



**HAL**  
open science

# Mesure des métaux rejetés par l'industrie nucléaire dans l'environnement marin

Karine Tack

► **To cite this version:**

Karine Tack. Mesure des métaux rejetés par l'industrie nucléaire dans l'environnement marin. Rapport Scientifique INERIS, 2011, 2010-2011, pp.73-76. ineris-01869395

**HAL Id: ineris-01869395**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869395>**

Submitted on 6 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Karine Tack



Contributeur

# Mesure des métaux rejetés par l'industrie nucléaire dans l'environnement marin

## Note

1. Coordinateurs du GRNC: E. Thybaud et K. Tack (INERIS), P. Germain et O. Connan (IRSN). Membres du comité de pilotage du GRNC: J.-C. Amiard (CNRS), P. Coryn (Expert), J. Delmont (DRIRE Basse Normandie), C. Dressayre (ANDRA), J. Foos (CSPI), A. Guillemette (ACRO), S. Le Bar (Areva NC), C. Louis dit Guérin (EDF).

Le Groupe radioécologie Nord Cotentin (GRNC)<sup>1</sup> a été mandaté par le ministère en charge de l'Environnement pour évaluer l'impact sur l'environnement et sur la santé des rejets chimiques des installations nucléaires de la région du Nord Cotentin. En effet, alors que l'impact des effluents radioactifs rejetés par l'industrie nucléaire sur les niveaux de radioactivité dans l'eau de mer et les espèces marines est largement documenté [3, 4], il y a eu

peu d'études sur l'impact des substances chimiques non radioactives rejetées [7]. Pour ce faire, le GRNC, dont la coordination était assurée conjointement par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) a été amené à réaliser en 2002 un inventaire de leurs différents rejets, effluents radioactifs et rejets gazeux à partir des déclarations d'émissions des industriels concernés. La région du Nord Cotentin abrite une centrale nucléaire (EDF Flamanville), un site de retraitement de combustibles irradiés (AREVA), un site de stockage de déchets faiblement radioactifs (ANDRA), mais également l'arsenal militaire de Cherbourg. Le GRNC est constitué de représentants de ces installations ainsi que de scientifiques, de représentants d'associations des résidents du Nord Cotentin, des services déconcentrés de l'État et des écologistes. À l'issue de cet inventaire et en l'absence de résultats de mesure disponibles, des modélisations ont été réalisées afin d'estimer les concentrations qui pourraient être retrouvées dans l'environnement en fonction des rejets identifiés [5].

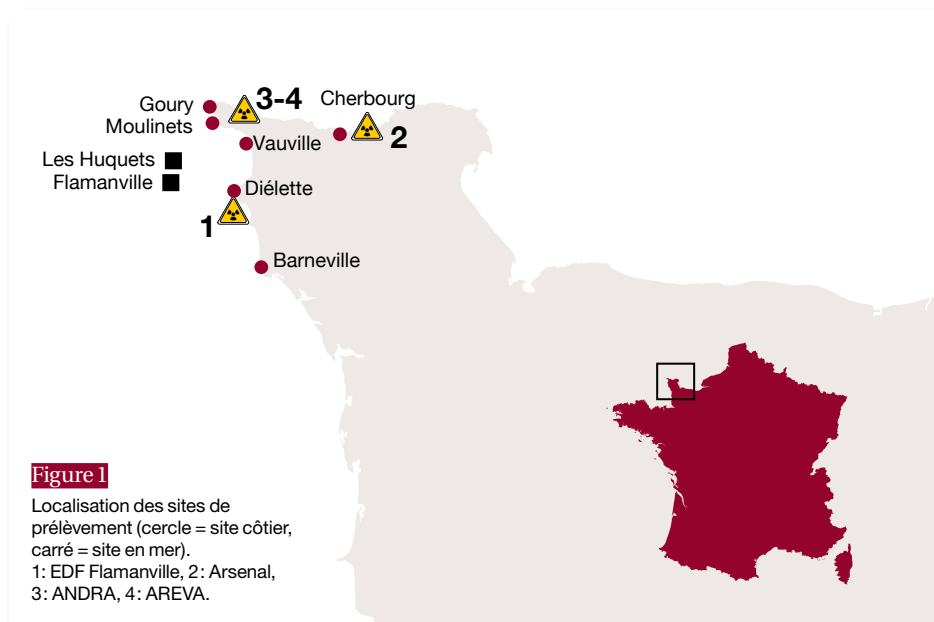
Ensuite, les travaux du GRNC ont consisté à effectuer en 2007, sur la base des traceurs et du plan d'expérience définis en 2002, une campagne de prélèvements et d'analyses afin de valider les modèles élaborés lors de la première phase, mais également de répondre aux interrogations des populations environnantes sur leur exposition potentielle à ces polluants, notamment *via* la chaîne alimentaire.

Sont présentés ci-après les résultats de cette campagne de mesures, effectuée entre mars 2006 et février 2007 dans le milieu marin de la région Nord Cotentin. Ceux de la campagne de mesures effectuées sur le milieu terrestre (ruisseaux, sédiments, fruits, sols, herbes...) et dans l'air ne sont pas reportés ici.

## La campagne de prélèvements et d'analyses

### Localisation des sites de prélèvements

Les différents sites de prélèvements sont identifiés sur la **figure 1**. Sont également reportées les différentes installations nucléaires. →



Station	Al	Ba	Cr	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Barneville	13066 ± 760	187 ± 14	8,9 ± 2,8	2,0 ± 0,4	2,9 ± 2,0	3221 ± 465	109,7 ± 11,7	5,5 ± 2,5	5,2 ± 0,8	10,2 ± 6,3
Vauville	11958 ± 1476	203 ± 70	8,4 ± 2,8	1,7 ± 0,5	2,4 ± 0,5	3393 ± 606	101,7 ± 26,7	4,8 ± 1,8	4,9 ± 1,2	7,2 ± 2,4
Moulinets Sud	37925 ± 12051	481 ± 137	13,3 ± 4,3	5,4 ± 1,5	6,8 ± 2,9	9808 ± 3298	166,0 ± 41,6	8,8 ± 1,9	7,0 ± 1,4	19,9 ± 5,1
Moulinets Nord	48275 ± 10941	595 ± 129	15,1 ± 3,4	6,7 ± 1,9	9,8 ± 3,1	13227 ± 3440	207,3 ± 34,0	10,6 ± 2,5	7,2 ± 1,7	28,2 ± 4,0
Cherbourg	22183 ± 1911	292 ± 52	16,2 ± 3,8	3,4 ± 0,7	10,9 ± 1,9	8195 ± 709	79,6 ± 12,8	9,8 ± 3,4	16,8 ± 3,9	37,9 ± 5,5

### Tableau 1

Concentration en métaux (mg.kg<sup>-1</sup> MS) dans les sédiments marins (moyenne ± écart type ET) mesurée entre mars 2006 et mars 2007 (prélèvement mensuel). Hg, Cd et Cr(VI) présentent des concentrations inférieures à leur limite de quantifications respective.

→ Le site de prélèvement le plus au sud, Barneville, est considéré comme le site de référence vis-à-vis des rejets des installations nucléaires. Il est situé à la pointe sud d'un tourbillon anticyclonique dans l'eau et ne serait donc que légèrement affecté par ces rejets. En effet, les mesures réalisées sur les éléments radioactifs ont montré que ceux-ci tendent à se disperser vers le nord-est [6]. Le site de Diélette est proche de la centrale nucléaire de Flamanville. Les sites de Flamanville et des Huquets sont proches de la zone où les effluents liquides de la centrale EDF et ceux de l'usine de retraitement sont rejetés en mer. Le site de Vauville est situé entre les deux sites nucléaires. L'émissaire sous-marin par lequel AREVA rejette ses effluents liquides passe au centre de l'anse des Moulinets. Des prélèvements ont eu lieu à la fois dans la partie nord et dans la partie sud de l'anse. Le site de Goury est situé en mer à 5 km au nord de la sortie de l'émissaire des rejets d'effluents liquides de l'usine AREVA. Ce point est connu pour être clairement affecté par les rejets [2]. Enfin, le site de Cherbourg est situé en zone urbaine de la ville de Cherbourg; il est affecté à la fois par l'activité de la ville et par l'activité portuaire, civile et militaire.

### Choix des matrices échantillonnées et des substances analysées

Les matrices à prélever et les éléments à mesurer lors de cette campagne ont été choisis par le GRNC sur la base des résultats de la modélisation [5]. Les matrices retenues pour l'étude de l'impact des rejets chimiques sur le milieu marin, devaient permettre à la fois de mesurer une éventuelle pollution dans l'environnement marin mais également de faire un lien avec l'exposition humaine à ces contaminants *via* la chaîne alimentaire. En effet, les espèces biologiques prélevées comme les patelles (*Patella sp.*), la vieille commune (*Labrus bergylta*) et les crabes (*Cancer pagurus*) sont consommés, au moins, localement. Les sédiments des plages ont également été analysés et ce, notamment parce que les enfants peuvent aussi être exposés à la contamination des sédiments par ingestion de ceux-ci lorsque le sable adhère à leurs mains.

Les substances recherchées, dans une finalité d'étude d'impact sur le milieu marin, ont été sélectionnées selon leur toxicité pour l'environnement et/ou pour la santé humaine, mais également en fonction des concentrations rejetées par les installations nucléaires, les concentrations du fond géochimique et la capacité de bioaccumulation de certaines substances dans la chaîne alimentaire [5]. Enfin, certaines substances ont été sélectionnées en raison de l'absence de données disponibles les concernant dans la littérature afin d'acquérir une certaine connaissance quant à leur présence éventuelle dans l'environnement et à leur quantité. Les substances telles que l'hydrazine ou bien encore le tributylphosphate (TBP), qui sont des substances caractéristiques de rejets d'installation nucléaire, ont été incluses dans la campagne de mesures.

Ainsi, les substances chimiques retenues pour être analysées dans les sédiments sont: Al, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn, Ba, CrVI et Fe; Al, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn et TBP pour les poissons, crustacés et mollusques et enfin, TBP et hydrazine dans l'eau de mer.

### Résultats et discussion

Les concentrations en métaux mesurées dans les sédiments sont présentées dans le **tableau 1**. Les concentrations en métaux décroissent selon la séquence suivante: Al>Fe, >Ba>Mn>Zn>Cr>Ni>Pb>Cu>Co>Cr(VI)>Cd>Hg. Les plus faibles concentrations ont été mesurées à Vauville et Barneville tandis que les plus fortes l'ont été à l'anse des Moulinets ainsi que dans la rade de Cherbourg (Pb, Zn, Cu et Cr). Dans les deux cas, des apports anthropiques sont connus et peuvent expliquer ces observations. Toutefois, la comparaison de ces résultats aux données de la littérature montre que les concentrations en métaux dans les sédiments sont globalement faibles dans cette étude, exception faite pour Ba à l'anse des Moulinets et pour Pb sur le site de Cherbourg [1].

Les concentrations en métaux et en TBP dans les vieilles (*Labrus bergylta*) et les crabes (*Cancer pagurus*) sont présentées dans le **tableau 2**. On

## Références

- [1] Connan O., Tack K., *Environmental Monitoring Assessment*, 2010, 165, pp. 67-86.
- [2] Fraizier A., Guéguéniat P., Salomon J.-C., *Oceanologica Acta*, 1992, 15, pp. 75-85.
- [3] Germain P., Miramand P., *Nucl instrum. Methods Phys. Res.*, 1984, 223, pp. 502-509.
- [4] Germain P., Leclerc G., Le Cavalier S., Solier L., Baron Y., *Radioprotection*, 2000, 35, 2, pp. 175-200.
- [5] GRNC, 2002a, IRSN, Fontenay-aux-Roses, 309 p.
- [6] Guéguéniat P., Gandon R., Baron Y., Salomon J.-C., Pentreath J., Brylinski J.M., Cabioch L., *Radionuclides, A tool for oceanography*, Guary J.-C., Guegueniat P., Pentreath R. J., éditeurs. Elsevier Science Publishing Co, Inc, New York, 1988, pp. 260-270.
- [7] Miramand P., Bentley D., *Science of The Total Environment*, 1992, 111, 2-3, pp. 135-149.

Station	Espèces	Date	Al	Cd	Cr	Co	Cu	Mn
Flamanville	Vieille ( <i>Labrus bergylta</i> )	20/06/2007	8,6 ± 1,6	<0,04	<0,8	<0,8	1,2 ± 0,5	2,5 ± 0,4
		16/10/2007	5,5 ± 1,2	<0,03	<0,6	<0,6	1,5 ± 0,6	2,3 ± 0,6
Les Huquets		20/06/2007	35,4 ± 6,9	<0,05	<0,9	<0,9	1,4 ± 0,5	2,3 ± 0,5
		16/10/2007	3,9 ± 0,8	<0,04	<0,8	<0,8	1,2 ± 0,4	1,2 ± 0,4
Flamanville	Crabe ( <i>Cancer pagurus</i> )	20/06/2007	3,9 ± 0,8	0,06 ± 0,01	<1,1	<1,1	24,2 ± 8,8	<1,1
		16/10/2007	7,8 ± 1,7	<0,09	<1,7	<1,7	19,1 ± 7,0	<1,7
Les Huquets		20/06/2007	3,1 ± 0,6	0,04 ± 0,01	<0,8	<0,8	23,0 ± 8,6	<0,8
		16/10/2007	5,0 ± 1,0	<0,05	<1,0	<1,0	18,9 ± 7,0	<1,0

Station	Espèces	Date	Hg	Ni	Pb	Zn	TBP (µg.kg <sup>-1</sup> MF)
Flamanville	Vieille ( <i>Labrus bergylta</i> )	20/06/2007	0,373 ± 0,057	<0,8	<0,21	16,0 ± 2,1	< 10
		16/10/2007	0,515 ± 0,081	<0,6	0,26 ± 0,06	16,0 ± 2,0	
Les Huquets		20/06/2007	0,639 ± 0,097	<0,9	0,51 ± 0,14	13,8 ± 1,8	
		16/10/2007	0,526 ± 0,081	<0,8	0,27 ± 0,08	12,4 ± 1,5	
Flamanville	Crabe ( <i>Cancer pagurus</i> )	20/06/2007	0,297 ± 0,044	<1,1	<0,28	289,3 ± 35,2	
		16/10/2007	0,435 ± 0,070	<1,7	<0,43	402,3 ± 48,7	
Les Huquets		20/06/2007	0,335 ± 0,051	<0,8	<0,20	335,8 ± 40,6	
		16/10/2007	0,558 ± 0,085	<1,0	0,50 ± 0,15	409,4 ± 49,3	

constate que les résultats sont cohérents d'une campagne de mesure à l'autre, d'un site à l'autre, mais également entre les deux espèces biologiques suivies sur un même site. Par comparaison avec les données de la littérature, il ressort que les concentrations mesurées dans le Nord Cotentin sont en adéquation, voire inférieures, avec les gammes de valeurs observées dans d'autres zones côtières [1]. D'un point de vue réglementaire, les concentrations sont inférieures aux valeurs limites imposées par la Communauté européenne (CE 2006) sur l'alimentation pour le Cd, Pb et Hg mesurés dans le poisson, mais également dans le crabe. Compte tenu de ces résultats, obtenus sur deux campagnes de mesures, sur deux sites et pour seulement deux espèces, il ne semble pas y avoir de marquage des poissons et des crustacés par les rejets chimiques dans le Nord Cotentin. Enfin, concernant l'eau de mer sur les mêmes sites, les concentrations en hydrazine et en TBP sont systématiquement inférieures aux limites de quantification. Cela confirme un impact non significatif sur l'eau.

Pour ce qui est des patelles, les concentrations en métaux mesurées décroissent selon la séquence suivante: Al > Zn > Mn = Cd > Cu > Cr > Ni > Pb > Co > Hg. Barneville est le site pour lequel les concentrations sont les plus élevées, mais également les plus dispersées (figure 2). Il semble qu'il y ait un marquage de ce site lié à des apports anthropiques, autres que ceux des installations nucléaires (site hors influence), apports propres

à ce site. Toutefois, les concentrations mesurées restent comparables à des concentrations en métaux mesurées dans d'autres régions et sur d'autres mollusques [1]. Un effet saisonnier n'a pas pu être clairement établi. Toutefois, une tendance vers des valeurs plus faibles au printemps a pu être observée pour Al, Mn et Zn.

## CONCLUSION

Pour les sédiments marins, cette étude montre des différences entre les sites échantillonnés pour un certain nombre de métaux traces. Les sites de la rade de Cherbourg et des Moulins présentent des teneurs plus élevées que les autres sites de prélèvement. L'hypothèse la plus probable pour expliquer ces différences est la présence, à Cherbourg, d'activités portuaires, industrielles et de rejets urbains. Aux Moulins, la présence de la conduite de rejets issus d'une installation nucléaire au niveau de la zone de prélèvement peut également influencer les concentrations, à laquelle s'ajoute également la teneur du fond géochimique. Cependant, les valeurs mesurées ne sont pas très importantes comparativement aux données de la littérature.

Les teneurs mesurées dans les poissons (*Labrus bergylta*) et les crustacés (*Cancer pagurus*) sont dans la gamme des valeurs habituellement mesurées dans des zones côtières et sont inférieures aux normes existantes en termes de réglementation pour la consommation humaine. →

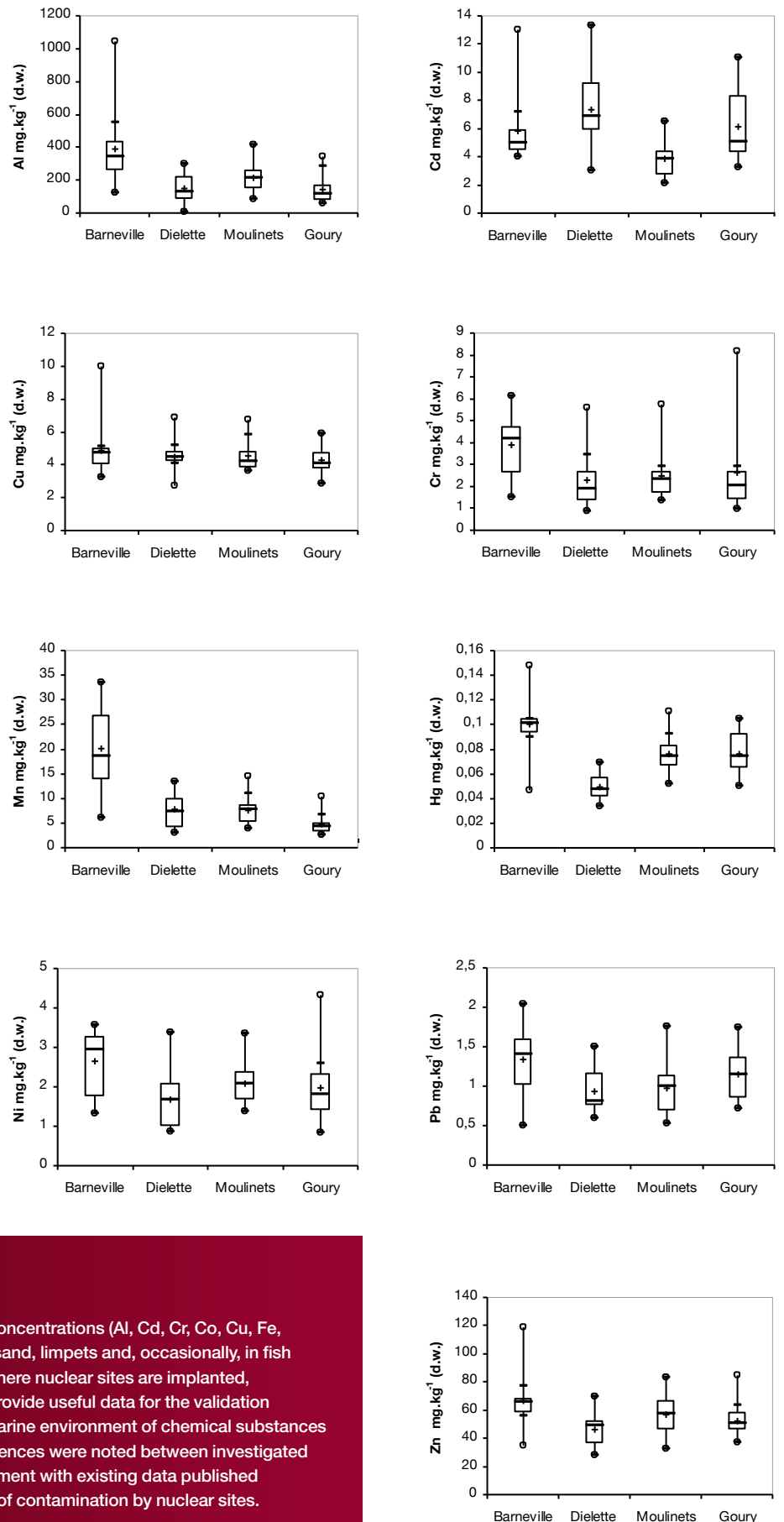
**Tableau 2**

Concentration en métaux (mg.kg<sup>-1</sup> MS.) dans les vieilles (*Labrus bergylta*) et les crabes (*Cancer pagurus*) sur les sites de Flamanville et Les Huquets (moyenne ± écart type ET).

**Figure 2**  
Concentrations mesurées  
dans les patelles (*Patella sp.*).

→ Les teneurs mesurées dans les patelles indiquent des teneurs plus élevées et une plus grande variabilité en métaux traces sur le site de Barneville, sans que cela puisse être attribué aux activités nucléaires de la région, mais plutôt au fond géologique local ou aux conséquences de dragages effectués dans la zone; ceci n'a pas pu être vérifié au cours de l'étude. Sur les autres sites échantillonnés, il n'y a pas de différences significatives entre les teneurs mesurées pour les différents métaux. Par rapport aux données de la littérature, les concentrations mesurées sont dans la gamme de valeurs rencontrées usuellement.

Les rejets chimiques émis par les industries nucléaires du Nord Cotentin ne semblent pas marquer de manière chronique l'environnement marin de la région. Cependant, cette conclusion repose en partie sur la comparaison avec des données de la littérature peu nombreuses. De plus, l'étude a porté sur des mesures effectuées sur une seule année, année qui peut ne pas être totalement représentative de l'activité des installations considérées ici. Par ailleurs, la périodicité des prélèvements allant de bisannuels, pour certains, à mensuels pour d'autres, génère des incertitudes différentes dans l'interprétation des résultats obtenus.



## ABSTRACT

The results of a 1-year long survey of trace metal concentrations (Al, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn) have been measured in beach sand, limpets and, occasionally, in fish and shellfish in the North Cotentin area (France), where nuclear sites are implanted, are presented. The objective of this study was to provide useful data for the validation of models predicting the potential impact on the marine environment of chemical substances contained in the radioactive effluents. Even if differences were noted between investigated sites for various metals, their amounts are in agreement with existing data published for similar site and do not appear to give evidence of contamination by nuclear sites.