



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



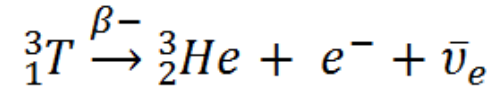
LES NIVEAUX DE TRITIUM DANS L'ENVIRONNEMENT

Séminaire sur l'actualisation des connaissances
sur les effets biologiques du tritium

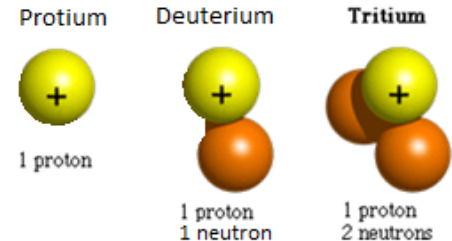
8 juillet 2021

Le tritium

[SEUL ISOTOPE RADIOACTIF DE L'HYDROGÈNE

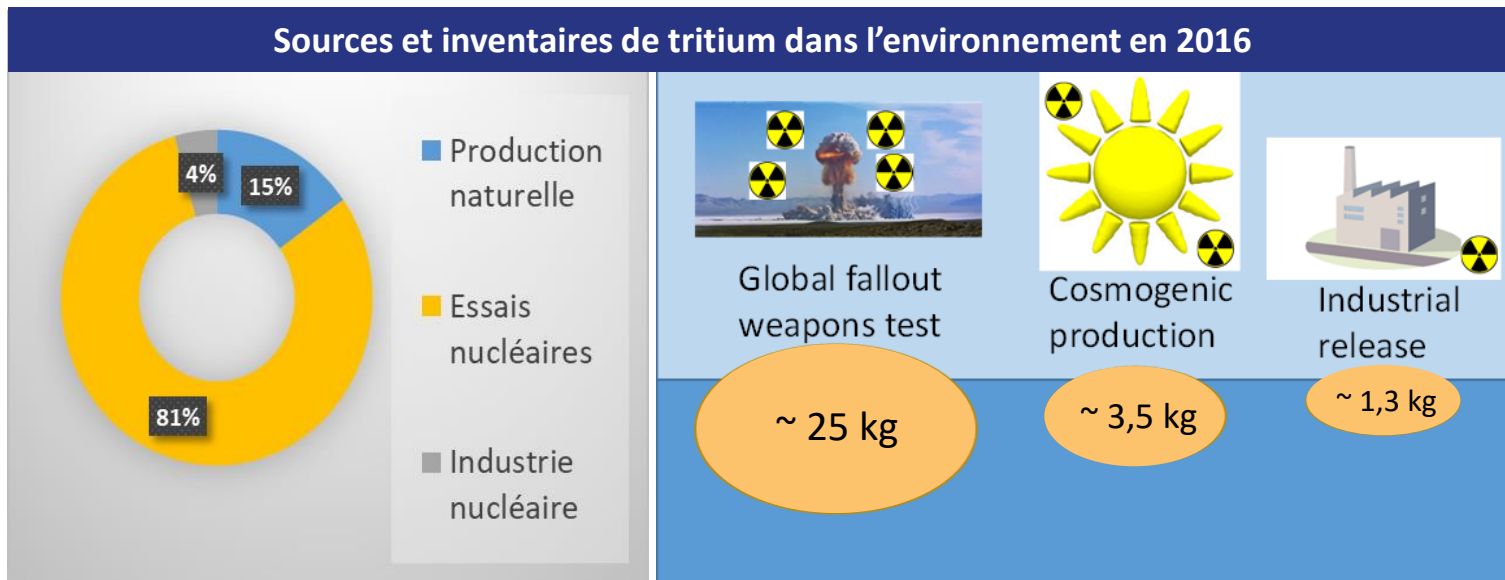


- Le tritium (T) est le seul isotope radioactif de l'hydrogène :
 - un émetteur de rayonnement bêta (β^-) de faible énergie (5,7 kev en moyenne) et d'un antineutrino (12,89 kev),
 - il se transforme en hélium 3 (3He)
 - sa période radioactive (demi-vie) est de 12,32 ans
- L'hydrogène est le plus petit des atomes et l'élément le plus abondant de l'univers, 90% en nombre d'atomes



Le tritium

[ORIGINES DU TRITIUM



+ Tritium technogénique (quantité beaucoup plus faible mais marquage de l'environnement)

→ Molécules de synthèse et nanoparticules tritiées

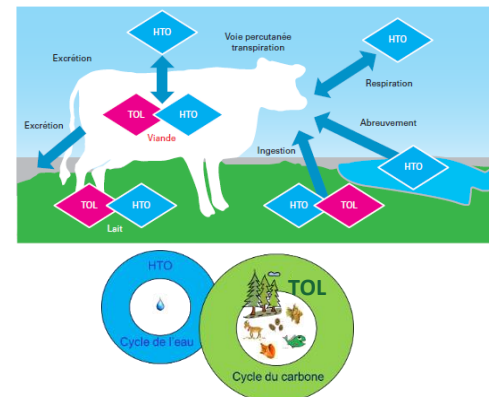
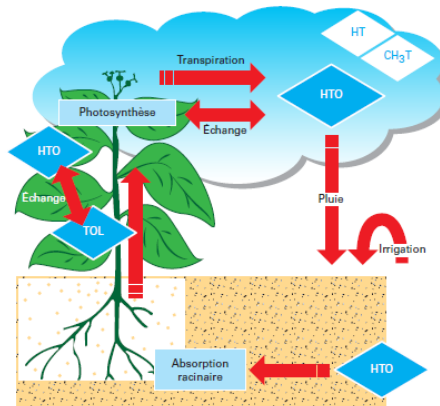
Ex : Industries pharmaceutiques , Ateliers d'horlogerie , usines de fabrication de composés luminescents

Le tritium

LES FORMES CHIMIQUES DU TRITIUM

Le tritium « libre » (HTO) & le tritium organiquement lié (TOL)

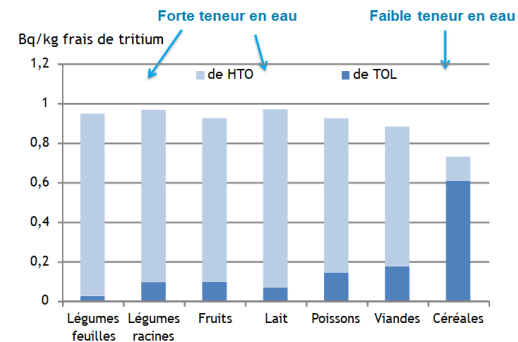
- Le tritium intègre le **cycle de l'eau (HTO)**
- Il intègre également le **cycle du carbone (TOL)** via les processus métaboliques (photosynthèse, respiration, croissance végétale)
- La rémanence du tritium au sein de la matière organique (MO) vivante et détritrique dépend des taux de recyclage ou de dégradation de la MO



ACTIVITÉ DU TRITIUM DANS DENRÉES : RELATION BQ/L ET BQ/KG FRAIS

Teneur en tritium total = teneur en HTO + teneur en TOL

- les activités massiques de tritium total exprimées en Bq/kg frais sont assez proches de celles exprimées en Bq/L d'eau de combustion ou de distillation



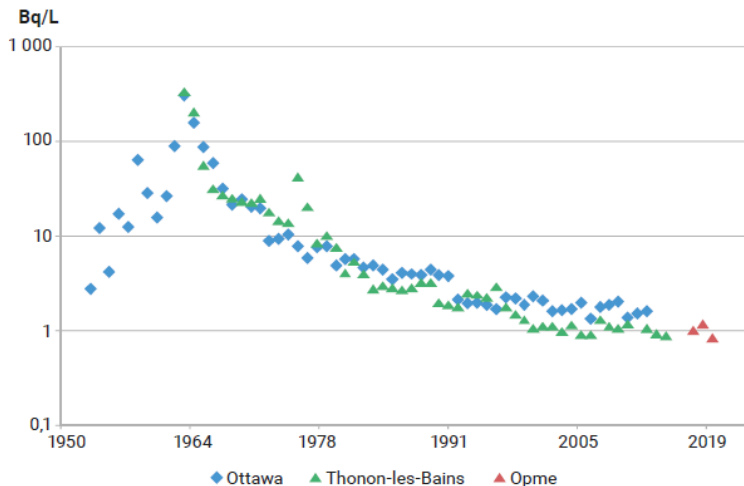
Pour 1 Bq/L d'eau de séchage ou d'eau de combustion

Les niveaux de tritium dans le compartiment atmosphérique

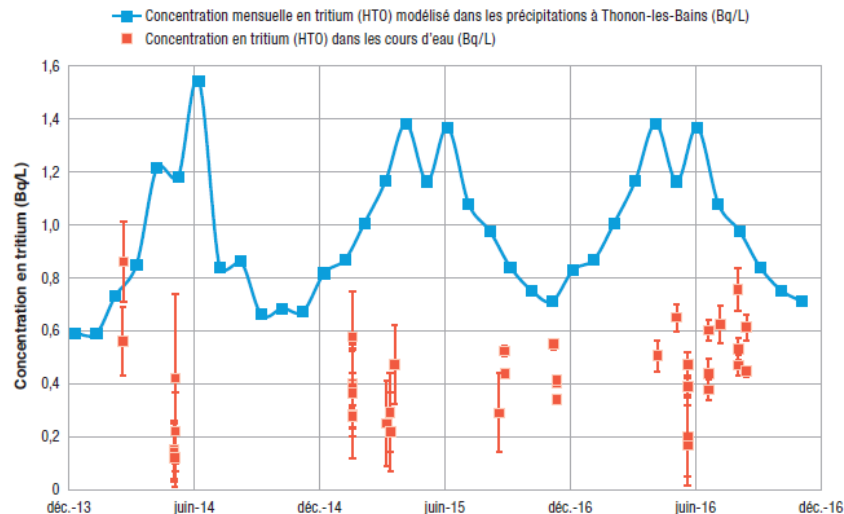
[À DISTANCE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2017, 2021)

Eaux de pluies :

- En 1963, Activité ^3H (HTO) ~ 600 Bq/L (maximum des retombées des essais nucléaires atmosphériques)
- Activités ^3H actuelles dans eaux de pluie (~ 1 Bq/L) proches des niveaux avant les essais atmosphériques



Evolution de l'activité volumique de moyenne de l'eau de pluie (Bq/L) mesurée à Ottawa et Thonon-les-Bains et Opme de 1953 à 2019



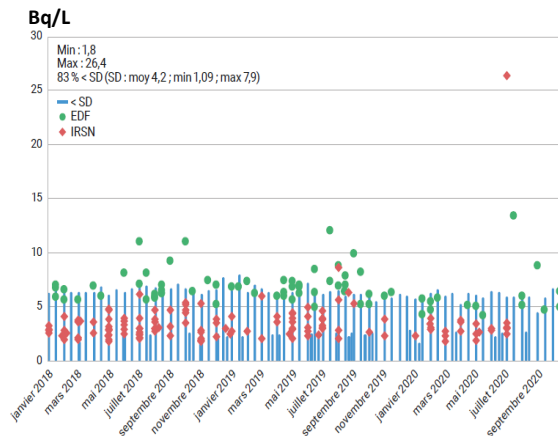
Evolution temporelle des teneurs en HTO dans les eaux de pluie et dans les cours d'eau hors influence des installations nucléaires

Les niveaux de tritium dans le compartiment atmosphérique

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

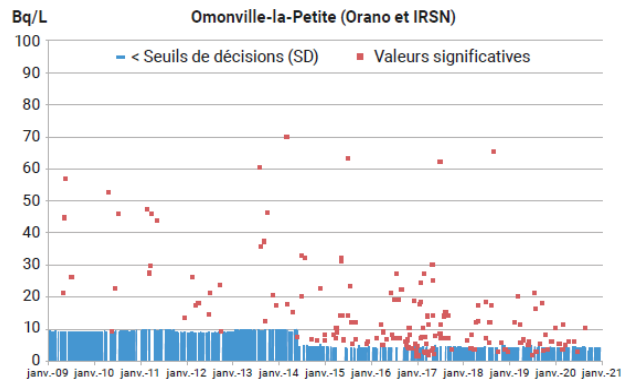
Dans les eaux de pluies :

A proximité des **CNPE**,
Activité moyenne HTO
(eau de pluie) = 4 Bq/L
(2018-2020)



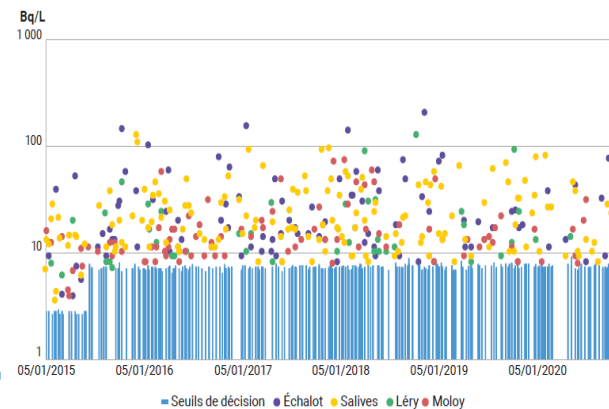
Activité volumique en tritium (HTO) dans les eaux de pluie à proximité des CNPE continentaux

A proximité **Orano La Hague**,
Activité moyenne HTO
(eau de pluie) = 6,5 Bq/L
(2018-2020)



Activité volumique en tritium (HTO) dans les eaux de pluie à proximité La Hague

A proximité du site **CEA-Valduc**
Activité moyenne HTO
(eau de pluie) = 24,5 Bq/L
(2015-2017)



Activité volumique en tritium (HTO) dans les eaux de pluie à proximité du site de Valduc

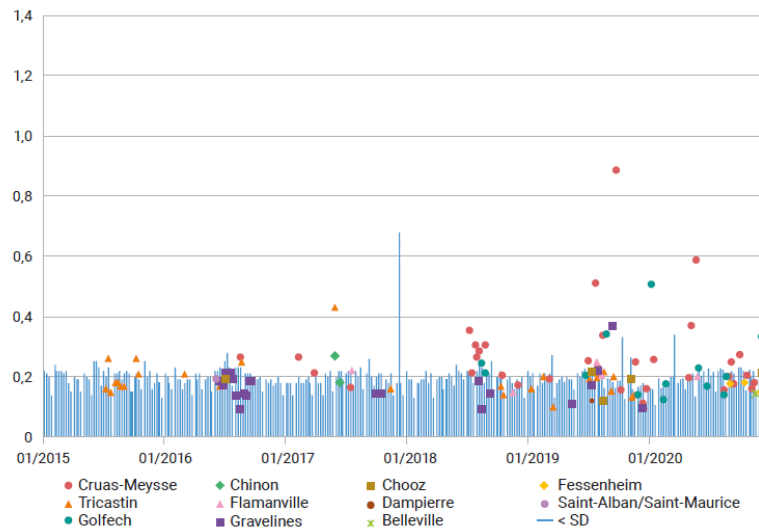
Les niveaux de tritium dans le compartiment atmosphérique

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

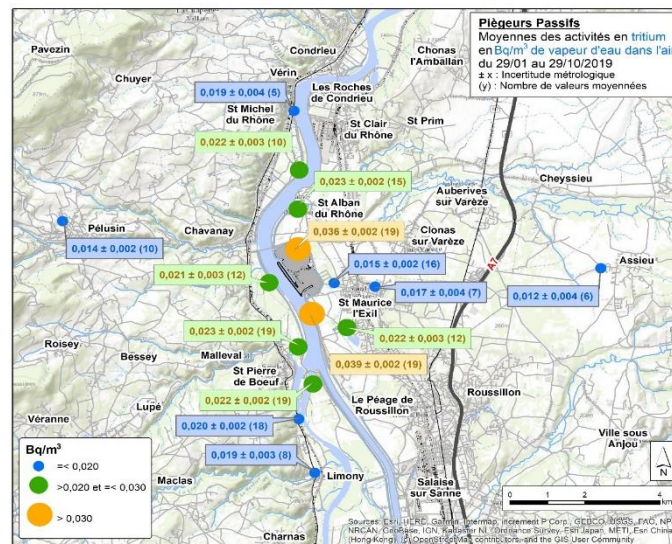
Dans l'air, à proximité des CNPE :

- Entre 2018 et 2020, 99% des analyses du tritium dans la vapeur d'eau ont une activité 3H (HTO) < 0,25 Bq/m³
- Etudes IRSN → à proximité de Cruas [0,03 - 0,1 Bq/m³] → à proximité St Alban [0,01 - 0,04 Bq/m³]

Activité de tritium (HTO) dans l'air en Bq/m³



Activité volumique en tritium dans air à proximité des CNPE depuis 2015



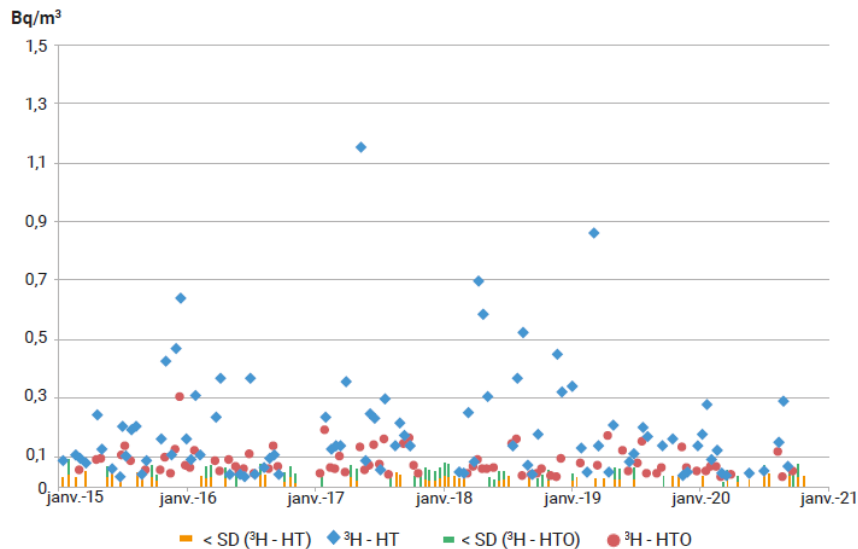
Moyennes des activités de tritium dans vapeur d'eau de l'air à proximité du CNPE de St-Alban

Les niveaux de tritium dans le compartiment atmosphérique

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

Dans l'air, à proximité du site Orano La Hague :

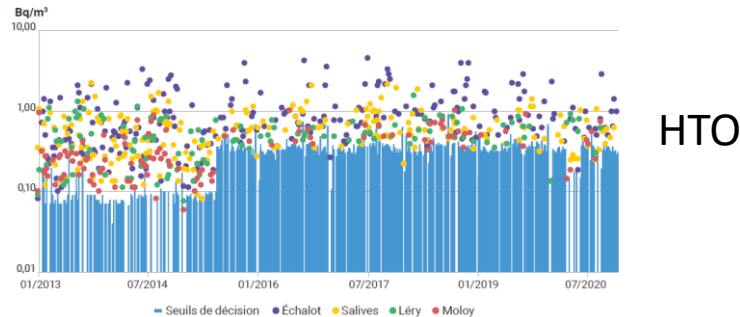
- à Omonville-la-Petite, entre 2018 et 2020, Activités moy. HT = 0,2 Bq/m³ et HTO = 0,07 Bq/m³



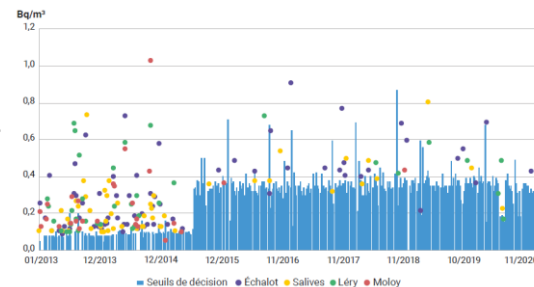
Activités volumiques en tritium (HT et HTO) dans l'atmosphère mesurées à la station IRSN d'Omonville-la-Petite

Dans l'air, à proximité du site CEA - Valduc :

- HTO prédominant sur HT
- à l'Echalot, [2018-2020] Activités moy. HTO = 0,7 Bq/m³



Activités du tritium dans l'air à proximité du site CEA-Valduc (mesures hebdomadaires)



HTO

HT

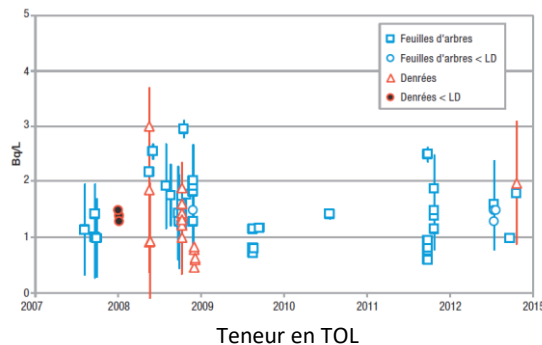
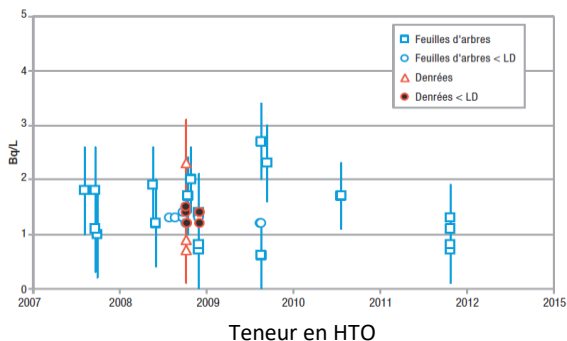
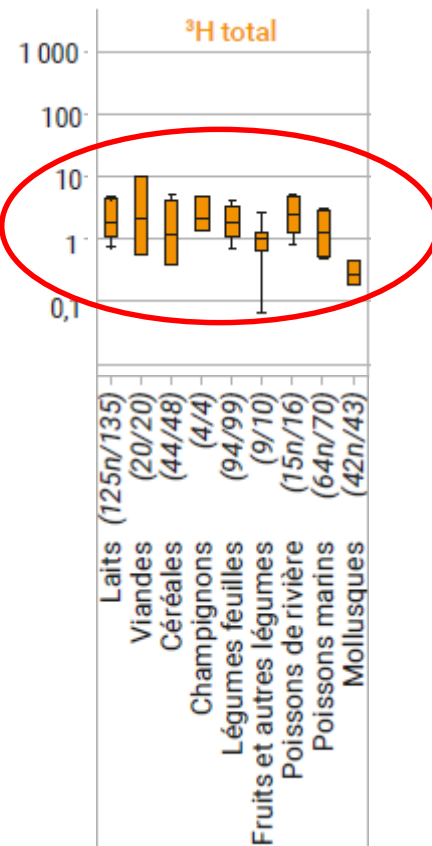
Les niveaux de tritium dans le compartiment terrestre

[**DANS LES DENRÉES PRODUITES EN FRANCE (HORS INFLUENCE)** (IRSN, 2021)

■ **Les activités en ^3H total (HTO + TOL) dans le milieu terrestre sont très proches, quel que soit le type de denrées, de celles de l'air.**

Elles résultent toujours pour l'essentiel de la rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques

Bq/kg frais



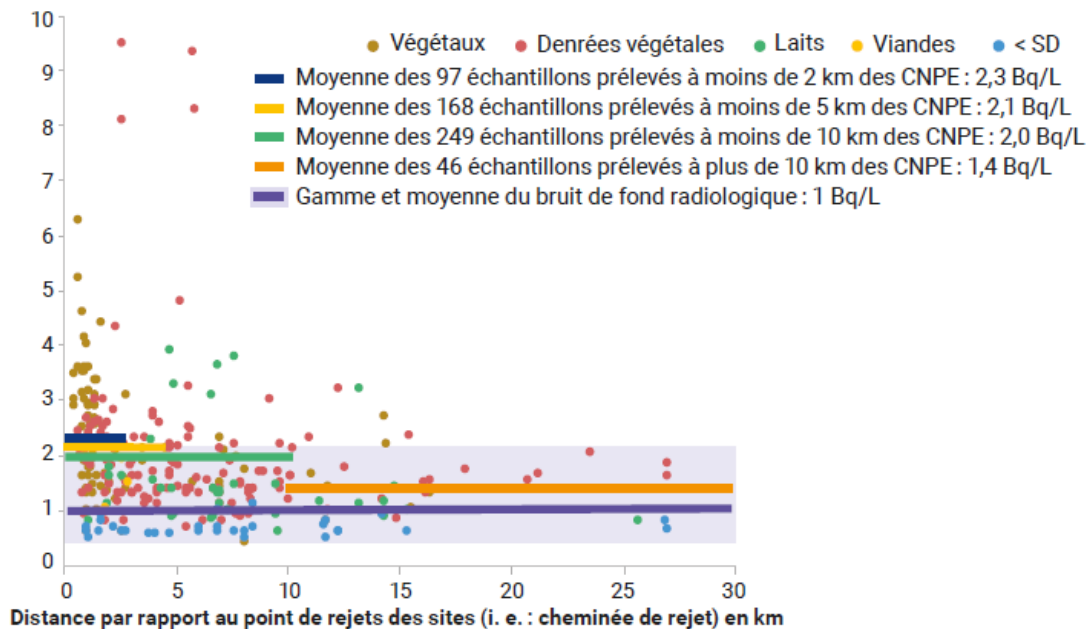
Les niveaux de tritium dans le compartiment terrestre

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

■ Dans les végétaux, les denrées végétales, le lait et les viandes, à proximité des CNPE :

Evolution des activités en TOL dans les matrices terrestres en fonction de la distance aux émissaires de rejets atmosphériques des CNPE

2017-2020 : 295 résultats de mesure (Bq/L)



Les niveaux de tritium dans le compartiment terrestre

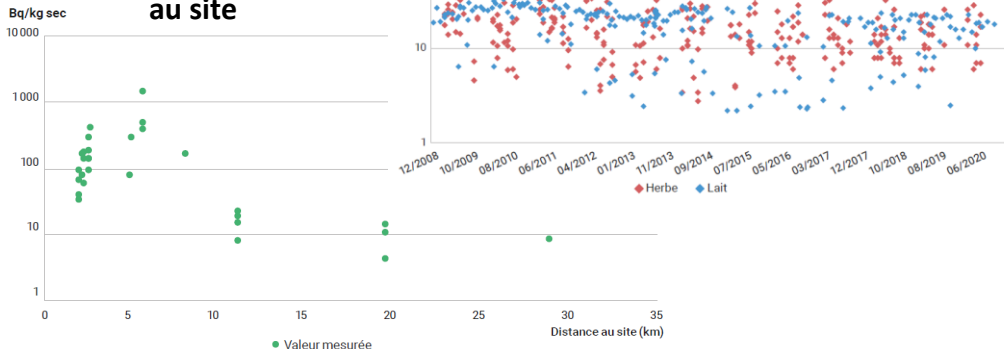
[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

ORANO LA HAGUE :

CEA – VALDUC :

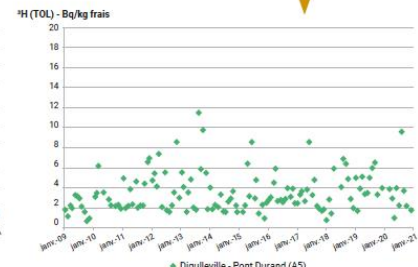
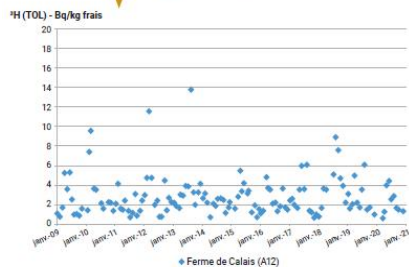
Tritium libre dans lait et herbe
à proximité du site

TOL dans feuilles d'arbres
en fonction de la distance
au site



Activité massique moyenne (2015-2017) du tritium lié dans l'herbe (en Bq/kg frais)

● Valeur tritium libre
● Herbe (10 points de prélèvement)



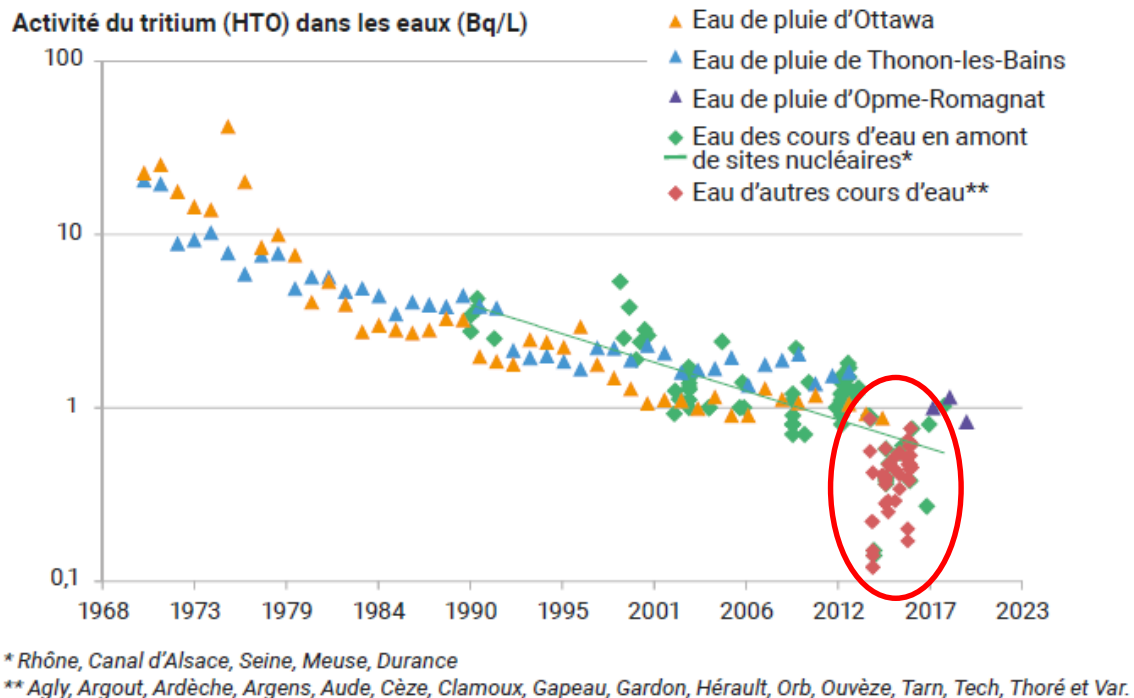
TOL dans les herbages à proximité du site

Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

[À DISTANCE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (BDF) (IRSN, 2021)

■ Dans les cours d'eaux :

Activité ^3H (HTO) = $0,7 \pm 0,2$ Bq/L
en moyenne (2015)

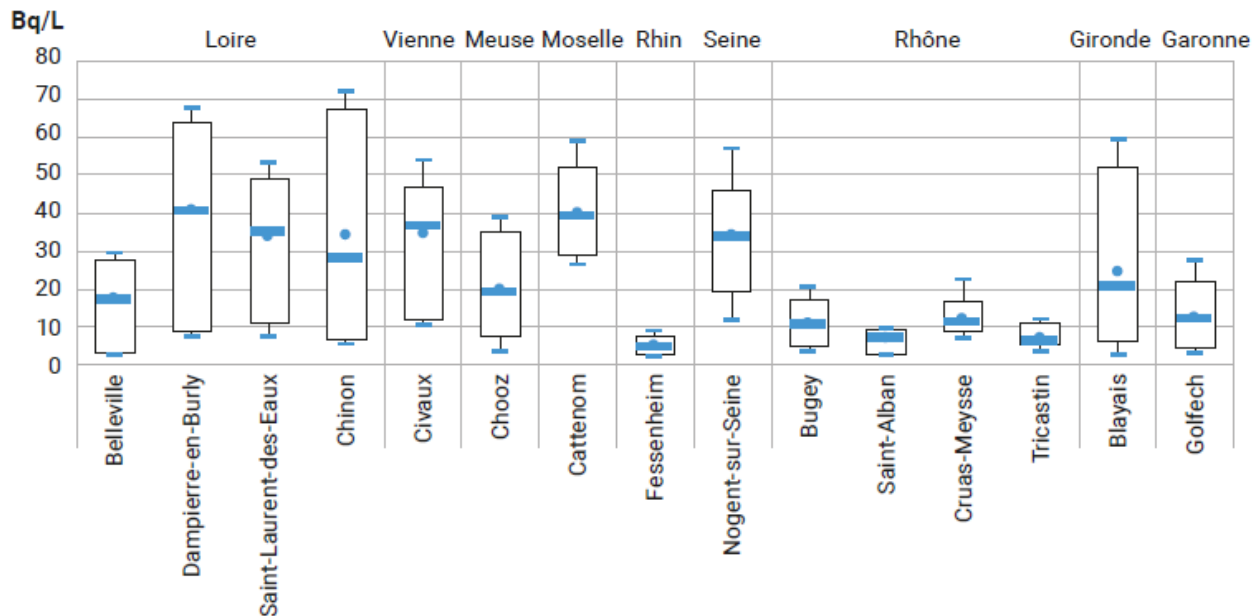


Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

■ Dans les cours d’eaux :

Fluctuation des moyennes mensuelles des activités en tritium (HTO) mesurées dans les cours d’eaux en aval de CNPE en 2019



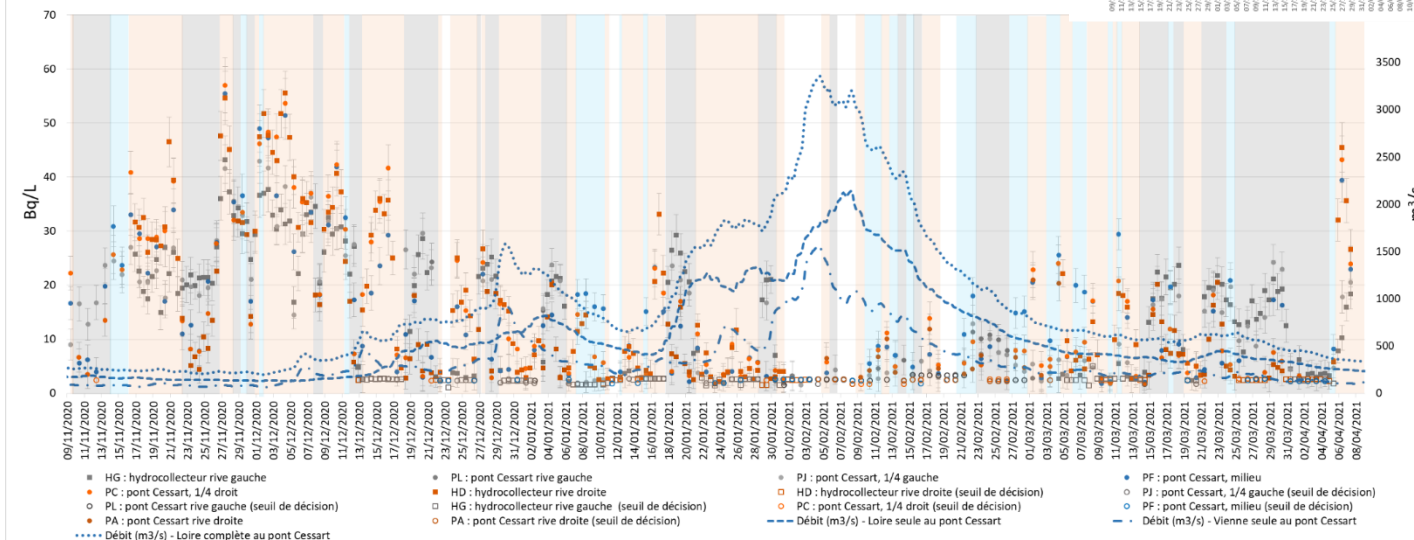
Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

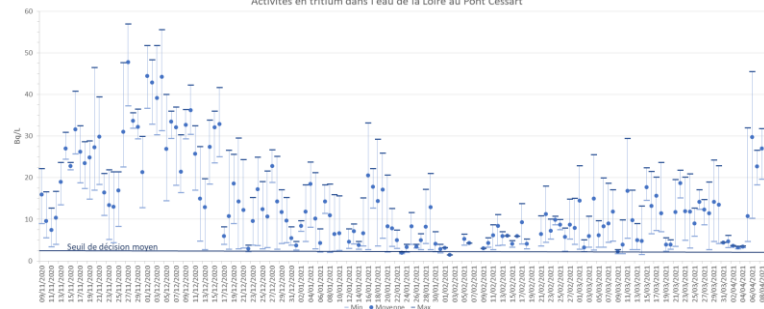
Etude tritium (HTO) dans la Loire à Saumur (2020-2021)
(aval 5 CNPE : BEL, DAM, SLT, CHI, CIV)

Etude du tritium de la Loire « Pont Cessart à Saumur » (irsn.fr)

Activité en tritium dans l'eau de la Loire au pont Cessart à Saumur



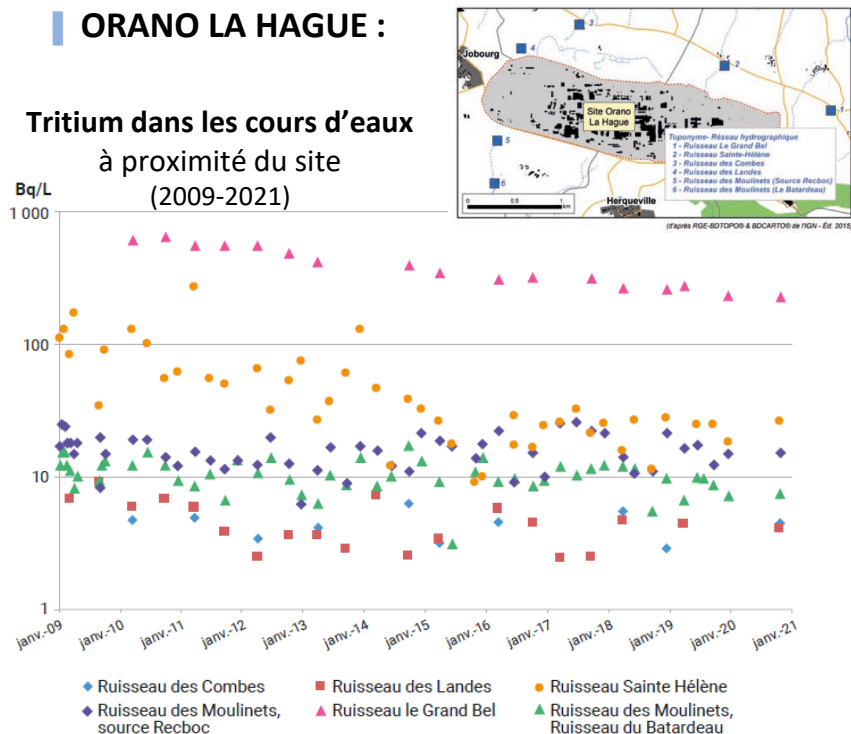
Activités en tritium dans l'eau de la Loire au Pont Cessart



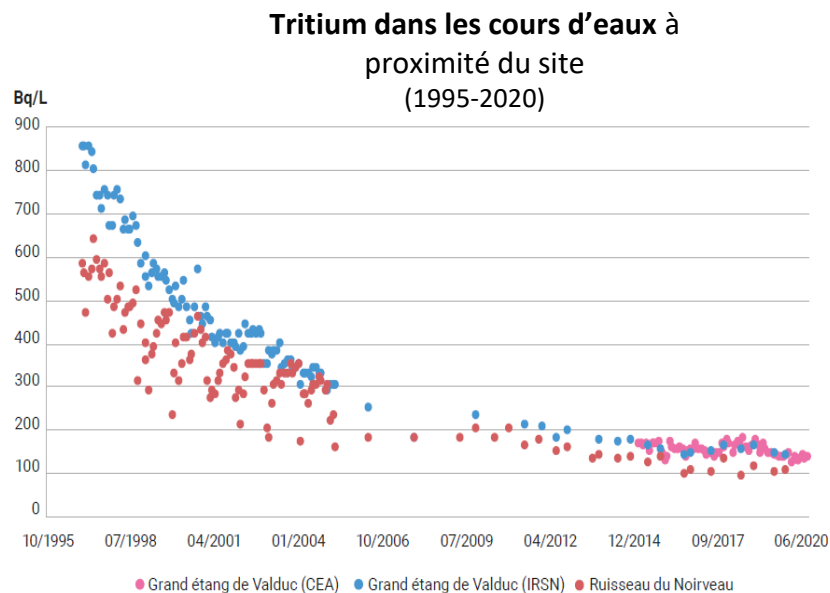
Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

ORANO LA HAGUE :



CEA – VALDUC :

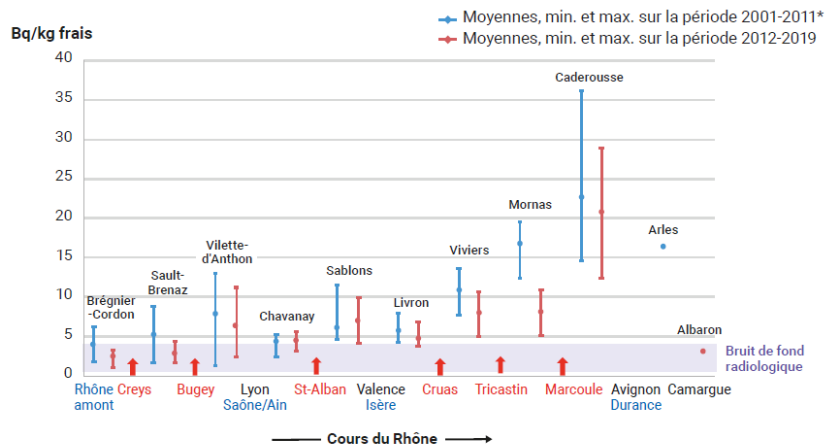


Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

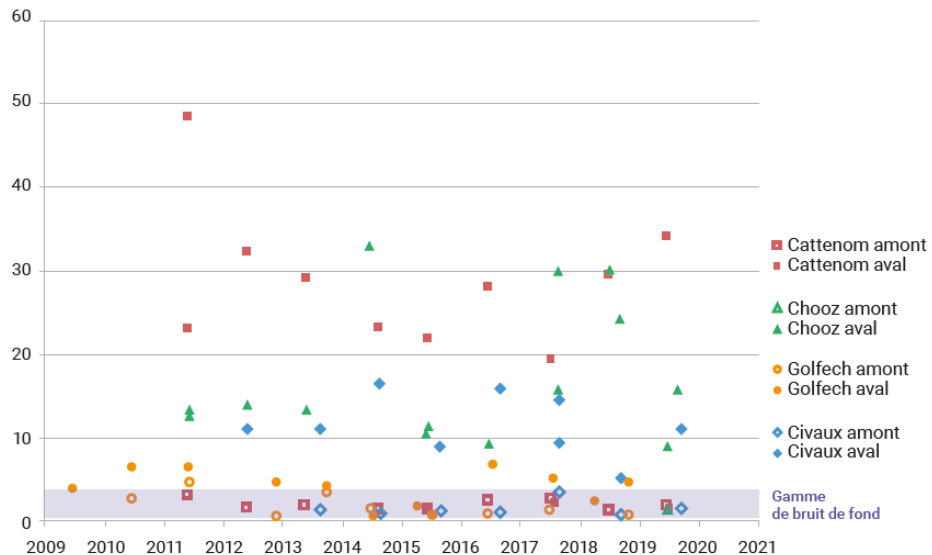
Activité en tritium total dans les poissons, à proximité des CNPE

Profil d'évolution de l'activité en tritium des poissons (Bq/kg frais) tout au long du Rhône



* Avant 2009, les données ne portent que sur certaines années (bilans décennaux et études spécifiques).

Bq/kg frais

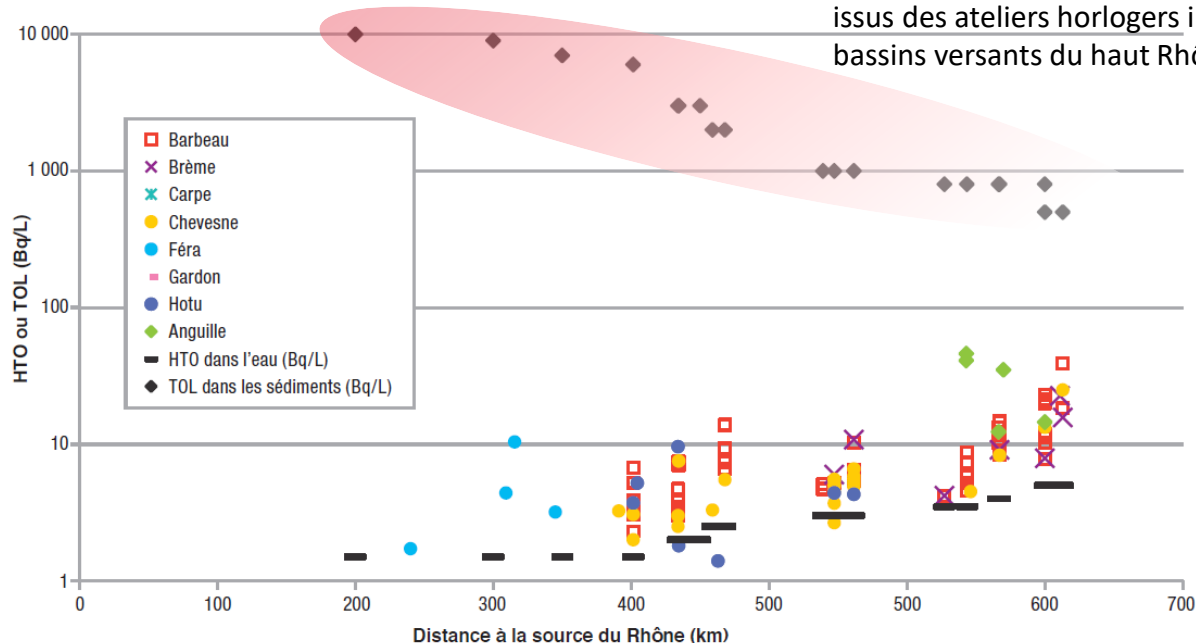


Activité en tritium des poissons (Bq/kg frais) pêchés en amont et en aval des CNPE de Cattenom, Chooz, Civaux et Golfech

Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2017)

Activité en tritium dans le Rhône



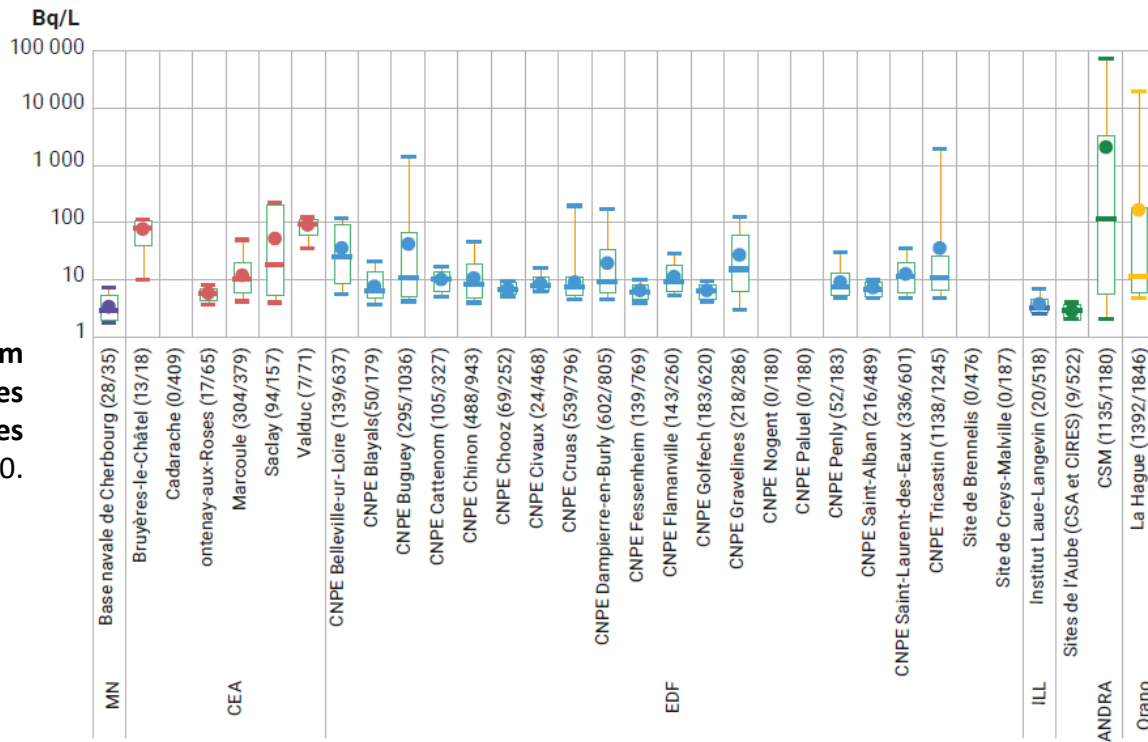
Teneur en tritium HTO dans l'eau (HOT en Bq/L), les sédiments et les poisson (TOL en Bq/L) le long du linéaire du Rhône

Les niveaux de tritium dans le compartiment aquatique continental

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

Dans les eaux de nappes prélevées sur les sites nucléaires (2018-2020)

Gamme d'activité du tritium dans les eaux de nappes prélevées sur les sites nucléaires entre 2018 et 2020.



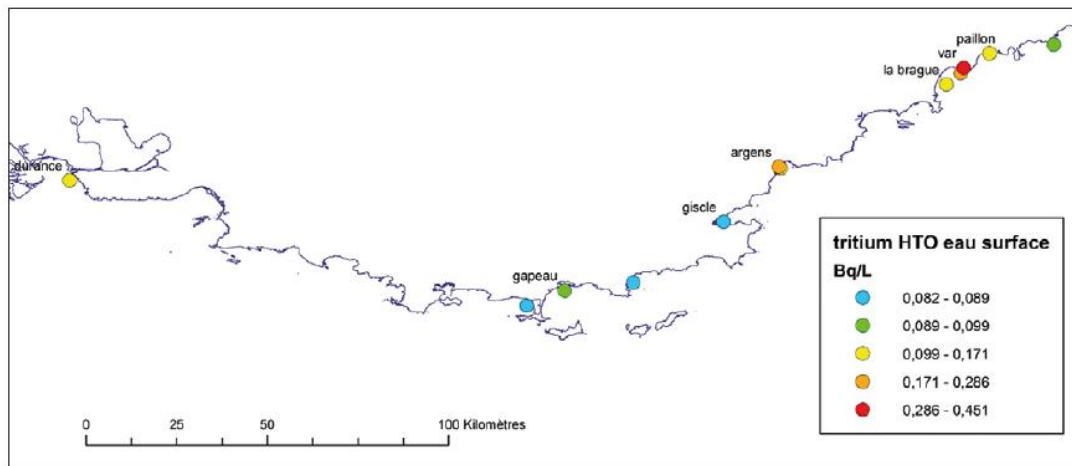
Les niveaux de tritium dans le compartiment marin

[À DISTANCE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (BDF) (IRSN, 2021)

Dans l'eau de mer :

En raison de sa capacité à « diluer » le tritium atmosphérique ou terrigène, le milieu marin a été beaucoup moins impacté (activité volumique du tritium plus basse) que les milieux atmosphérique et terrestre par les retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires.

En milieu côtier, à proximité immédiate des débouchés des fleuves non nucléarisés, les activités en tritium sont le plus souvent inférieures à 0,2 Bq/L



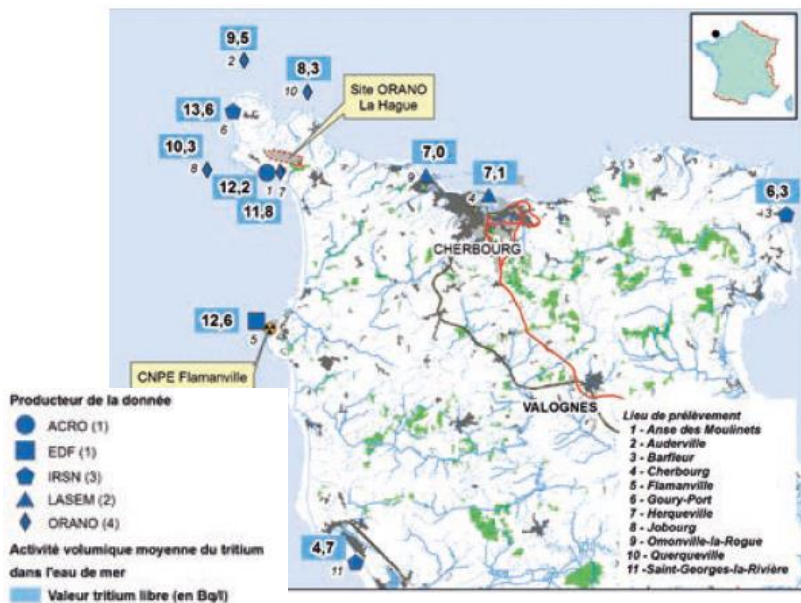
Mesure du tritium HTO dans l'eau de la mer méditerranée en zone côtière hors influence des installations

Les niveaux de tritium dans le compartiment marin

[À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (IRSN, 2021)

ORANO LA HAGUE

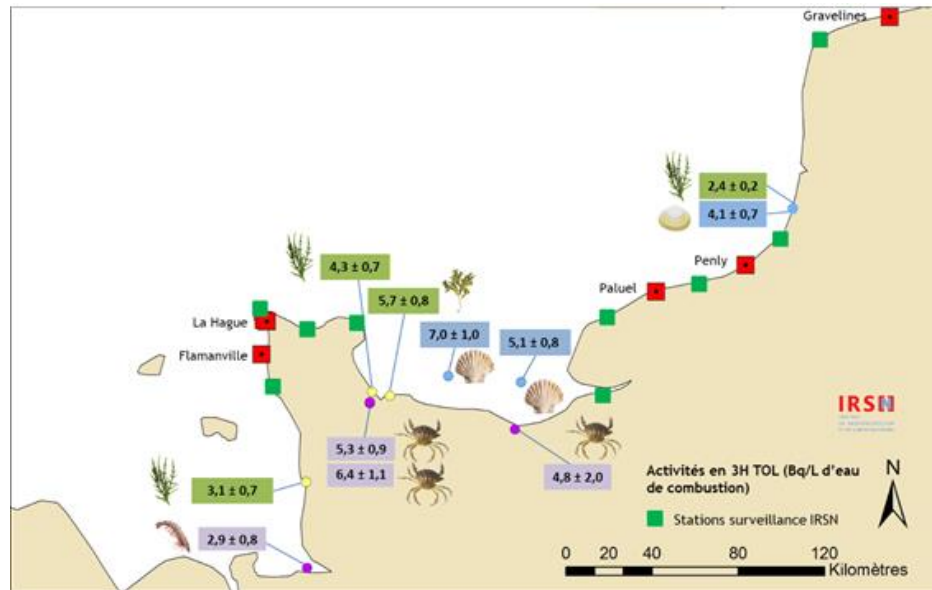
Tritium (HTO) dans eau de mer



Activités moyennes de tritium libre dans l'eau de mer au niveau de la presqu'île du Cotentin (2018-2020)

Manche – Mer du Nord

TOL dans les produits de la pêche à pied



Activités en tritium organiquement lié dans échantillons représentatifs de la pêche à pied (2017-2018)

Les niveaux de tritium dans l'environnement

[QUELQUES SOURCES DE DONNEES

- ASN : Livre blanc du tritium
- Rapport IRSN : Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement



Réseau National de Mesures
de la radioactivité de l'environnement

<https://www.mesure-radioactivite.fr/#/>

- Bilan radiologique de l'environnement français 2018-2020 (à paraître)



Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement (irsn.fr)



Bilan de la surveillance de la radioactivité en France métropolitaine (irsn.fr)



- Constats radiologiques régionaux IRSN



Constats radiologiques régionaux de l'environnement (irsn.fr)