

## Bilan de la surveillance de l'environnement (2005-2009)

### Synthèse des résultats et commentaires.

#### Introduction

Créé par l'ACRO, l'**Observatoire Citoyen de la Radioactivité dans l'Environnement** est un outil pratique à disposition de tous, permettant de connaître les niveaux de radioactivité présents dans l'environnement. La zone géographique couverte par l'Observatoire, initialement centrée sur les régions Basse et Haute-Normandie, tend à s'étendre au gré des sollicitations de particuliers ou d'associations. Le principal milieu surveillé est le littoral normand (de la Baie du Mont St-Michel à la baie de Somme) mais différents cours d'eau et certaines zones terrestres font également l'objet de suivis réguliers. **Le principe de l'Observatoire consiste à effectuer des prélèvements d'indicateurs du milieu naturel (espèces végétales, animales, eau et sédiments) en différents points de la côte ou des rivières, qui sont ensuite analysés au laboratoire de l'ACRO, situé dans la région caennaise. Les résultats de ces analyses sont ensuite publiés sur notre site internet ([www.acro.eu.org](http://www.acro.eu.org)) ou détaillés comme dans cet article.**

La particularité de l'Observatoire est l'implication bénévole très forte, qui se traduit par la participation de préleveurs volontaires sur la quasi-totalité des stations de prélèvements, montrant leur volonté de s'impliquer dans cette démarche de surveillance, d'être informés et de relayer ensuite cette information autour d'eux.

Les résultats qui sont présentés dans cet article ont été accumulés une période de 5 années de suivi (2005-2009) de la zone littorale normande ainsi que du plateau de la Hague. **Les éléments radioactifs concernés par les analyses sont les émetteurs gamma et le tritium dans l'eau. Les campagnes de prélèvements ont lieu deux fois par an, lors des grandes marées d'équinoxe (printemps et automne).**

Pour rappel, la Normandie héberge les installations nucléaires suivantes : la centrale nucléaire de Flamanville (2 réacteurs 1300 MW + chantier EPR) ; la centrale nucléaire de Paluel (4 réacteurs de 1300 MW) ; la centrale nucléaire de Penly (2 réacteurs de 1300 MW) ; les usines de retraitement du combustible (Areva) ; le Centre de Stockage (de déchets radioactifs) de la Manche (ANDRA) et l'arsenal militaire de Cherbourg.

**Face à une telle concentration d'installations nucléaires, ayant d'une part des autorisations de rejeter des effluents radioactifs dans le milieu naturel, d'autre part une difficulté avérée à communiquer des informations claires et facilement vérifiables (voir dans ce numéro l'article « Le mythe du recyclage des combustibles nucléaires »), il est nécessaire de maintenir une vigilance citoyenne.**

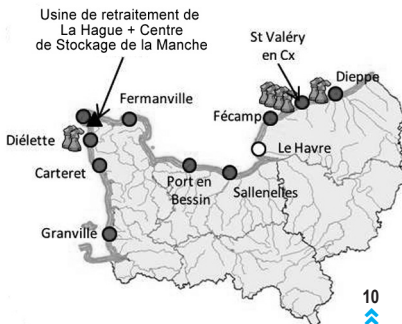


Figure 1 : carte de localisation des stations de prélèvement de l'Observatoire Citoyen de la Radioactivité dans l'Environnement et les principaux sites nucléaires.

## Milieu marin : Suivi du Littoral normand

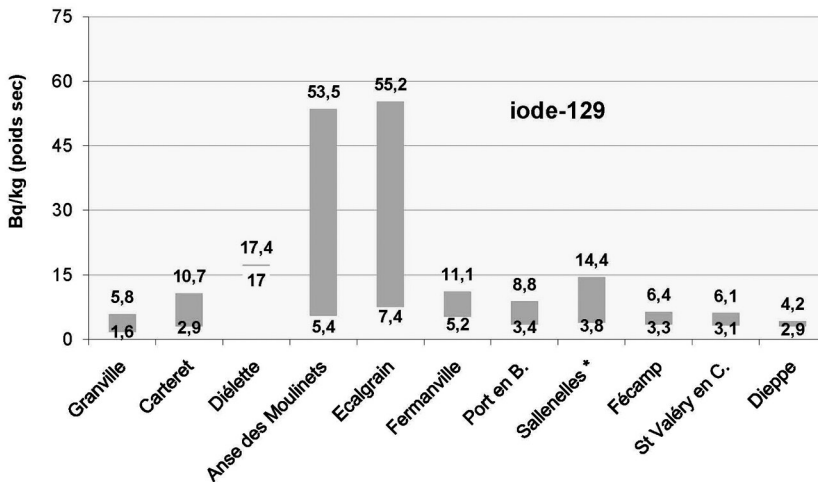
L'usine de retraitement Areva-NC de la Hague est, de loin, le principal contributeur à la pollution du milieu marin (eau et côtes) par des éléments radioactifs. Dans une moindre mesure, les centrales nucléaires côtières contribuent également.

De fait, l'ensemble des côtes normandes (et bien au-delà) est sous l'influence de ces multiples rejets radioactifs qui viennent se concentrer aussi bien dans le compartiment biologique que minéral. A l'exception du tritium, tous les éléments qui sont présentés ci-après sont des éléments artificiels, c'est-à-dire dont les niveaux naturels dans l'environnement sont proches de zéro Bq/kg de matière sèche.

Parmi les éléments radioactifs artificiels régulièrement mis en évidence dans nos échantillons, l'iode-129 (15.7 millions d'années de période radioactive) est l'isotope prépondérant. En effet, AREVA NC ayant fait le choix de ne pas retenir cet élément, il se trouve rejeté en quasi-totalité dans l'environnement, principalement dans les effluents liquides. On peut ainsi facilement corrélérer les activités mesurées dans les algues avec les volumes d'effluents liquides radioactifs rejetés.

Le comportement de l'iode-129 dans l'eau de mer étant similaire à celui de l'iode stable (non radioactif), on retrouvera cet élément dans des organismes tels que les algues, qui fixent naturellement l'iode présent dans leur milieu de vie. Toutes les stations de prélèvements de l'Observatoire font état de la présence de cet élément dans les algues (*Fucus serratus*), les concentrations étant plus importantes sur les sites les plus proches de la pointe de la Hague, à savoir l'Anse des Moulinets et la Baie d'Ecalgrain (figure 2). C'est le profil type de la répartition des radionucléides rejetés par les usines de retraitement Areva, laquelle est essentiellement dictée par les courants marins. Un écart des teneurs en iode-129 dans les algues entre la zone « Hague » et « Hors Hague », avec un facteur allant jusqu'à 10 entre des stations très éloignées, s'explique notamment par la distance, qui est le premier facteur de diminution des concentrations (dilution).

Figure 2 : répartition spatiale des teneurs en iode-129 dans les algues brunes du littoral normand (valeurs minimales et maximales mesurées entre 2005 et 2009).

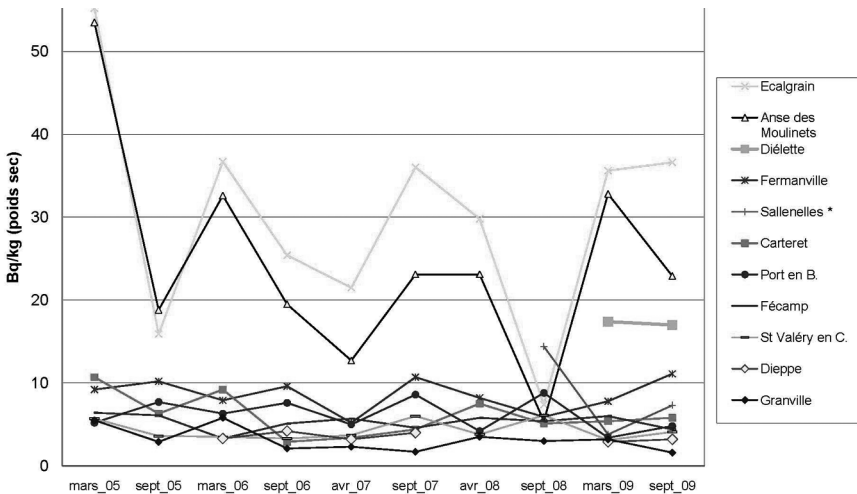


**Dans les algues** (figure 3), c'est la présence continue de l'iode-129 qui est mise en avant, reflétant ainsi la présence permanente de cet isotope dans le milieu marin ; les organismes n'ayant pas le temps de l'éliminer.

Les courbes relatives à la Hague (Moulinets et Ecalgrain) présentent des profils très découpés, les activités massiques pouvant varier entre moins de 10 et plus de 50 Bq/kg sec. Ce peut être le reflet des variations directes du taux d'iode-129 dans l'eau, modifié par les activités rejetées et la circulations des masses d'eau (courant et marées). Les profils des autres stations plus éloignées de la Hague mettent beaucoup moins en évidence ces variations.

On ne constate donc aucune véritable tendance à l'amélioration de la situation, chaque courbe présentant un profil relativement constant.

**Figure 3 : évolution des teneurs en iode-129 dans les algues brunes du littoral normand (2005-2009).**



Notes : le suivi de la station de Sallenelles\* a débuté en septembre 2008.

Celui de Diélette a débuté en mars 2009. Les blancs sur la courbe de Dieppe sont dus à des absences de prélèvements mais a priori pas à une absence d'iode-129.

Les deux autres isotopes radioactifs artificiels détectés dans les algues sont le cobalt-60 et le couple ruthénium/rhodium-106. Le cobalt-60 est mis en évidence jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres de la Hague (entre 1 et 8 Bq/kg sec), tandis que le couple ruthénium/rhodium-106 est exclusivement détecté dans la zone proche (entre 6 et 21 Bq/kg sec).

Comme pour l'iode-129, aucune tendance à la diminution des concentrations n'est observée pour ces isotopes, seule la fréquence de détection est plus faible.

**Dans les mollusques** (patelles), les deux principaux éléments radioactifs émetteurs gamma détectés sont le cobalt-60 et le couple ruthénium/rhodium-106. En 2005 toutes les stations dans un rayon de 100 km autour de la Hague étaient marquées par du cobalt-60 (figure 4) ; en 2009, seule la Baie d'Ecalgrain révèle encore des concentrations significatives. La présence de cet isotope à St-Valéry en Caux est certainement due aux rejets des centrales Haut-Normandes de Paluel et Penly. **Quant au couple ruthénium/rhodium-106 (figure 5), sa présence est exclusivement due aux activités de retraitement du combustible,** mais à la différence de l'iode-129, il est rapidement modifié au contact de l'eau de mer et se fixe alors moins dans les organismes marins. C'est pourquoi il est surtout détecté à proximité de la Hague.

Figure 4 : évolution des teneurs en cobalt-60 dans les patelles des côtes normandes (2005-2009). (l'absence de bâton signifie que la concentration est inférieure à la limite de détection)

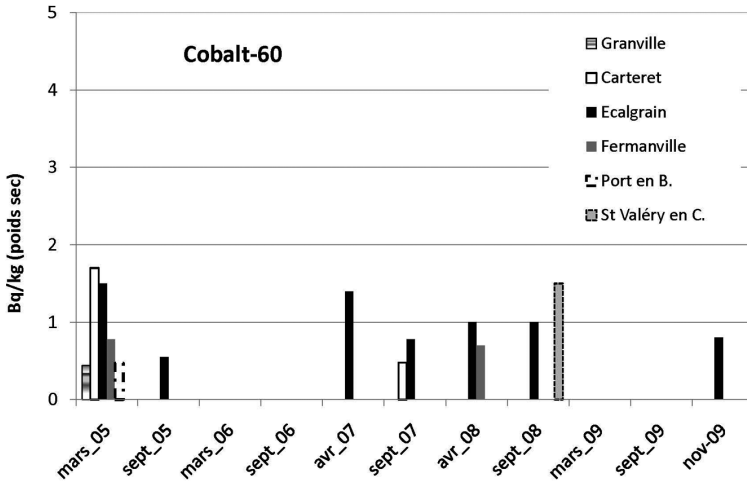
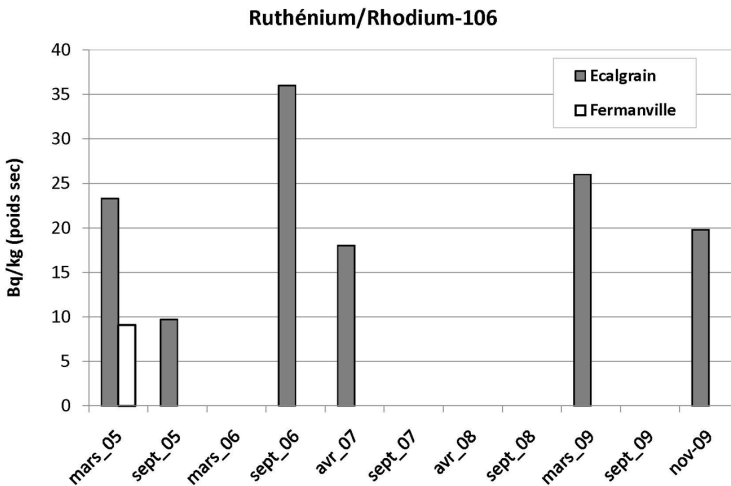


Figure 5 : évolution des teneurs en ruthénium/rhodium-106 dans les patelles des côtes normandes (2005-2009). (l'absence de bâton signifie que la concentration est inférieure à la limite de détection)



Jusqu'en septembre 2005, de l'**argent-110m** (métastable) avait été détecté dans les patelles de St-Va-léry en Caux. On pouvait relier sa présence aux centrales nucléaires Haut-Normandes en fonctionnement, puisqu'il n'avait été observé que sur cette station parmi les douze qui font l'objet d'une surveillance semestrielle. Il n'a pas été remis en évidence depuis cette période.

Si la situation semble moins préoccupante pour les mollusques que pour les algues, rappelons toutefois que **d'autres éléments radioactifs sont présents, bien que l'ACRO ne soit pas capable de les mesurer. C'est notamment le cas du carbone-14 (émetteur bêta) qui contaminait les patelles de la Baie d'Ecalgrain à près de 900 Bq/kg C (étude ACRO 2005), soit près de 3,5 fois le niveau naturel.**

## Sédiments littoral normand :

Dans les vases (sédiments fins déposés dans les ports), les principaux éléments radioactifs détectés issus des installations nucléaires du littoral sont le **cobalt-60** (figure 6), l'**américium-241** (figure 7) et le **césium 137** (figure 8).

Le prélèvement concerne la couche superficielle des sédiments (2-3 cm) afin de refléter les dépôts les plus récents. La distribution géographique du cobalt-60 et de l'américium-241 est alors semblable à celle observée pour les algues ; les maximas étant généralement observés dans le port le plus proche de la Hague, à savoir Fermanville.

En revanche pour le césium-137, la distribution est différente des autres isotopes en raison de ses diverses origines que sont les rejets des installations nucléaires, les retombées des explosions nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. De ce fait, la plupart des sols ont été marqués par les retombées de ce césium-137 ; ils sont ensuite lessivés par les pluies, entraînant avec elles particules sédimentaires et éléments radioactifs en direction des estuaires. C'est pourquoi sur le littoral normand, c'est la Baie de Seine (entre Port en Bessin et le Havre) qui présente les plus fortes teneurs en Cs-137 dans les sédiments. Les valeurs observées dans les sédiments de Sallenelles sont moindres par rapport aux deux stations qui l'entourent, en raison a priori, d'une plus grande proportion de sables (granulométrie élevée), lesquels fixent moins les différents polluants.

Figure 6 : évolution des teneurs en cobalt-60 dans les sédiments (vases) des côtes normandes (2005-2009).

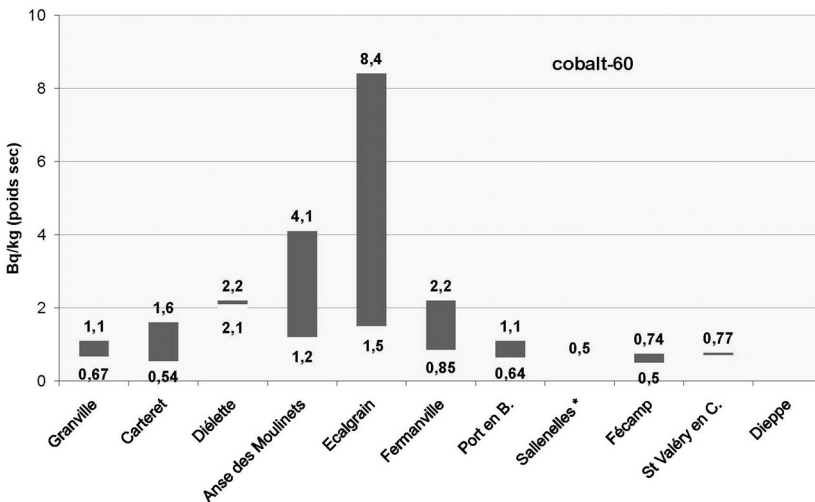


Figure 7 : évolution des teneurs en américium-241 dans les sédiments (vases) des côtes normandes (2005-2009).

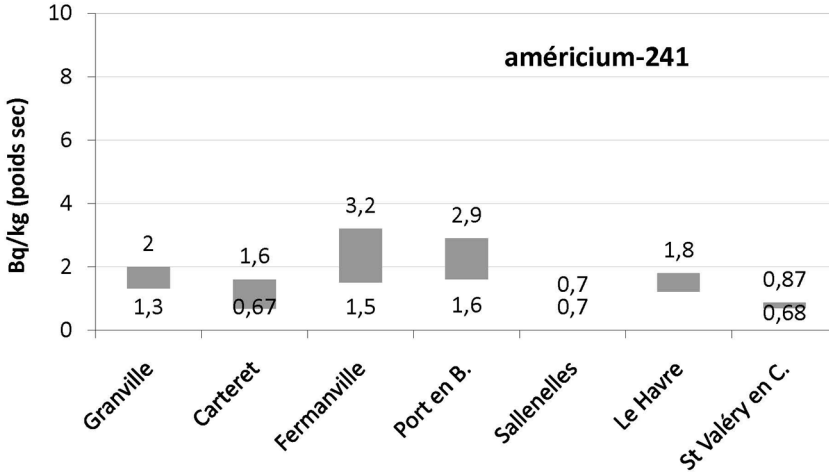
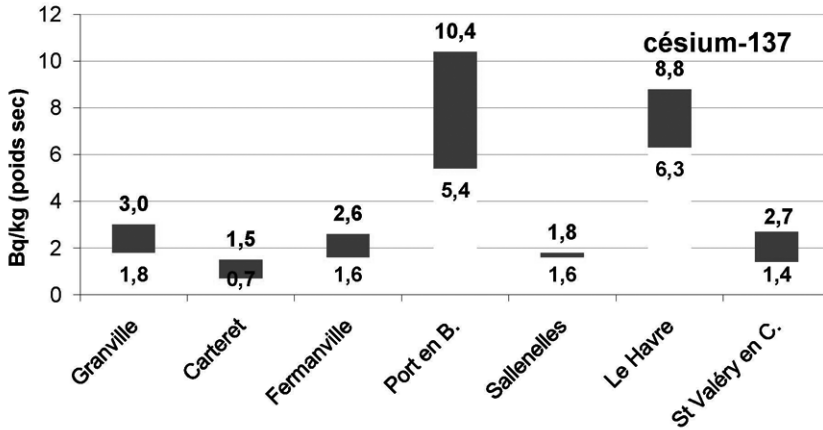


Figure 8 : évolution des teneurs en césium-137 dans les sédiments (vases) des côtes normandes (2005-2009).



Cas particulier : une activité de 13,2 ( $\pm 1,6$ ) Bq/kg de cobalt-60 a été observée à Granville en 2007. Ce pic d'activité peut s'expliquer par la proportion de particules fines plus importante dans cet échantillon que dans ceux des autres sites. Le prélèvement a peut être été effectué un peu plus en profondeur, récupérant ainsi des sédiments anciens encore contaminés.

Cette situation nous rappelle que :

1. Les rejets de la Hague sont largement mesurables dans la Baie du Mont Saint-Michel,
2. Les sédiments constituent un véritable piège à radionucléides et les quantités stockées peuvent être très importantes et remobilisées en cas d'actions mécaniques (désenvasement des ports par exemple).

## Eau de mer du littoral normand :

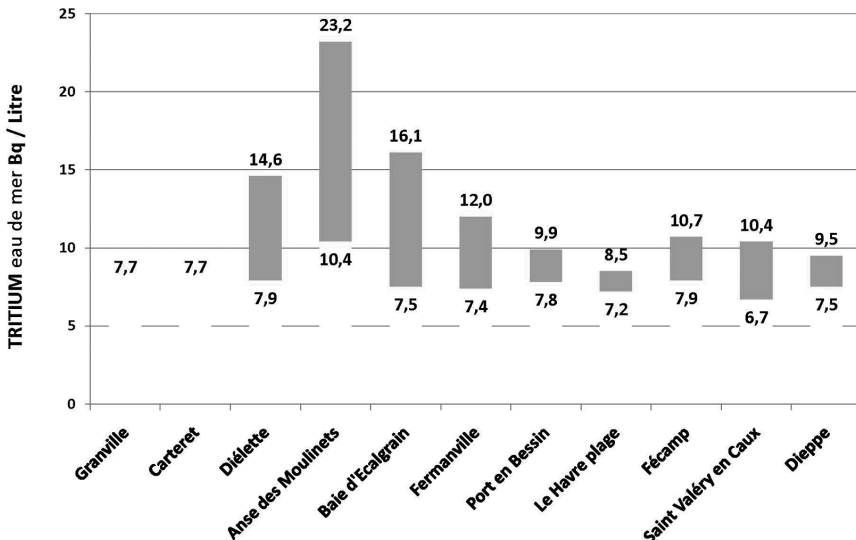
Les concentrations des éléments radioactifs émetteurs gamma étant généralement trop faibles dans l'eau (forme dissoute), nous avons alors recours aux indicateurs qui concentrent naturellement les polluants. Mais dans la famille des émetteurs bêta pur, il existe un isotope que nous pouvons facilement mettre en évidence dans l'eau : il s'agit du tritium (hydrogène radioactif). Sa détection est rendue aisée parce qu'il fait partie intégrante de la molécule d'eau. Il est rejeté en grandes quantités par les réacteurs nucléaires et l'usine de retraitement.

La pointe de la Hague présente les valeurs maximales en tritium du littoral (plus de **100 fois** le niveau naturel), voir figure 9.

En Haute-Normandie, les centrales de Paluel et de Penly ajoutent leur contribution de tritium à celle de la Hague : les stations de Fécamp, St-Valéry en Caux et Dieppe présentent des teneurs en tritium encore 50 fois supérieures au niveau naturel.

Rappel : teneur naturelle du tritium dans l'eau de mer de surface = 0.2 Bq/litre.

Figure 9 : activités volumiques (Bq/L) minimales et maximales en tritium dans l'eau de mer du littoral normand mesurées entre 2005 et 2009.



Parmi toutes les stations du littoral qui sont suivies par l'Observatoire, l'Anse des Moulinets bénéficie d'une surveillance spécifique. Cette petite baie est située juste sous le site AREVA de la Hague et constitue le point de départ de la conduite de rejet des effluents liquides radioactifs en mer. Un suivi mensuel a été mis en place par l'ACRO sur ce site en 2000 suite aux travaux de remplacement d'une partie de cette canalisation, lesquels avaient provoqué une pollution radioactive locale encore visible aujourd'hui. A noter que ce site est sur le domaine public, puisque le sentier pédestre du littoral (sentier des douaniers) traverse l'Anse des Moulinets et amène les promeneurs à marcher sur le coffrage en béton qui protège la conduite. En effet, celle-ci n'est aujourd'hui plus apparente ni accessible directement.

Situation radiologique de l'Anse des Moulinets : **L'Anse des Moulinets est contaminée de manière chronique par 5 éléments radioactifs artificiels émetteurs gamma présents dans le sable (figure 10) et dans les algues (figure 11).** Si les teneurs mesurées dans le sable reflètent surtout des pollutions anciennes (fuite de la canalisation de rejet en mer), les niveaux d'iode-129 dans les algues semblent plutôt corrélés aux activités de retraitement, cet isotope étant rejeté en totalité par les usines de la Hague. D'une manière générale, la contamination de ce site par les éléments radioactifs gamma est récurrente, sauf peut-être concernant les niveaux d'iode-129 dans les algues qui semblent montrer une baisse progressive au fil des années. Cette baisse semble être corrélée à la diminution progressive des volumes de combustibles retraités par AREVA entre 2005 et 2009. Cette situation est beaucoup plus délicate à observer à l'échelle du littoral dans son ensemble (figure 3).

Figure 10 : évolution des teneurs en cobalt-60, en césium-137 et en américium-241 dans les sables de l'Anse des Moulinets (2005-2009).

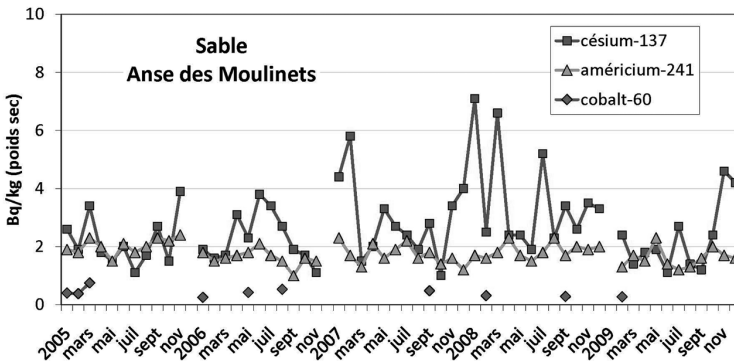
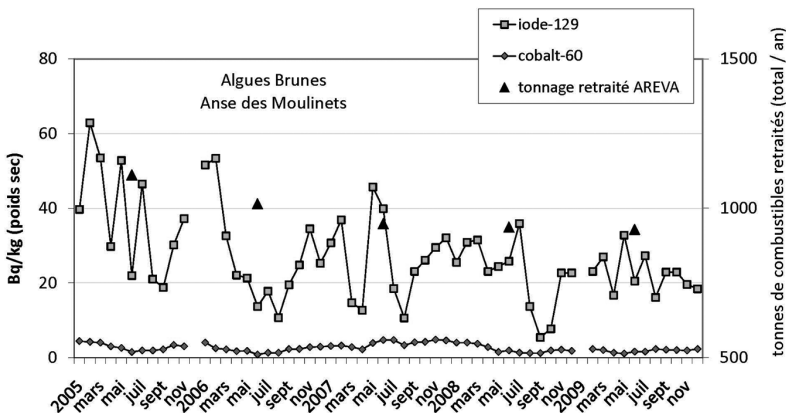


Figure 11 : évolution des teneurs en cobalt-60 et en iode-129 dans les algues brunes de l'Anse des Moulinets (2005-2009).



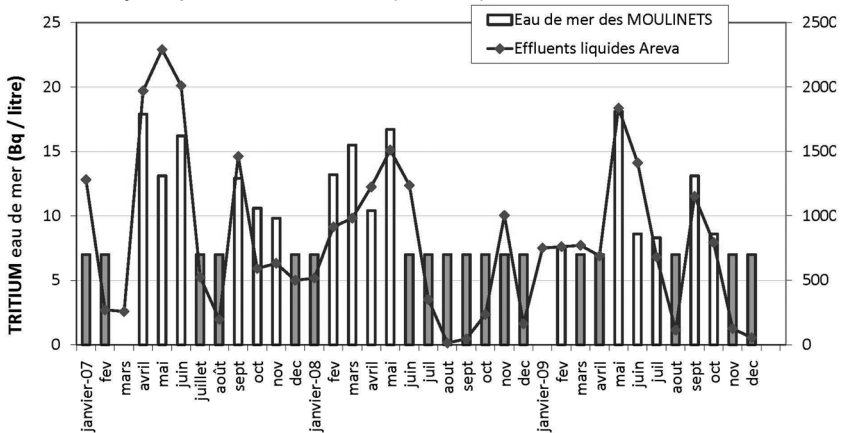
Certaines valeurs d'iode-129 sont supérieures à celles de la figure 3, car seules les valeurs correspondant aux prélèvements effectués en même temps qu'Écalgrain ont été reportées, alors que dans le graphique 11 (page précédente), toutes les valeurs sont présentées.

Le tritium est également détecté dans l'eau de mer à l'Anse des Moulinets, de manière assez régulière. Son activité dans l'eau de mer est le reflet direct des rejets liquides des usines Areva de la Hague, comme cela apparaît sur la figure 12. En effet, la courbe d'activité du tritium dans l'eau de mer suit assez bien la courbe du tritium des effluents liquides ; notamment pour le deuxième semestre 2008 où les activités de retraitement ont été moins importantes. Cela s'est traduit par une absence de détection jusqu'en février 2009. Attention toutefois à ne pas conclure à une absence de tritium dans l'eau sur cette période :

- d'une part, nos prélèvements ne sont effectués qu'une fois par mois et ne représentent donc que la concentration en tritium au moment du prélèvement,
- d'autre part, la limite de détection ne nous permet pas de quantifier des valeurs comprises entre 0 et 7 Bq/l (les barres grisées du graphique ci-dessous représentent les valeurs inférieures à notre limite de détection).

A titre de comparaison, les résultats en tritium dans l'eau de mer donnés par l'exploitant (AREVA) pour l'Anse des Moulinets varient entre 4.4 et 25 Bq/litre (aliquote mensuelle).

Figure 12 : comparaison des niveaux en tritium dans l'eau de mer à l'Anse des Moulinets avec les activités en tritium rejetées par les usines AREVA NC (2008-2009).



La situation du tritium dans l'eau de mer à une échelle un peu plus large, c'est-à-dire entre le cap de la Hague et le cap de Flamanville (figure 13 et 14), est sensiblement la même. En effet, la détection du tritium est assez fréquente sur ces trois stations, ce qui s'explique par le mélange des masses d'eau contenues dans cette grande baie. Pour autant, l'homogénéisation n'est pas parfaite puisque l'on peut mettre en évidence du tritium sur un site mais pas sur les deux autres, comme ce fut le cas à la Crèque entre janvier et mai 2009.

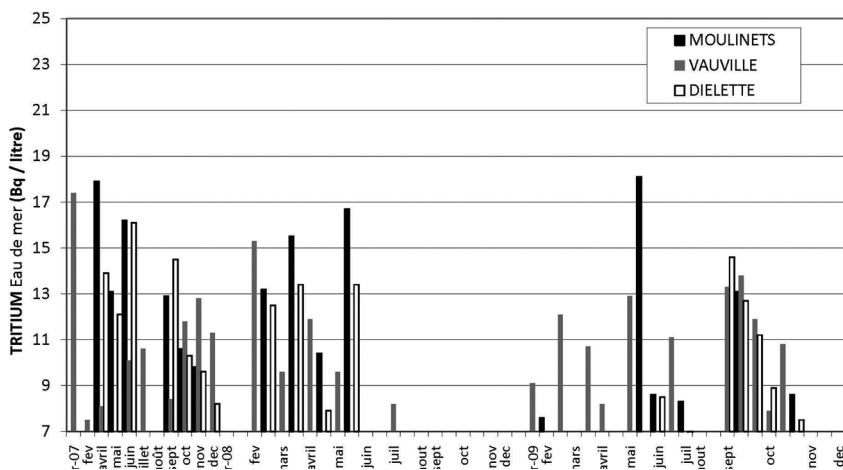
Cette situation provient également du décalage temporel lié à la circulation des masses d'eau, qui n'est pas instantanée. En effet, malgré une reprise des rejets en tritium d'AREVA dès la fin 2008, seule la Crèque révèle la présence de tritium. Cette différence peut en partie s'expliquer par la réalisation de nos campagnes de prélèvements : les sites des Moulinets et de Diélette sont faits le même jour, alors que Vauville est presque toujours dissocié (+/- quelques jours avant ou après).

Figure 13 : localisation des stations de prélèvements mensuels d'eau de mer pour la recherche du tritium.



Figure 14 : évolution des teneurs en tritium (3H) dans l'eau de mer entre le Cap de Flamanville et le Cap de la Hague (2007-2009).

Note : pour des raisons de lisibilité, ce graphique représente uniquement les valeurs supérieures à 7 Bq/l (limite de détection de l'ACRO).



## Situation radiologique des ruisseaux du Plateau de la Hague

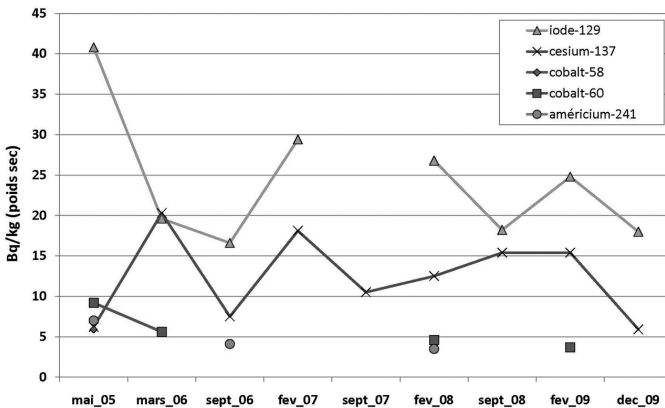


Figure 15 : localisation des principaux cours d'eau du plateau de la Hague sur lesquels sont effectués des prélèvements réguliers.

Les mousses aquatiques de la Sainte-Hélène révèlent une contamination dès la source, par 5 éléments radioactifs artificiels différents (cobalt 58 et 60, iode-129, césium-137 et américium-241) ayant pour origine les incidents anciens du site des usines de retraitement (débordements, accidents...). En effet, cette rivière ne constitue pas un lieu autorisé de rejets d'effluents radioactifs, mais seulement un exutoire pour les eaux pluviales. Concernant l'iode-129, son origine peut également être imputée aux rejets gazeux des usines de retraitement, qui sont ramenés de l'air vers le sol par les précipitations.

La Sainte-Hélène est le ruisseau le plus influencé par les éléments radioactifs émetteurs gamma et ce, de manière significative jusqu'à 1km en aval (figure 16). Malgré de rares absences de détection de certains isotopes (cobalt-58 et américium-241), la contamination des mousses reste chronique, tout comme au niveau de la source de ce ruisseau où les activités mesurées sont du même ordre de grandeur.

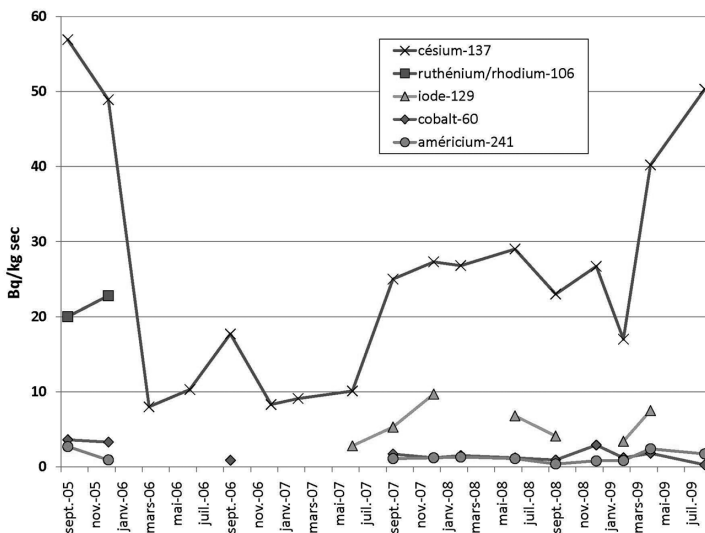
Figure 16 : évolution des activités de 5 isotopes radioactifs artificiels dans les mousses aquatiques de la Ste-Hélène à 1 km en aval de la source, au lieu dit la Brasserie (2005-2009).



Les sédiments prélevés sur ce même cours d'eau (figure 17) révèlent également des traces de pollution radioactive trop importantes pour un si petit ruisseau.

Bien que seules les eaux pluviales du site d'AREVA et du Centre de Stockage de la Manche soient autorisées à être rejetées (après contrôle) dans la Sainte-Hélène, certaines eaux issues du drainage des membranes du CSM (dites « eaux à risque » et évacuées par la conduite de rejets en mer d'AREVA en temps « normal ») le sont également dans certaines conditions.

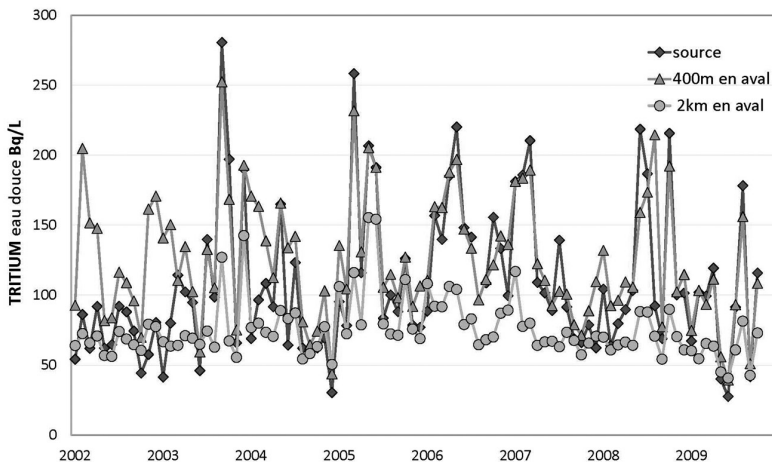
Figure 17 : évolution des activités de 5 isotopes radioactifs artificiels dans les sédiments de la Ste-Hélène à une centaine de mètres en aval de la source – station ST10 - (2005-2009).



### Point sur le tritium :

En ce qui concerne le suivi des niveaux de tritium dans les eaux douces du plateau de la Hague, deux stratégies d'échantillonnage sont mises en place. La première consiste en le suivi de 7 points répartis sur 4 cours d'eau, et qui font l'objet d'un prélèvement mensuel. Ces analyses régulières depuis 2002 permettent de suivre précisément l'évolution de la contamination des nappes phréatiques qui alimentent en permanence les ruisseaux, depuis leur source et par le biais de nombreuses résurgences, comme c'est le cas sur la Ste-Hélène (figure 18).

Figure 18 : évolution des activités en tritium dans l'eau de la Ste-Hélène jusqu'à une centaine de mètres en aval de la source (2005-2009).



# EVALUATION CITOYENNE ::

La seconde stratégie consiste à effectuer, chaque mois, des prélèvements supplémentaires situés dans des points d'eau à chaque fois différents. Ce peut être de l'eau issue des mêmes ruisseaux mais en d'autres points, ou de l'eau provenant d'autres ruisseaux, de puits, de stabulations ou même d'eau du robinet. La localisation des sites de prélèvement est laissée à l'initiative des préleveurs volontaires ayant une bonne connaissance du terrain. Ces investigations permettent généralement de couvrir la totalité du pourtour des usines AREVA en une année. Ainsi, en 2009, ce sont 42 échantillons supplémentaires qui ont été analysés, 24 d'entre eux ayant donné une activité significative (soit  $>7$  Bq/l), dont 10 étaient supérieures à 100 Bq/l. Pour rappel, 100 Bq/l représente le niveau de référence «qualité des eaux» pour les eaux destinées à la consommation humaine.

**Comme les années précédentes, c'est le ruisseau du Grand Bel qui détient le triste record de contamination par le tritium: on observe des valeurs proches de 650 à 700 Bq/l depuis plus d'une dizaine d'années. Du fait de la décroissance de cet élément qui a une demi-vie de 12,3 ans, on devrait observer une diminution significative de la pollution. Nous soupçonnons donc fortement le Centre de Stockage de la Manche de fuir et de contaminer les nappes phréatiques.**

**Ce sont essentiellement les ruisseaux situés au Nord/Nord-Est des installations nucléaires qui sont marqués par des éléments radioactifs (Ste-Hélène, Grand Bel et Roteures). Ainsi, le ruisseau du Moulin (situé à l'ouest) ne présente aucune trace de contamination, gamma ou tritium, et sert de référence.**

En raison d'un grand nombre de prélèvements effectués chaque année, il est difficile de faire état de tous les résultats dans une seule communication. Vous pouvez retrouver l'ensemble de ces résultats d'analyses (gamma et tritium) sur notre site internet [www.acro.eu.org](http://www.acro.eu.org) sous la forme d'un document numérique exhaustif.