



INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'INTERVENTION

**SERVICE D' ETUDE ET DE SURVEILLANCE
DE LA RADIOACTIVITE DANS L' ENVIRONNEMENT**

**Résultats de la campagne d'analyse de radioactivité
dans les bouches de Bonifacio (Corse du Sud)
à la suite de l'incident de navigation du sous-marin USS HARTFORD**

LEPRIEUR Fabrice, GUILLEVIC Jérôme, ALFERES Maria-Luisa,
THEBAULT Hervé, LEMAITRE Nathalie

Note DEI/SESURE n° 03/02

Novembre 2003

SOMMAIRE

1	CONTEXTE DE L'EXPERTISE.....	3
2	ECHANTILLONNAGE.....	3
2.1	NATURE.....	3
2.2	SITUATION GEOGRAPHIQUE DES PRELEVEMENTS	4
3	RESULTATS	7
3.1	EAUX DE MER	7
3.2	VEGETAUX	8
4	COMMENTAIRES	8
5	ACTIONS DE L'IRSN EN COURS	9
5.1	PRELEVEMENTS SUPPLEMENTAIRES.....	9
5.2	ÉTUDE DE LA COURANTOLOGIE DE LA ZONE D'ÉTUDE	10
6	CONCLUSION	10

1 CONTEXTE DE L'EXPERTISE

Le sous-marin USS HARTFORD à propulsion nucléaire de l'US Navy a brièvement heurté le fond de la mer, le 25 octobre 2003, entre les îles sardes de la Maddalena, de Caprera et de San Stefano, à une trentaine de kilomètres au sud de Bonifacio (voir figure 1). L'accident n'a été annoncé publiquement que le 12 novembre 2003.

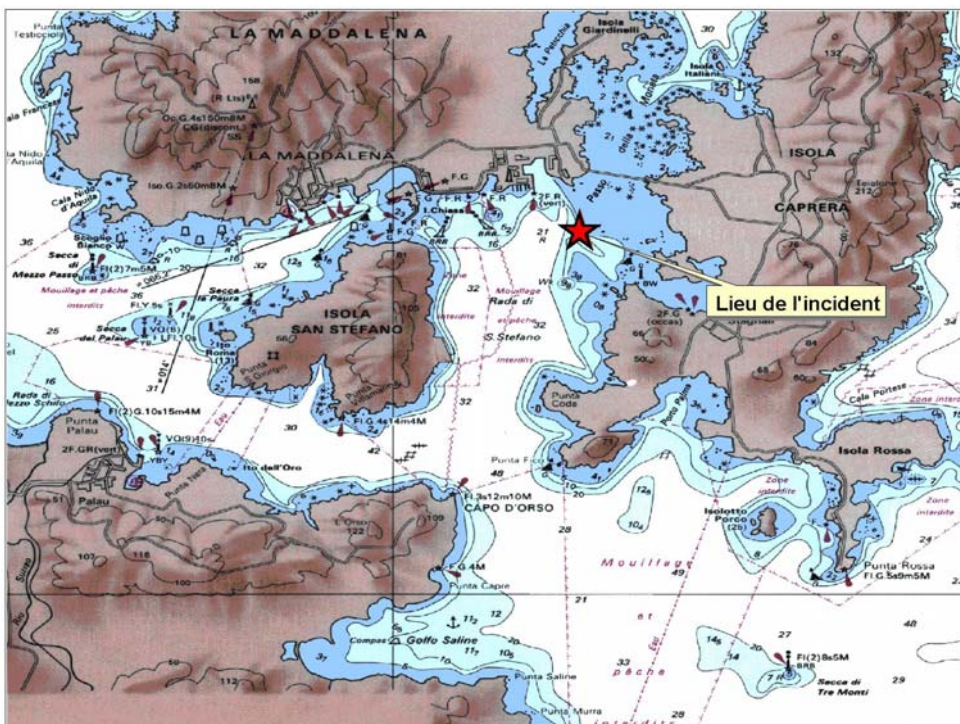


Figure 1 : Lieu annoncé de l'incident de navigation – carte bathymétrique

La suspicion d'un incident plus grave s'est renforcée à l'annonce des mesures disciplinaires prises par l'US Navy : le commandant et le second de l'USS Hartford ont été relevés de leurs fonctions et sont rentrés aux Etats-Unis. L'US Navy assure que les dégâts ne concernent que l'hélice et la coque, et surtout que le réacteur nucléaire n'a pas été affecté par le choc. Le sous-marin a rapidement été réparé dans sa base de San Stefano, avant de mettre le cap le 18 novembre sur la Virginie (Etats-Unis), pour y subir une inspection en cale sèche.

Même s'il n'y a eu en mer aucun déversement de produit polluant, l'Office de l'Environnement de la Corse a demandé qu'une campagne d'analyse de la radioactivité soit effectuée dans le périmètre de la réserve naturelle des bouches de Bonifacio. Sur l'initiative de l'IRSN, d'autres prélèvements ont également été réalisés le 18 novembre 2003 et analysés dans les laboratoires de la Direction de l'Environnement de l'Intervention au Vésinet.

2 ÉCHANTILLONNAGE

2.1 Nature

Trois échantillons ont été prélevés par les services de la Direction de la Solidarité et de la Santé de Corse et de la Corse du Sud (DSS) le 18 novembre 2003 et réceptionnés dans les laboratoires de l'IRSN le 20 novembre 2003. Il s'agit de 2 échantillons d'eau de mer et d'un échantillon de végétaux aquatiques (tableau I). Des analyses ont également été effectuées sur un échantillon d'eau de mer prélevé en routine à Ajaccio.

Tableau I : Echantillonnage environnemental effectué en Corse

N° IRSN	Nature	Lieu de prélèvement	Date de prélèvement	Analyses effectuées
L3095Mdi	Eau de mer	Ajaccio	03/11/03	Spectrométrie gamma Tritium
L3097Mdi	Eau de mer	Plage Ciapilli (Bonifacio)	18/11/03	
L3098Mdi	Eau de mer	Plage de Santa Manza (Bonifacio)	18/11/03	
L3096AIdi	Posidonies	Plage de Santa Manza (Bonifacio)	18/11/03	

2.2 Situation géographique des prélèvements

Des prélèvements d'eau de mer sont effectués à Ajaccio et Bastia dans le cadre de la surveillance globale du territoire (*). Les échantillons d'eau de mer sont prélevés chaque mois et envoyés à l'IRSN qui effectue un pour analyse. En ce qui concerne l'eau de mer prélevée à Ajaccio, les mesures ont été exceptionnellement réalisées sur le prélèvement mensuel effectué le 03 novembre 2003.

(*) *Le réseau de surveillance est géré par Laboratoire de Veille Radiologique environnementale du Vésinet qui traite chaque année près de 30 000 échantillons (aérosols, eaux de toute nature, sols et sédiments, végétaux et animaux terrestres et aquatiques, lait et produits transformés) prélevés dans l'environnement et donnant lieu à 90 000 mesures effectuées par le Laboratoire des Mesures Nucléaires.*

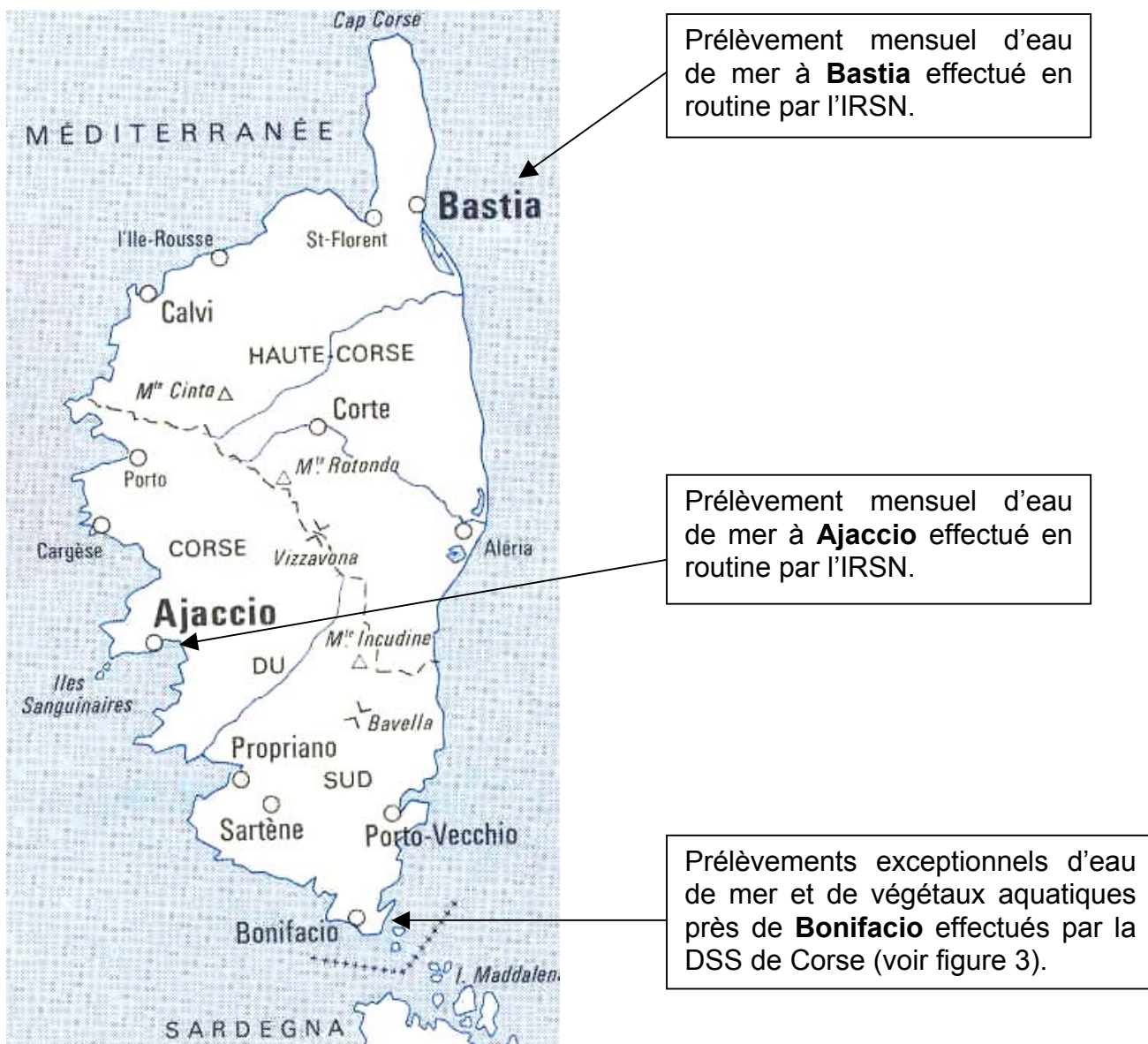
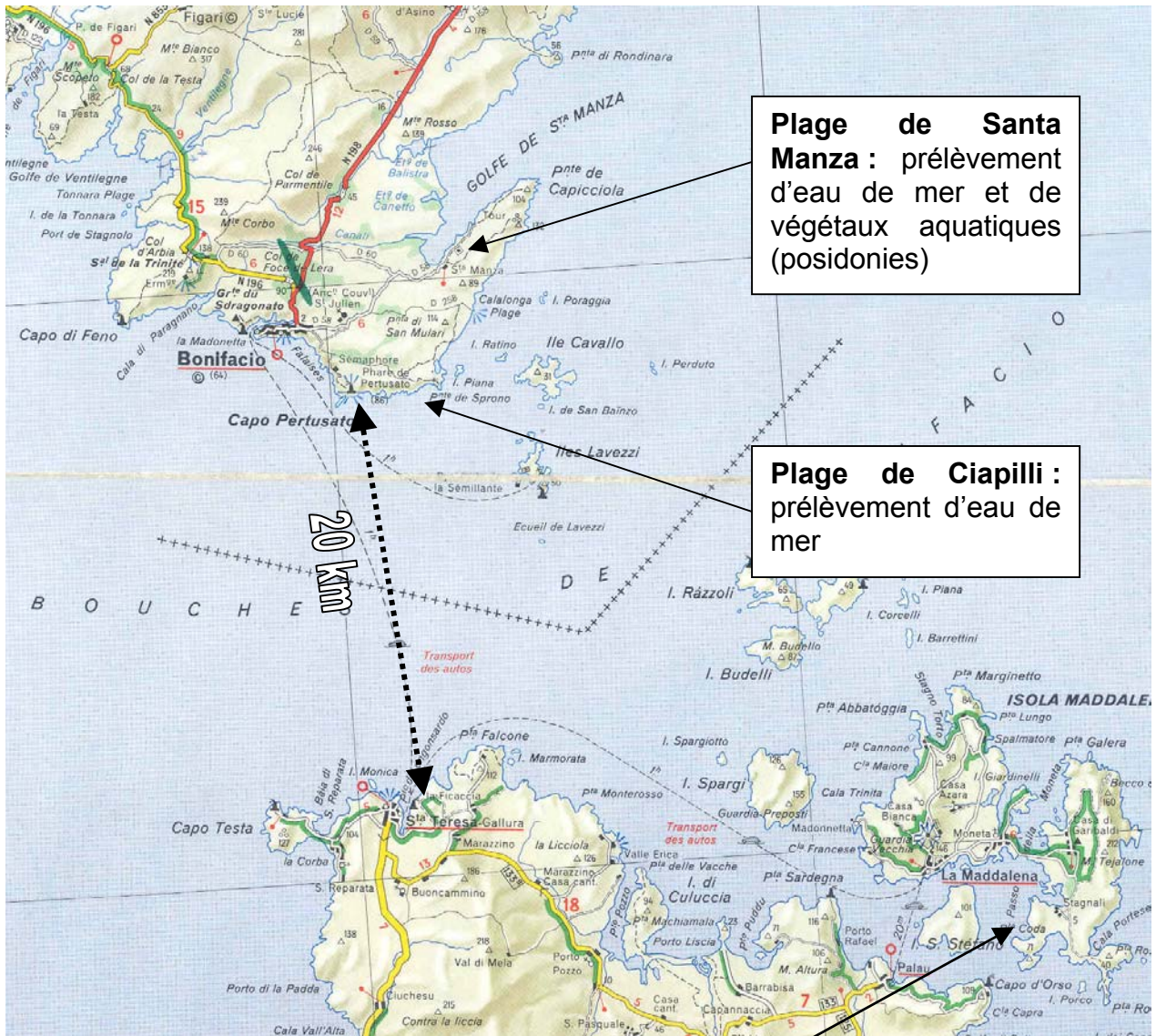


Figure 2 : Situation générale de la Corse et des prélèvements effectués en routine par l'IRSN dans le cadre des réseaux de surveillance de l'environnement.



Incident du sous-marin nucléaire de l'US NAVY le 25 octobre 2003, entre l'île de San Stephano et l'île de Caprera (Nord de la Sardaigne), à une trentaine de kilomètres des côtes corses.

Figure 3 : Situation générale du Sud de la Corse, du lieu de l'incident de navigation et des prélèvements exceptionnels effectués par la DSS de Corse pour l'IRSN.

3 RESULTATS

3.1 Eaux de mer

Tableau II : Résultats de la spectrométrie gamma (valeurs en Bq/l pour tous les radionucléides, valeurs en g/l pour le potassium) et des analyses de tritium (valeurs en Bq/l) effectuées sur les eaux de mer.

Lieu	N°IRSN	Potassium	⁴⁰ K	³ H	⁵⁴ Mn	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹²⁴ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
Ajaccio	L3095	0,47 ± 0,07	15 ± 2	< 9,0	< 0,17	< 0,19	< 0,20	< 0,48	< 0,22	< 0,20
Plage Ciapilli	L3097	0,40 ± 0,68	12 ± 2	< 9,0	< 0,15	< 0,16	< 0,19	< 0,28	< 0,19	< 0,16
Plage de Santa Manza	L3098	0,39 ± 0,07	12 ± 2	< 9,0	< 0,15	< 0,16	< 0,18	< 0,37	< 0,21	< 0,17

Tableau III : Résultats sur 6 années (juillet 1997 à juin 2003) des prélèvements effectués en routine par l'IRSN à Ajaccio et à Bastia dans le cadre de la surveillance globale du territoire.

Lieu	Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	K nat. (g/l)	³ H (Bq/l)
Ajaccio M31 AJC	07/1997	12/1997	0,43 ± 0,02	< 10
	01/1998	06/1998	0,46 ± 0,02	< 10
	07/1998	12/1998	0,43 ± 0,02	< 9,8
	03/1999	06/1999	0,43 ± 0,02	< 11
	07/1999	12/1999	0,47 ± 0,02	< 10
	01/2000	06/2000	0,43 ± 0,02	< 9,1
	07/2000	12/2000	0,44 ± 0,02	< 9,7
	01/2001	06/2001	0,43 ± 0,02	< 9,5
	07/2001	12/2001	0,45 ± 0,02	< 9,3
	01/2002	06/2002	0,43 ± 0,02	< 9,5
	07/2002	12/2002	0,43 ± 0,02	< 10
	01/2003	06/2003	0,42 ± 0,02	< 10
Bastia M191 BAS	07/1997	12/1997	0,43 ± 0,02	< 10
	01/1998	06/1998	0,43 ± 0,02	< 10
	07/1998	12/1998	0,44 ± 0,02	< 9,8
	03/1999	06/1999	0,44 ± 0,02	< 11
	07/1999	12/1999	0,45 ± 0,02	< 10
	01/2000	06/2000	0,47 ± 0,02	< 9,1
	07/2000	12/2000	0,45 ± 0,02	< 9,7
	01/2001	06/2001	0,41 ± 0,02	< 9,5
	07/2001	12/2001	0,44 ± 0,02	< 9,3
	01/2002	06/2002	0,43 ± 0,02	< 9,5
	07/2002	12/2002	0,43 ± 0,02	< 10
	01/2003	06/2003	0,44 ± 0,02	< 10

3.2 Végétaux

Les végétaux aquatiques prélevés sont des posidonies (*Posidonia oceanica*) dont la particularité est d'être une espèce endémique de la Méditerranée. *Posidonia oceanica* n'est pas une algue, contrairement à ce que pensent beaucoup de personnes, mais une plante supérieure évoluée avec un appareil végétatif complet, et appartenant à l'embranchement des Phanérogames. La Posidonie est un végétal marin dont la pousse se fait par le biais du développement de tiges souterraines (ou rhizomes) qui s'étalent pour former de vastes prairies appelées herbiers, entre 0 et 40 mètres de profondeur environ.

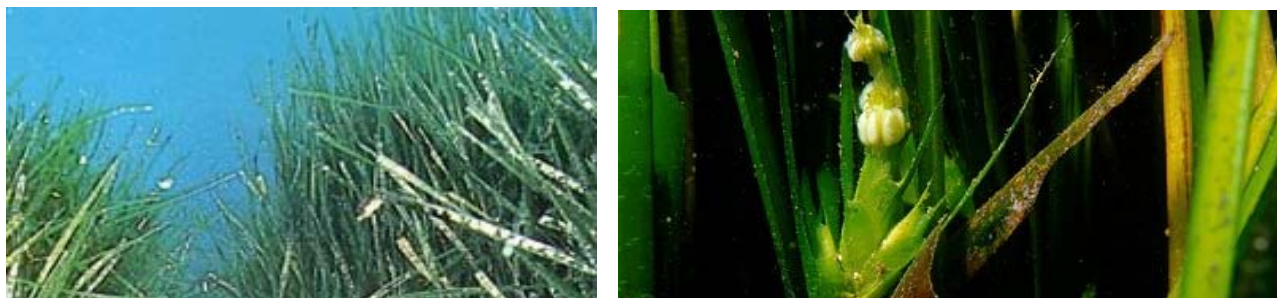


Figure 4 : Posidonies (*Posidonia oceanica*)

Tableau IV : Résultats de la spectrométrie gamma (valeurs en Bq/kg frais pour tous les radionucléides, valeur en g/kg frais pour le potassium) et des analyses de tritium (valeurs en Bq/kg frais) effectuées sur les posidonies.

Lieu	N°IRSN	K	⁴⁰ K	⁷ Be	⁵⁴ Mn	⁵⁸ Co	¹⁰⁶ Ru	¹²⁴ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²³⁴ Th	^{234m} Pa
Plage de Santa Manza	L3096	0,13	4 ± 2	22 ± 2	< 0,16	< 0,16	< 1,5	< 0,32	< 0,20	< 0,17	45 ± 18	44 ± 14

4 COMMENTAIRES

Les résultats du contrôle des eaux de mer sont en bon accord avec les valeurs trouvées les années précédentes et ne révèlent aucune activité particulière (tableau V). Les mesures de tritium et de spectrométrie gamma ne montrent aucune activité significative pour les radioéléments artificiels au-dessus de nos limites de détection.

La radioactivité d'origine naturelle est qualitativement et quantitativement identique à celle observée lors des années antérieures. Comme les années précédentes, le ⁴⁰K est le radionucléide d'origine naturelle prépondérant. Son dosage par spectrométrie gamma, tout en permettant le calcul des teneurs en potassium stable des échantillons, est essentiel puisque cet élément est régulé dans la plupart des échantillons biologiques prélevés. Le ⁷Be est naturellement produit dans l'atmosphère. Généralement pas ou peu détecté dans les échantillons de l'environnement, le ⁷Be présente des concentrations et une fréquence de détection fluctuant. Dans les posidonies, la radioactivité d'origine naturelle est donc essentiellement due au ⁴⁰K, au ⁷Be, ainsi qu'aux éléments des familles du ²³²Th et de ²³⁸U.

Aucun impact radioécologique observable lié à cet incident n'a été mis en évidence dans les analyses effectuées par l'IRSN sur ces échantillons aquatiques.

5 ACTIONS DE L'IRSN EN COURS

5.1 Prélèvements supplémentaires

Dans le cadre du réseau OPERA (*), deux prélèvements exceptionnels ont été effectués à la demande de l'IRSN et en accord avec le Bureau de l'Office de l'Environnement de la Corse :

- 1 prélèvement de moules anticipé au 24/11/03 à la station OPERA de Santa Manza (commune de Bonifacio) par notre correspondant habituel, l'Ifremer de Corse. Le traitement de l'échantillon est en cours ;
- 1 prélèvement supplémentaire de posidonies (feuilles et rhizomes) pris dans la zone de la Réserve Naturelle de Bonifacio par l'OEC. L'échantillon a été réceptionné au laboratoire de l'IRSN le 26/11/03.

(*) Le réseau OPERA a deux objectifs : l'observation de la radioactivité d'origine naturelle et artificielle présente dans l'environnement (y compris à l'état de traces) ; et la compréhension des mécanismes de transferts des radionucléides dans l'environnement ainsi que l'estimation des flux. OPERA compte 34 stations qui effectuent périodiquement la collecte d'échantillons sur tout le territoire français (dont Papeete et St Denis de la Réunion) et dans les différents milieux. La collecte des échantillons marins est effectuée bimestriellement et porte sur des organismes vivants connus pour accumuler les radioéléments au sein de leurs tissus. Les plus couramment collectés sont les algues, les moules et certains poissons vivant au contact des sédiments. Présents en quantité suffisante toute l'année, ces bio-indicateurs sont représentatifs des niveaux de contamination de l'écosystème étudié. Pour chacun d'entre eux, des échantillons d'environ 4 kg sont collectés mensuellement.

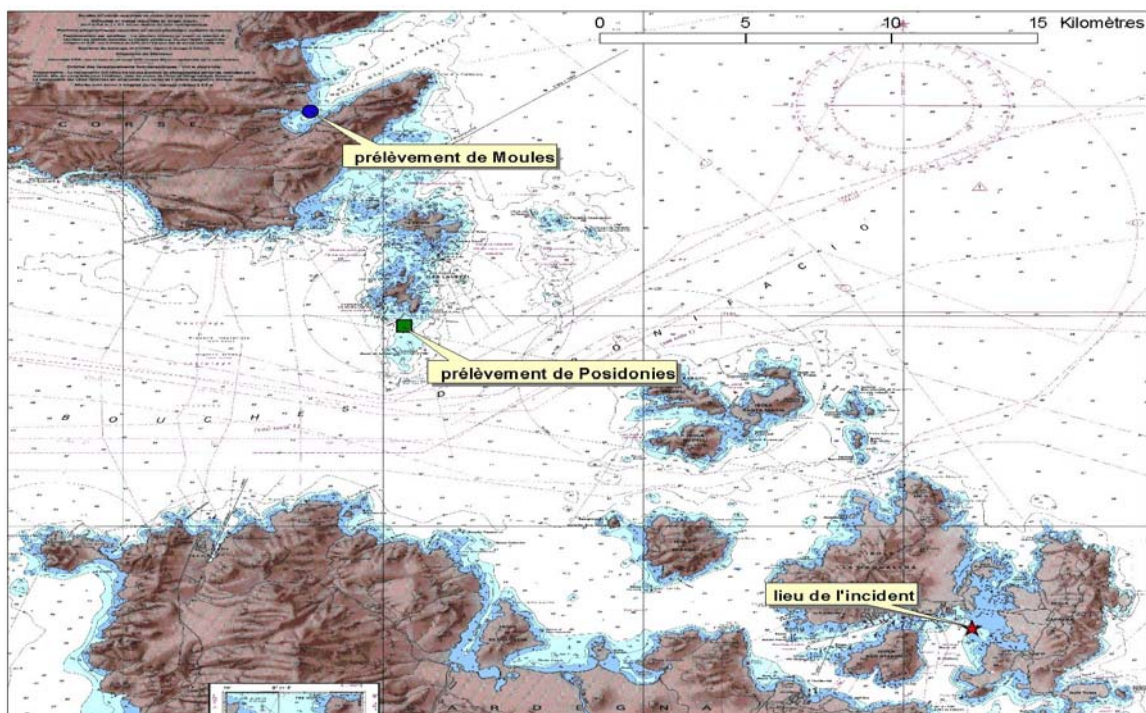


Figure 5 : Situation générale du sud de la Corse, du lieu de l'incident de navigation et des prélèvements supplémentaires exceptionnels effectués dans le cadre de l'observatoire OPERA.

5.2 Etude de la courantologie de la zone d'étude

Concernant la courantologie de la zone concernée entre la Corse et la Sardaigne, il est très difficile d'avoir des informations à l'échelle locale en raison de la faible bathymétrie (moins de 50m). Dans ce cas, le forçage par le vent, modifié par l'orographie, est prépondérant.

Cependant, on peut voir la circulation à large échelle (voir figure 6) pour la période encadrant la date de l'incident de navigation. En rejouant le modèle à partir des mesures et non plus de la simulation, on confirme la circulation générale dans la zone. A partir du 22/10/2003, et durant les jours suivants, un courant fort s'est établi d'Ouest en Est dans les bouches de Bonifacio. Ces courants n'étaient pas propices au transfert d'une éventuelle radioactivité émise depuis la zone de l'incident de navigation vers les bouches de Bonifacio.

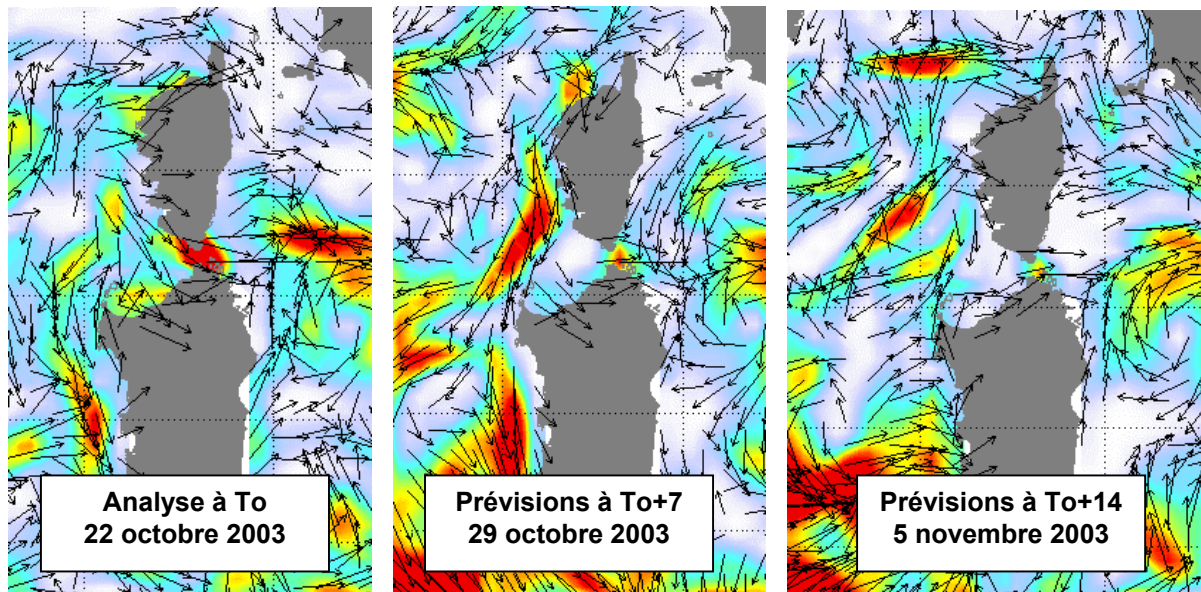


Figure 6 : Courants de surface sur la zone d'étude (bulletin Mercator du 22/10 au 05/11/2003).

6 – CONCLUSION

Les résultats des mesures effectuées par l'IRSN sur les trois échantillons prélevés dans les bouches de Bonifacio le 18 novembre 2003 par la DSS de Corse n'ont révélé aucune radioactivité artificielle anormale. Ces résultats sont comparables à ceux mesurés régulièrement sur les échantillons provenant des stations de prélèvement d'Ajaccio et de Bastia.

Par conséquent, aucun impact radiologique observable lié à l'incident de navigation du sous-marin USS Hartford n'a été mis en évidence.

Par ailleurs, les courants enregistrés à large échelle pour la période encadrant la date de l'incident de navigation n'étaient pas propices au transfert d'une éventuelle radioactivité émise depuis la zone d'incident vers les bouches de Bonifacio.

Enfin, dans le cadre du réseau OPERA exploité par l'IRSN, des prélèvements exceptionnels ont été effectués le 24 novembre 2003, l'un de moules dans la station de Santa Manza, l'autre de posidonies dans la réserve naturelle de Bonifacio. Ces échantillons sont en cours de mesure, à de très bas niveaux de radioactivité, dans les laboratoires de l'IRSN.