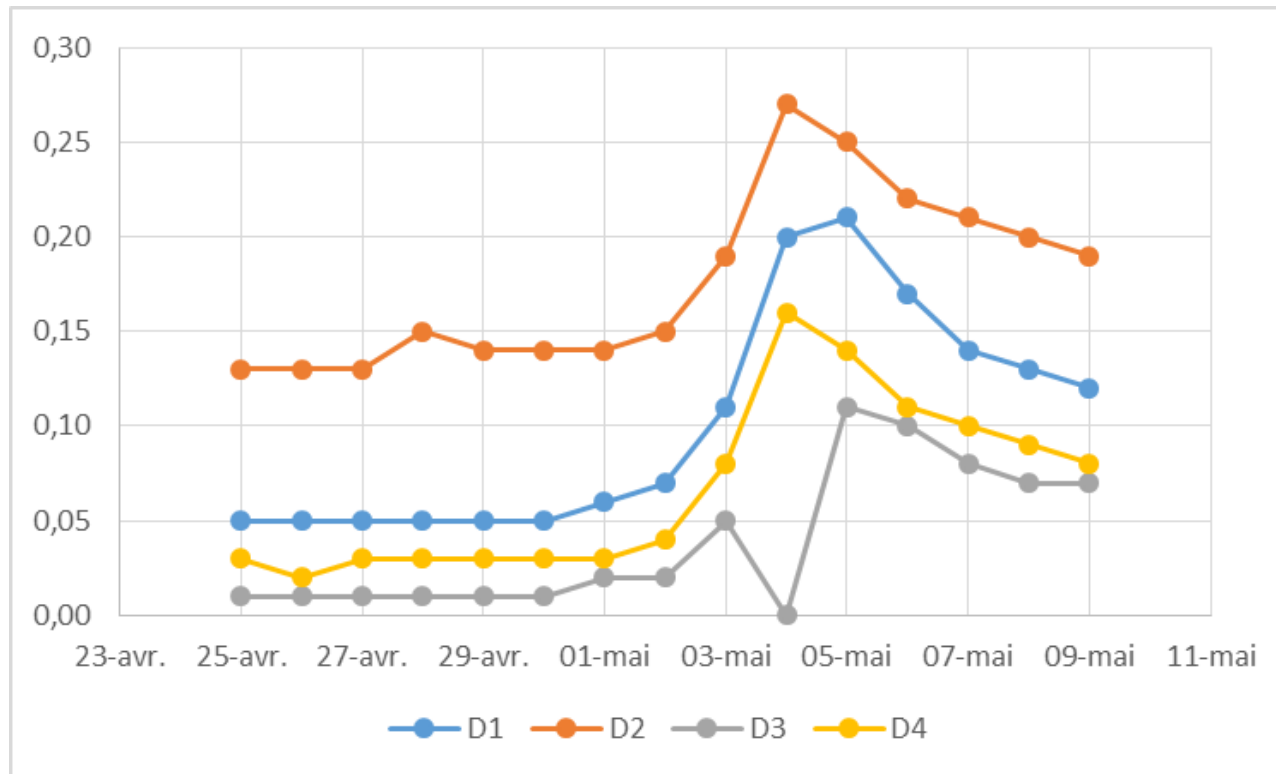
**L'augmentation du débit de dose gamma durant la phase des retombées en cas de catastrophe nucléaire**



# 1 Exemple des retombées de Tchernobyl en France / Mesures EDF Bugey

## Débit de dose gamma / Valeur journalière moyenne ( $\mu\text{Gy/h}$ )

- Source : Telex EDF à SCPRI / Compilation B Chareyron / Sonde D3 12-13 mai passage Wagon combustible



- valeurs multipliées par 2 à 4 (pluie 3 mai) / Effet du panache puis du dépôt au sol



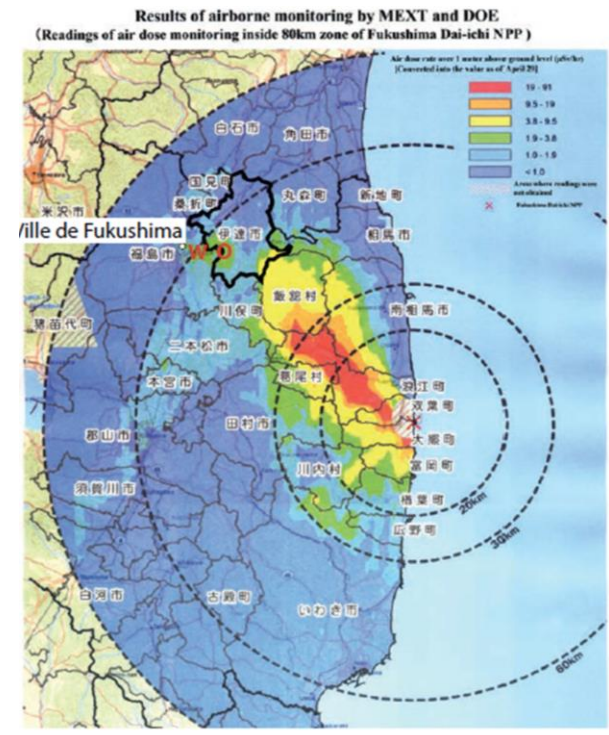
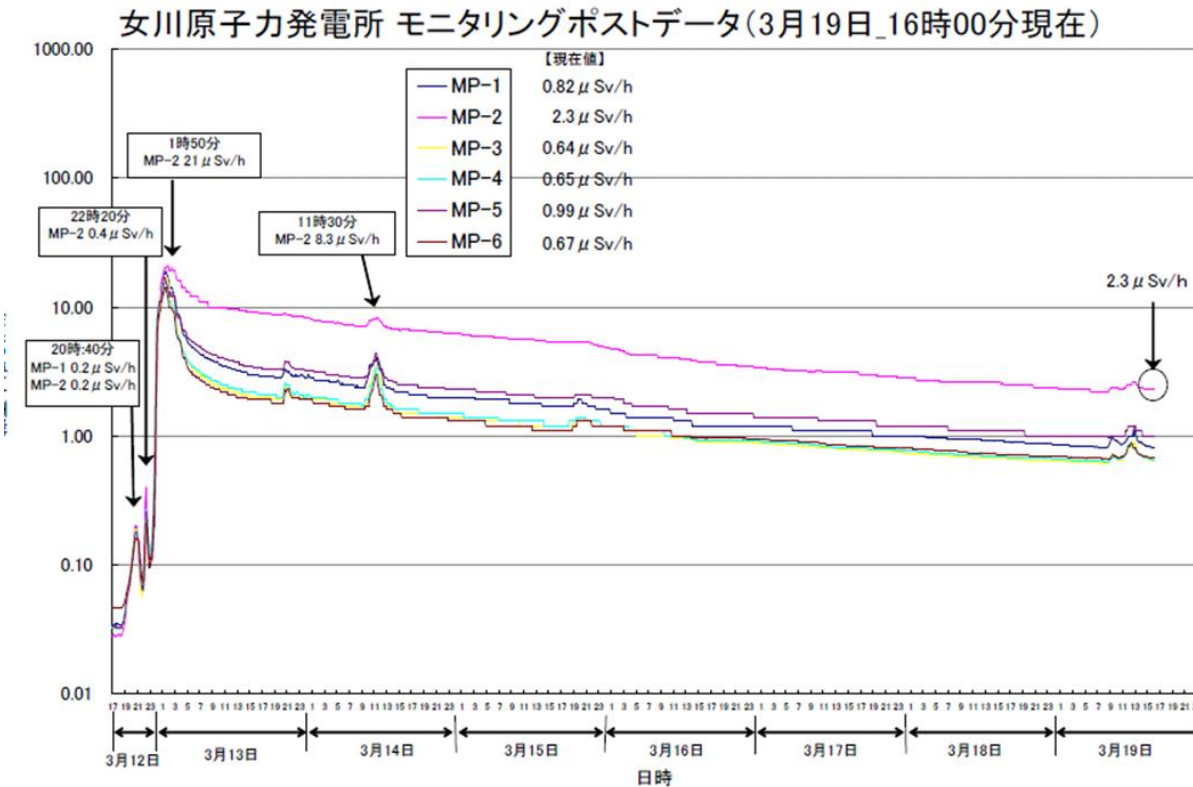


## 2 Exemple des retombées de Fukushima

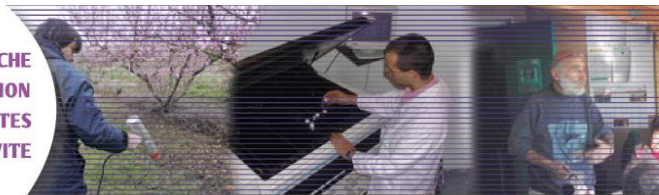
### Mesures de la centrale d'Onagawa à 100 km au nord de la centrale de Fukushima Daiichi



添付資料



- Le débit de dose gamma a été multiplié par plus de 400, le 13 mars 2011 (21  $\mu\text{Sv/h}$  au lieu de  $< 0,05 \mu\text{Sv/h}$ )



Ajout du 24 Nov 2021

# Fiches pédagogiques CRIIRAD

## Accident nucléaire : Comprendre les retombées radioactives

[http://www.criirad.org/fiche\\_pedagogique/fiches\\_pedagogiques.html](http://www.criirad.org/fiche_pedagogique/fiches_pedagogiques.html)

### Lire la plaquette CRIIRAD « Accident nucléaire : Comprendre pour essayer de limiter les risques ».

#### **1. Généralités**

- [G1. Qu'est-ce que la radioactivité ?](#) (2 pages)
- [G2. Trois unités pour la radioactivité et ses effets](#) (4 pages)
- [G3. Les voies d'exposition à la radioactivité](#) (2 pages)

#### **2. Contamination de l'air**

- [A1. Rejets radioactifs dans l'air en cas d'accident nucléaire](#) (4 pages)
- [A2. Contamination de l'air : où trouver les informations utiles ?](#) (7 pages)
- [A3. Evaluer les doses liées à l'inhalation de gaz et aérosols radioactifs](#) (5 pages)
- [A4. Intérêt et limites de la prophylaxie par l'iode stable](#) (1 page)
- [A4.a. Prophylaxie par l'iode : iodes radioactifs, thyroïde et cancer](#) (4 pages)
- [A4.b. Prophylaxie par l'iode : efficacité et modalités de mise en oeuvre](#) (4 pages)
- [A4.c. Prophylaxie par l'iode : limites, problèmes et incertitudes](#) (4 pages)

#### **3.**

#### **3. Contamination des sols**

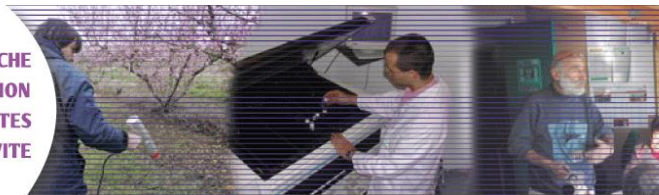
- [S1. Les mécanismes de transfert de la contamination au sol](#) (4 pages)
- [S2. Comment passer des Bq/m<sup>2</sup> au débit de dose ambiant ?](#) (5 pages)
- [S3. Identifier les secteurs à risque sur un terrain](#) (4 pages)
- [S4. Cartographier le niveau de radioactivité](#) (4 pages)
- [S5. Comment vont évoluer les niveaux de contamination ?](#) (6 pages)
- [S6. Evaluer les doses liées à l'irradiation externe](#) (4 pages)

#### **4. Contamination des aliments**

- [AL1. Le transfert de la contamination aux denrées alimentaires](#) (6 pages)
- [AL2. Evaluer les doses liées à la consommation de denrées contaminées](#) (3 pages)
- [AL3. Quelles normes en cas d'accident nucléaire ?](#) (4 pages)
- [AL4. Peut-on mesurer les aliments avec un radiamètre grand public ?](#) (3 pages)



Association  
**COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE**



CRIIRAD - 29 Cours Manuel de Falla  
26000 VALENCE - 04 75 41 82 50 - [www.criirad.org](http://www.criirad.org)

# Merci de votre attention !

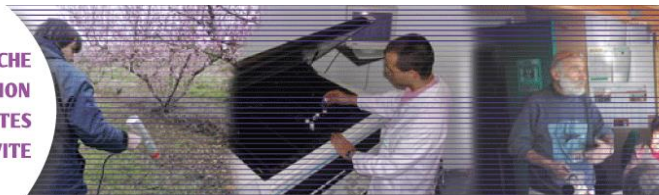
[www.criirad.org](http://www.criirad.org)

**CRIIRAD**  
**29, cours Manuel de Falla**  
**26000 Valence**

Contact : [bruno.chareyron@criirad.org](mailto:bruno.chareyron@criirad.org)



COMMISSION DE RECHERCHE  
ET D'INFORMATION  
INDEPENDANTES  
SUR LA RADIOACTIVITE



CRIIRAD - 29 Cours Manuel de Falla  
26000 VALENCE - 04 75 41 82 50 - [www.criirad.org](http://www.criirad.org)