

**Analyse de l'IRSN sur la concentration de tritium mesurée par l'ACRO dans un
prélèvement d'eau de mer effectué dans la baie d'Ecalgrain le 17 octobre 2012**
8 avril 2013

Dans le cadre de son autorisation de rejets, l'usine AREVA de la Hague procède régulièrement à des rejets d'effluents liquides radioactifs dans la mer de la Manche au large de l'anse des Moulinets (Figure 1).

L'ACRO a indiqué, dans un communiqué en date du 27 mars 2013, qu'elle avait relevé une valeur anormale (110 Bq/L) de tritium dans de l'eau de mer prélevée le 17 octobre 2012 dans la baie d'Ecalgrain, environ 3,5 km au nord du point de rejet de l'usine de la Hague (Figure 1).

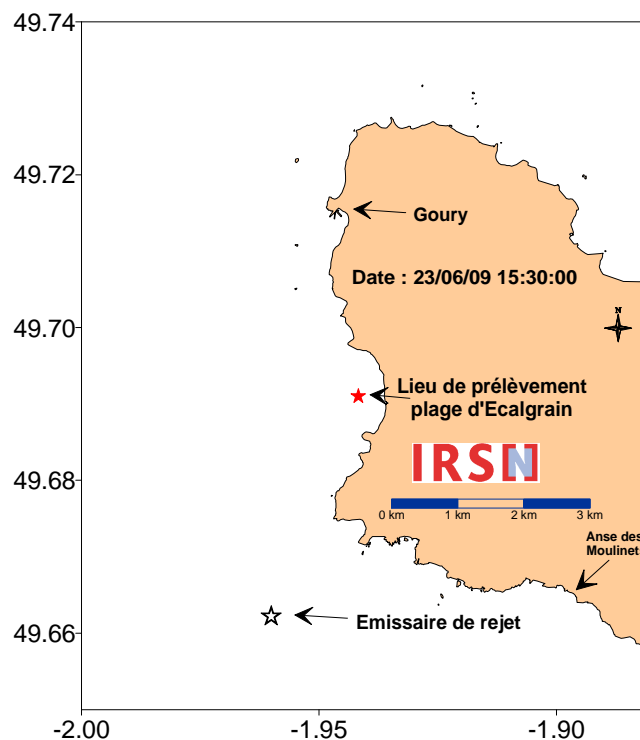


Figure 1 : localisation du point de rejet de l'usine de la Hague, de la baie d'Ecalgrain (point de prélèvement de l'ACRO) et de la station de surveillance de l'IRSN de Goury.

Dans le cadre de sa mission de surveillance, l'IRSN mesure régulièrement le tritium dans l'eau de mer le long du littoral français. En ce qui concerne la Bretagne et la Manche, la figure 2 présente les stations de surveillance marine.

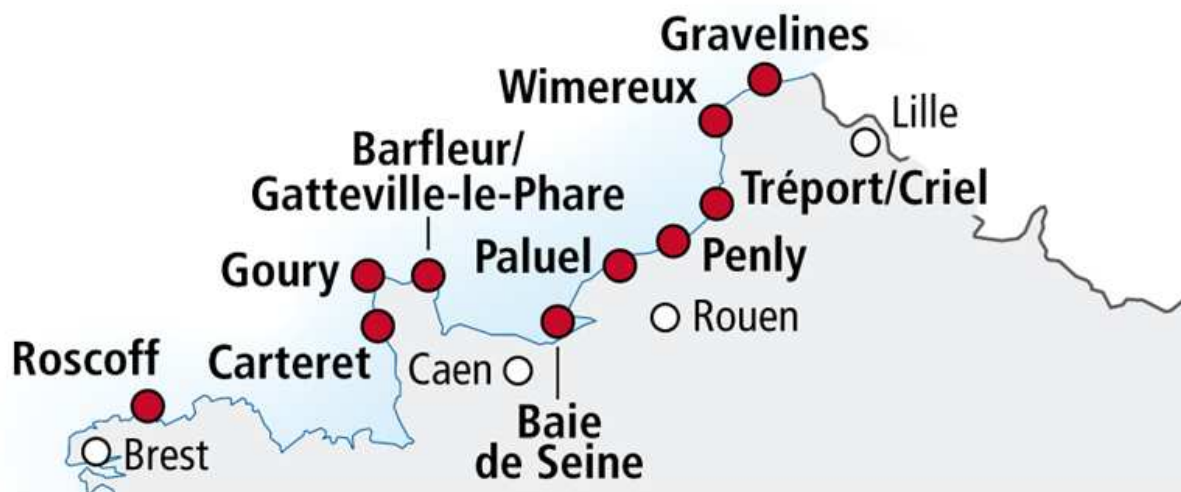


Figure 2 - Stations de surveillance marine de l'IRSN entre Roscoff et Gravelines

L'ensemble de ces données alimentent plusieurs supports d'information : le portail IRSN de la surveillance de la radioactivité de l'environnement¹ où une carte interactive est consultable par les internautes; le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement² où l'IRSN met en commun ses résultats avec ceux des exploitants nucléaires, des associations... et un bilan annuel de l'état radiologique de l'environnement français³.

La figure 3 présente les concentrations de tritium mesurées par l'IRSN à la station de Goury, située à 6 km au nord du point de rejet en mer de l'usine de la Hague (Figure 1). Les prélèvements ont été effectués entre 1997 et 2013. On note ainsi que les concentrations de tritium à cette station sont généralement comprises entre 5 et 20 Bq/L. Elles peuvent cependant, de façon sporadique, atteindre des valeurs de quelques dizaines de Bq/L. La moyenne des concentrations mesurées durant cette période est de 10,3 Bq/L.

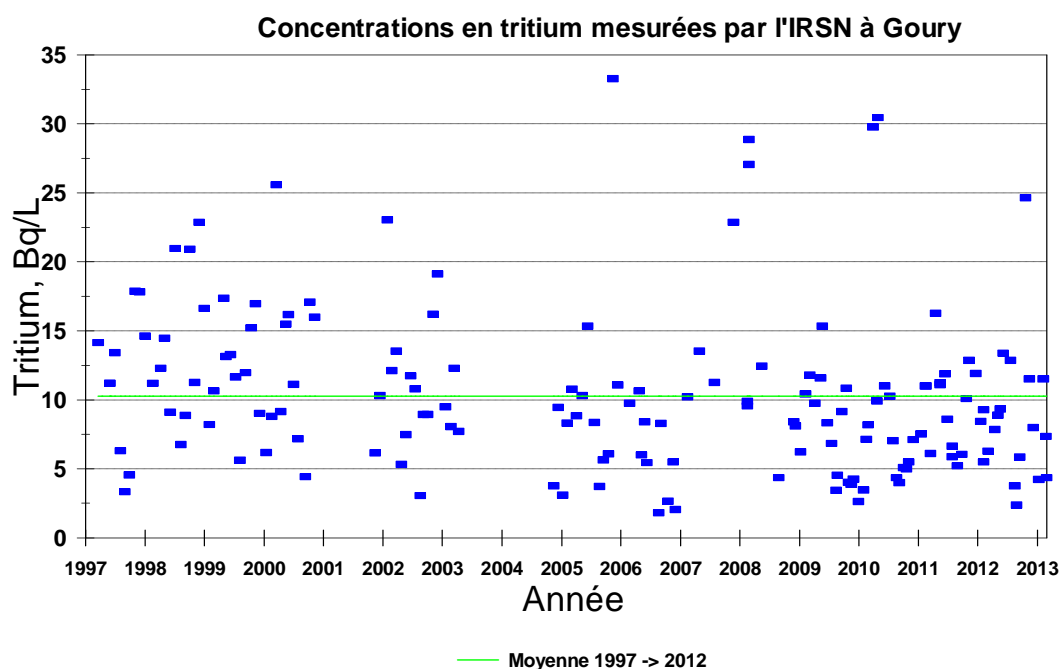


Figure 3 : Concentrations de tritium dans l'eau de mer prélevée à la station de Goury depuis 1997.

¹ <http://sws.irsln.fr/sws/mesure/index>

² www.mesure-radioactivite.fr

³ <http://www.irsln.fr/FR/connaissances/Environnement/surveillance-environnement/resultats/bilans-france-metropolitaine/Pages/1-bilan-surveillance-radioactivite-France-metropolitaine.aspx>

Par ailleurs, l'IRSN⁴ mène depuis une dizaine d'années des études sur la dispersion des rejets radioactifs de l'usine de la Hague en Manche. Dans le cadre de ces études, l'IRSN a effectué, lors de campagnes en mer à proximité immédiate du cap de la Hague, des campagnes de prélèvements d'eau de mer dans lesquels la concentration en tritium a été mesurée. Entre 2002 et 2005 près de 15 000 prélèvements ont ainsi été effectués lors de 7 campagnes successives. Ces études ont permis de montrer que la dispersion des rejets de l'usine de la Hague était étroitement dépendante de l'heure du rejet par rapport à la marée (les courants portent alternativement vers le nord ou vers le sud au cours d'un cycle de marée de 12h), du coefficient de marée (qui influence les courants, très puissants dans cette zone de la Manche) et des conditions météorologiques (effet du vent sur le déplacement des masses d'eau). Ceci conduit, pour un point donné, à observer d'importantes fluctuations de la concentration de tritium selon ces paramètres. Ainsi, en 2009, dans l'objectif de quantifier la gamme de fluctuations, l'IRSN^{5,6} a effectué des prélèvements d'eau toutes les dix minutes et durant six jours à Goury. Les concentrations de tritium des prélèvements montrent des variations d'un facteur 2 en dix minutes et d'un facteur 4 en deux heures (Figure 4).

L'ensemble de ces observations montre que la dispersion des rejets de tritium de l'usine de la Hague dans les eaux de la Manche obéit à des phénomènes complexes gouvernés par les conditions météorologiques et hydrodynamiques locales (vents, courants, marées,...). Ceci conduit à observer, pour des points de prélèvements situés à quelques kilomètres de l'émissaire, des fluctuations rapides et importantes de la concentration de tritium dans l'eau de mer.

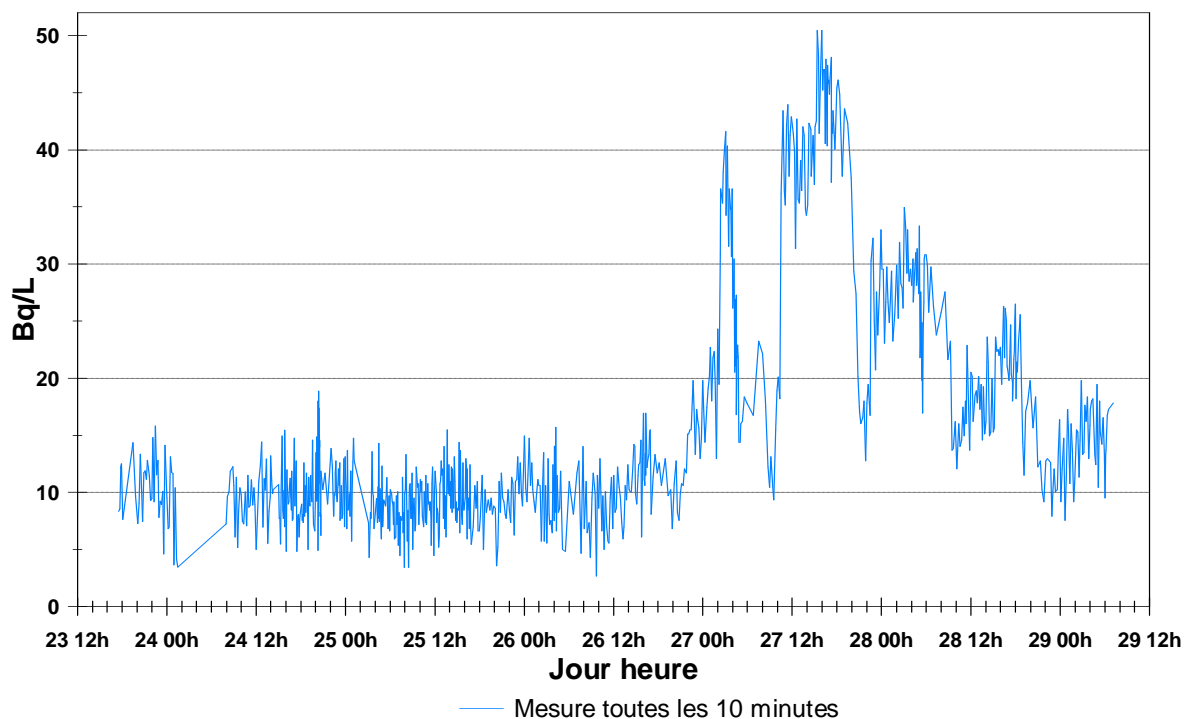


Figure 4 : Concentrations en tritium mesurées dans l'eau de mer à la station de Goury du 23 au 29 juin 2009 (Figure tirée du « Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2009 » de l'IRSN)

⁴ Bailly du Bois P., F. Dumas, L. Solier et C. Voiseux, 2012. In-situ database toolbox for short-term dispersion model validation in macro-tidal seas, application for 2D-model. Continental Shelf research, 36, 63-82.

Toutes les données des campagnes de l'IRSN sont accessibles sur le site : (<http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.762253>).

⁵ M. Masson, B. Fiévet, P. Bailly du Bois, L. Tenailleau et A. Olivier, 2009. Le tritium en Manche, actes de la journée tritium de la SFRP des 23 et 24 septembre 2009. Disponible sur <http://www.sfrp.asso.fr/IMG/pdf/10-MMasson-PBaillyduBois.pdf>.

⁶ IRSN, 2009. Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2009, synthèse des résultats des réseaux de surveillance de l'IRSN, p. 120.

http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN_surveillance_France_2009.pdf

Ces campagnes ont aussi permis de développer et de valider un code de calcul permettant de prévoir la dispersion des rejets de l'usine de la Hague en prenant en compte les conditions hydrodynamiques réelles (marées, courants) ainsi que les conditions météorologiques.

Suite au communiqué de l'ACRO, ce code a été utilisé pour simuler la dispersion des rejets réels de l'usine de la Hague pour la période du 3 au 19 octobre 2012 et pour calculer les concentrations attendues de tritium aux points de prélèvement de l'Ecalgrain (ACRO) et de Goury (IRSN). Les figures 5 et 6 présentent les résultats de ces simulations respectivement pour ces deux sites.

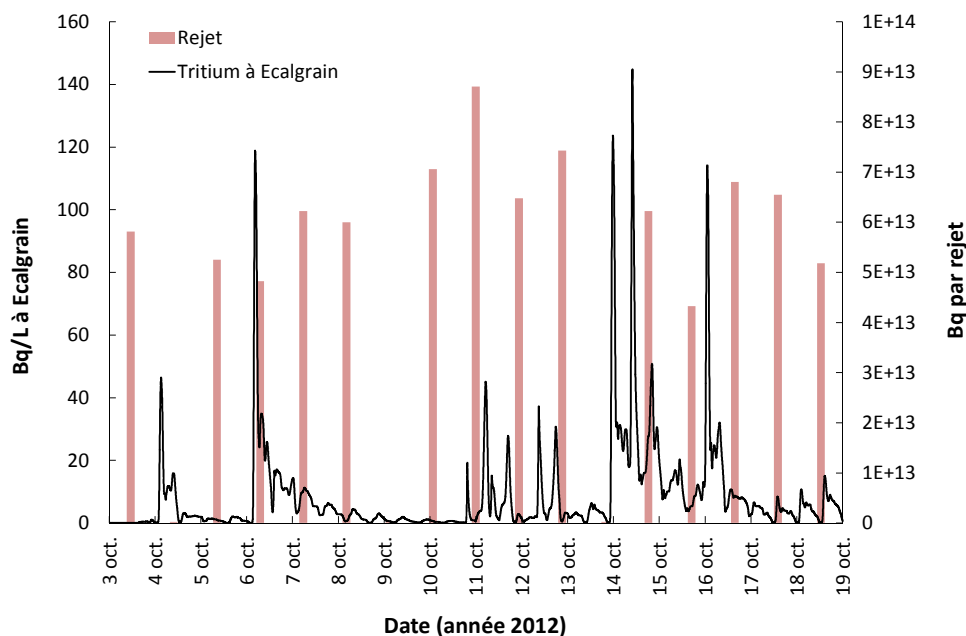


Figure 5 : Simulation de la concentration en tritium pour un point situé à Ecalgrain (trait noir, échelle de gauche) suite aux différents rejets de l'usine de la Hague pour la période du 4 au 19 octobre 2012 (barres marrons, échelle de droite).

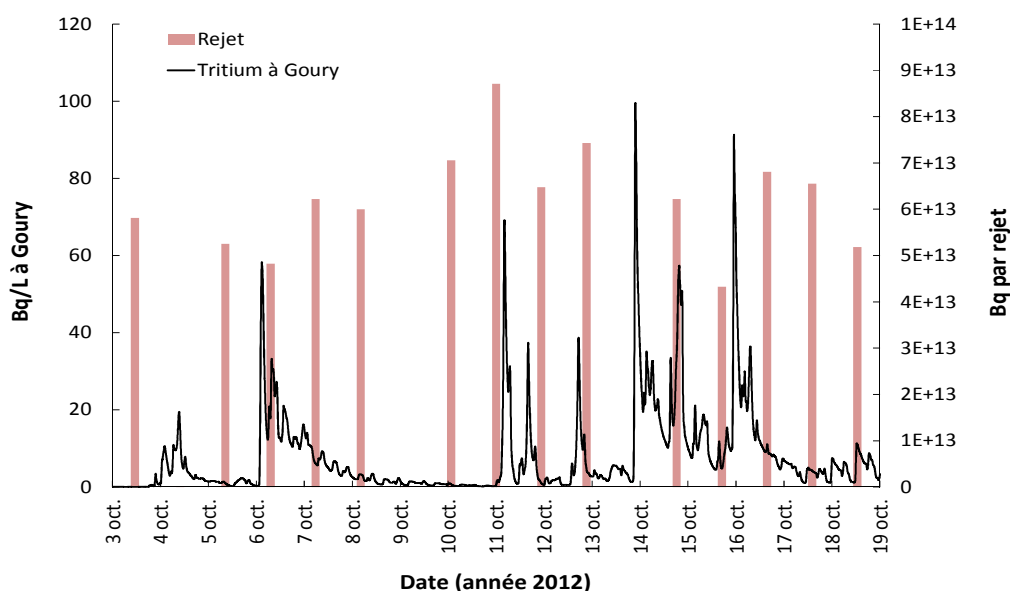


Figure 6 : Simulation de la concentration en tritium pour un point situé à Goury (trait noir, échelle de gauche) suite aux différents rejets de l'usine de la Hague pour la période du 4 au 19 octobre 2012 (barres marrons, échelle de droite).

L'examen de ces deux figures conduit aux observations suivantes :

- Les modélisations reproduisent, pour les deux sites étudiés, des variations rapides de la concentration en tritium similaires à celles qui ont été observées à Goury en 2009.
- Du fait de la complexité des phénomènes de dispersion, il n'existe pas de corrélation temporelle entre l'émission d'un rejet et l'apparition d'un pic de concentration sur l'un ou l'autre des sites étudiés.
- Les valeurs maximales des pics de concentration sont plus élevées (de l'ordre de 30 à 40%) à Ecalgrain qu'à Goury et leur apparition est quasi synchrone sur les deux sites.

Pour ce qui concerne le site d'Ecalgrain, la simulation ne permet pas de retrouver l'observation faite par l'ACRO le 17 octobre 2012 puisque la concentration simulée est de l'ordre de 10 Bq/L alors que l'observation est de 110 Bq/L. Cependant, comme indiqué plus haut, l'un des paramètres clés pour la modélisation de la dispersion des rejets en mer dans ce secteur est l'heure du rejet par rapport à la marée (dont vont dépendre les courants locaux). L'IRSN a effectué une analyse de sensibilité à cette heure de rejet en considérant des variations de l'heure autour de l'heure de rejet indiquée par AREVA (Figure 7). Il apparaît que si l'horaire de rejet est décalé d'une heure plus tôt, des valeurs de concentration de l'ordre de grandeur de celles qui ont été observées par l'ACRO (110 Bq/L) à Ecalgrain le 17 octobre 2012 sont prédites par le modèle (150 Bq/L au maximum) entre 15h et 17h. L'ensemble de ces résultats indique donc que la valeur de 110 Bq/L observée par l'ACRO en octobre 2012 correspond très probablement à un prélèvement effectué durant un de ces pics de concentration.

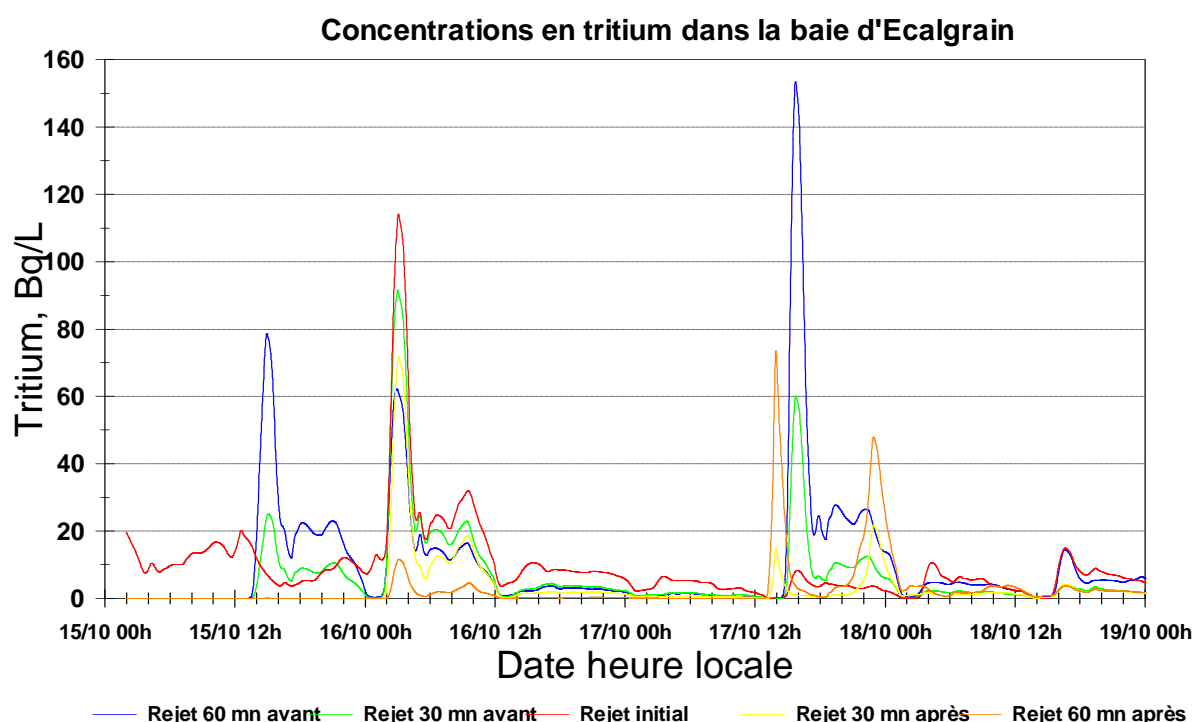


Figure 7 : Etude de sensibilité à l'heure des rejets de l'usine de la Hague, des valeurs de concentration de tritium modélisées à Ecalgrain.

En plus des mesures de tritium dans l'eau, l'IRSN mesure aussi régulièrement la concentration de tritium dans diverses espèces marines (algues, mollusques, crustacés, poissons). Ainsi, dans le cadre d'une étude dont les résultats sont en cours de publication⁷, des mesures de tritium ont été régulièrement effectuées, conjointement avec des mesures dans l'eau de mer, dans des algues et des mollusques (patelles) entre mai 2009 et novembre 2011 à la station de Goury. La figure 8

⁷ Fiévet B., Pommier J., Voiseux C., Bailly du Bois P., Laguionie P., Cossonnet C. and Solier L. Transfer of tritium released into the marine environment by French nuclear facilities bordering the English Channel. Soumis à Environmental Science & Technology.

présente les résultats de ce suivi et montre que les concentrations de tritium dans les algues et les patelles (exprimées en Bq/kg frais) suivent les variations de celles mesurées dans l'eau de mer (Bq/L) et sont similaires en termes de niveaux. Cela est dû au fait que la concentration de tritium de l'eau libre de l'organisme s'équilibre très rapidement avec la concentration de tritium dans l'eau de mer. On notera par ailleurs que ces observations indiquent qu'il n'y a pas de phénomène de bioaccumulation du tritium dans les organismes marins (augmentation progressive du tritium dans les organismes).

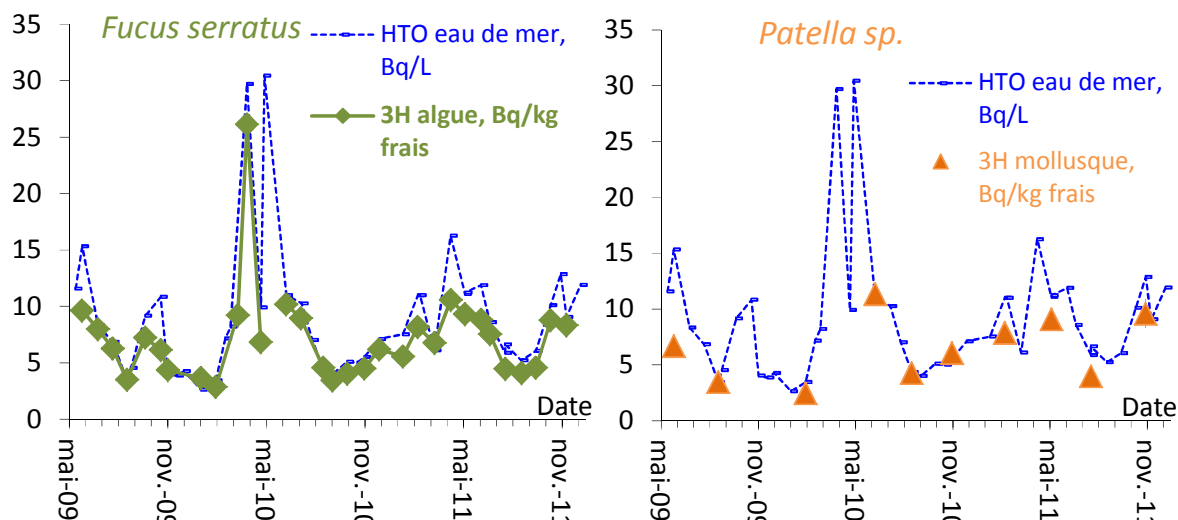


Figure 8. Comparaison de l'évolution des concentrations en tritium total (en Bq/kg frais) dans deux espèces marines (algue à gauche, patelle à droite) et dans l'eau de mer à la station de Goury entre mai 2009 et décembre 2011.

Les conséquences de ces variations de concentration de tritium dans l'eau de mer, et donc dans les espèces marines, sur les doses reçues par l'homme peuvent être évaluées en se rapportant aux travaux effectués dans le cadre du Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC). Dans le cadre de sa première mission, le GRNC⁸ avait évalué, pour différents groupes critiques de population, l'impact dosimétrique lié au fonctionnement des installations nucléaires du Nord Cotentin. Le GRNC avait en particulier étudié de manière détaillée l'impact dosimétrique pour un groupe critique dénommé « Pêcheurs des Huquets » caractérisé par une forte autoconsommation de produits de la mer récoltés localement. A titre d'exemple, la figure 9 présente la contribution relative des radionucléides à la dose efficace totale annuelle pour ce groupe critique (26 μ Sv)⁹ pour l'année 1996. Cette figure montre que la contribution du tritium rejeté en milieu marin à la dose efficace totale est très faible (moins de 0,5 % de la dose efficace totale annuelle soit moins de 0,13 μ Sv/an). Ces résultats ont été obtenus en considérant une concentration de tritium moyenne dans l'eau de mer de 36 Bq/L, et donc une concentration de tritium moyenne dans les organismes marins consommés (crustacés, mollusques, poissons) de 36 Bq/kg. Ainsi, même en considérant, de manière très conservatrice, que les concentrations de l'eau de mer sont, durant toute une année, au niveau du pic de concentration observé à Ecalgrain (110 Bq/L), cela ne conduirait pas à modifier de manière significative la dose efficace totale pour l'année 1996 (augmentation d'environ 1% de la dose efficace totale soit 0,3 μ Sv). Les pics de concentration de tritium observés sporadiquement dans l'eau de mer ont donc une influence négligeable sur les évaluations de l'impact dosimétrique à la population effectuées ces dernières années dans le Nord Cotentin, en particulier par le GRNC.

⁸ Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC). Rapport détaillé du GT4. Version finale de 1999. « Estimation des doses et du risque de leucémie associé ». 361 pp. Téléchargeable sur www.irsn.fr.

⁹ En France, La dose efficace maximale admissible est de 1 mSv/an.

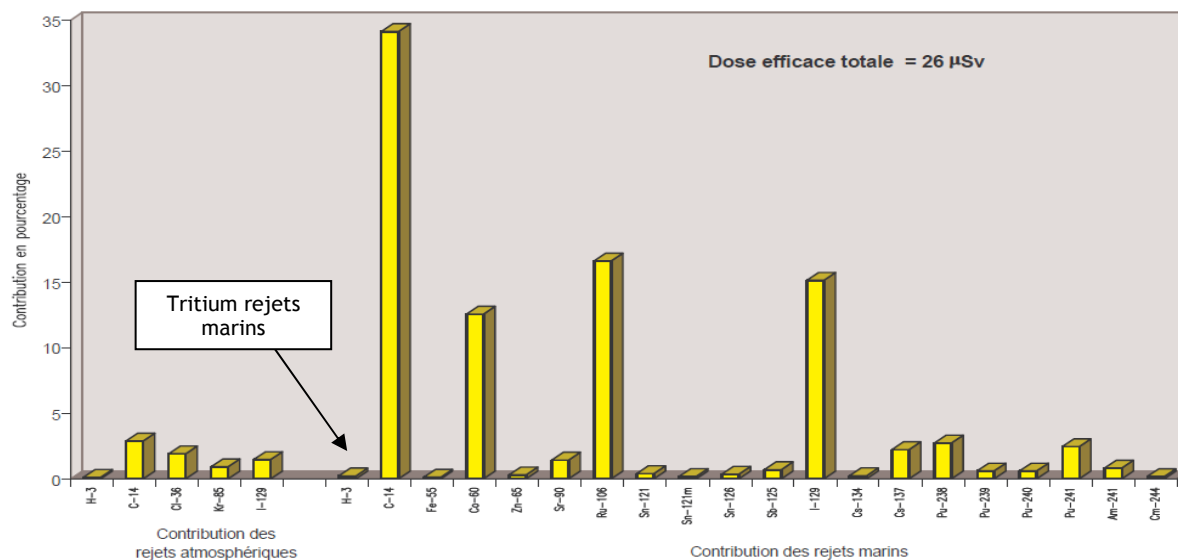


Figure 9 : Contribution relative des différents radionucléides à la dose efficace totale pour le groupe critique « des pêcheurs de la zone des Huquets » pour l'année 1996. A gauche, contribution des rejets atmosphériques. A droite contribution des rejets marins. Figure tirée du rapport détaillé du GT4 du GRNC (1999).

En conclusion, l'ensemble des travaux expérimentaux in situ et de modélisation menés ces dernières années par l'IRSN sur la dispersion des effluents liquides de l'usine de la Hague montre que, à l'échelle de un à deux jours, celle-ci est très largement gouvernée par les courants de marée et dans une moindre mesure par les conditions météorologiques. Dans ces conditions, pour un point donné situé à quelques kilomètres de l'émissaire, des variations très importantes et rapides de la concentration de tritium peuvent être observées selon l'heure à laquelle sera effectué le prélèvement. La valeur de 110 Bq/L observée par l'ACRO en octobre 2012 correspond donc très probablement, comme le démontrent les simulations effectuées par l'IRSN, à un prélèvement effectué durant un de ces pics de concentration. Les études menées par l'IRSN montrent par ailleurs que la concentration de tritium dans les organismes marins (exprimée en Bq/kg) est similaire à celle mesurée dans l'eau de mer (Bq/L). Le réexamen, à la lumière de ces éléments, des évaluations dosimétriques détaillées effectuées par le GRNC permet de conclure que ces pics de concentration de tritium ont une influence négligeable sur celles-ci.