

Direction du Centre de Nantes  
Département Biogéochimie et Ecotoxicologie

Didier CLAISSE

Juillet 2010 - R.INT.DCN-BE/2010.03

Ifremer

## Réseau d'Observation de la contamination chimique (ROCCH)

### Surveillance 2009 dans le biote en Martinique

Lettre-contrat ODE / Ifremer 2009 n° 09 / 5 210 382 / F



*Isognomon alatus*, l'espèce sentinelle en Martinique

# **Réseau d'Observation de la contamination chimique (ROCCH)**

## **Surveillance 2009 dans le biote en Martinique**

Lettre-contrat ODE / Ifremer 2009 n° 09 / 5 210 382 / F

## Sommaire

<b>1. Préambule</b>	<b>3</b>
<b>2. Historique de la surveillance RNO en Martinique</b>	<b>3</b>
<b>3. Surveillance ROCCH menée en 2009 en Martinique</b>	<b>4</b>
3.1. Points de prélèvements	4
3.2. Contaminants recherchés	5
3.3. Déroulement des opérations	5
<b>4. Assistance fournie par l'Ifremer en 2009</b>	<b>5</b>
4.1. En Métropole (Nantes)	5
4.2. En Martinique	6
<b>5. Résultats acquis en 2009</b>	<b>6</b>
<b>6. Conclusions, recommandations</b>	<b>8</b>
<b>ANNEXE 1 – Liste du matériel mis à disposition par Ifremer</b>	<b>9</b>
<b>ANNEXE 2 – Extrait du bulletin RNO 2006</b>	<b>10</b>

## 1. Préambule

Ce rapport présente les actions menées et les résultats acquis en 2009 dans le cadre de la surveillance chimique du ROCCH (Réseau d'Observation de la Contamination chimique) en Martinique. Il est rédigé dans le cadre de la convention 2009 entre l'Office de l'Eau de la Martinique et l'Ifremer (Lettre-contrat n° 09 / 5 210 382 / F).

Selon les termes de ce contrat, l'assistance de l'Ifremer porte sur :

- la coordination des travaux du prestataire à partir de Nantes et de la Martinique en référence au Cahier des Charges Techniques établi par Ifremer,
- la mise à disposition de matériel spécifique,
- la mise à disposition de locaux au sein de la Délégation Ifremer de Martinique pour le traitement des échantillons par le prestataire,
- la réalisation des analyses de métaux et la gestion de la sous-traitance pour l'analyse des contaminants organiques,
- la bancarisation des données dans la base Quadrige2,
- la mise à disposition des résultats.

Au préalable, pour cette première année et le présent rapport, il a paru utile de rappeler l'historique de la surveillance chimique RNO puis ROCCH en Martinique ainsi que les circonstances ayant conduit l'ODE à prendre cette surveillance en charge à partir de 2009.

## 2. Historique de la surveillance RNO en Martinique

Le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) a été créé en 1974 par le Ministère chargé de l'environnement. Jusqu'en 1978 le suivi n'a concerné que l'hydrologie (paramètres généraux de qualité du milieu et nutriments dans l'eau). En 1979 a été initié le suivi des contaminants chimiques dans les organismes marins, utilisés comme indicateurs quantitatifs de contamination.

En 1999, à la demande des DIREN de Martinique et Guadeloupe, une mission d'expertise menée par l'Ifremer dans les deux départements avait pour but d'évaluer les possibilités d'extension du RNO à ces DOM. En 2000 et 2001 deux laboratoires locaux ont été sélectionnés et se sont équipés pour réaliser sur place les analyses d'hydrologie marine. Ils ont été formés puis intercalibrés par les équipes de l'Ifremer. Concernant le suivi des contaminants, *Isognomon alatus* a été choisi comme espèce indicatrice et il a été décidé de réaliser les analyses à l'Ifremer de Nantes.

Après une nouvelle mission d'assistance au démarrage, le RNO martiniquais et guadeloupéen est entré en fonctionnement fin 2001 pour l'hydrologie et début 2002 pour les contaminants chimiques, sur financement du ministère chargé de l'environnement, au même titre que le réseau métropolitain. Les résultats ont été archivés dans la base Quadrige de l'Ifremer.

La première année de suivi hydrologique a fait l'objet de deux rapports présentant les résultats en 2003 et d'une synthèse dans l'édition 2003 du bulletin annuel du RNO. Les résultats du suivi des contaminants ont été présentés dans l'édition 2006 du bulletin dont on trouvera un extrait en annexe 2.

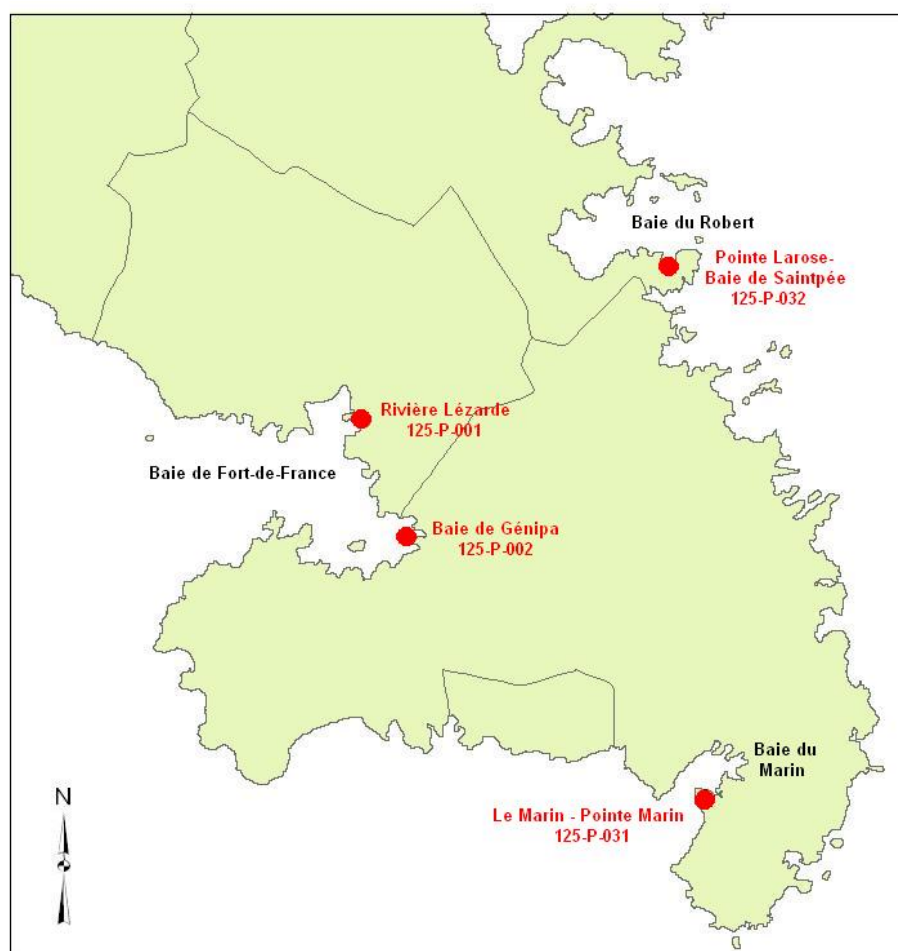
Fin 2007, la mise en place de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) a provoqué l'arrêt du financement du RNO par le MEEDDM et donc la cessation des activités pérennes de ce réseau. Il a été remplacé par le ROCCH (Réseau d'Observation de la Contamination Chimique) qui ne concerne plus que les contaminants dans le cadre de la surveillance DCE et, pour la métropole, du classement sanitaire des zones conchylicoles.

### 3. Surveillance ROCCH menée en 2009 en Martinique

En 2008, la DIREN, puis l'ODE de Martinique ont fait connaître leur intérêt pour la reprise d'une surveillance de type RNO sur le littoral du département. Ce suivi, redémarré en 2009, fait désormais l'objet d'une convention annuelle entre l'ODE et l'Ifremer. Le suivi hydrologique n'a pas été repris. Ce type de surveillance n'est d'ailleurs plus rattaché au ROCCH mais au REPHY (réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines).

#### 3.1. Points de prélèvements

Le suivi des contaminants dans le bivalve indicateur *Isognomon alatus* porte sur 4 points échantillonnés deux fois par an (février et novembre +/- une semaine). En 2009, les premiers prélèvements n'ont pu avoir lieu qu'entre le 9 et le 12 mars du fait des délais de mise en place des conventions pour la première année. Les points de prélèvement actuellement suivis figurent sur la carte ci-dessous :



Le découpage du littoral et le référencement des lieux ayant changé lors de la mise en service de Quadrigé<sup>2</sup>, la seule nomenclature des points de prélèvement à utiliser désormais est la suivante. Les coordonnées sont en degrés décimaux :

Ancien Identifiant	Mnémo actuel	Libellé	Longitude WGS84	Latitude WGS84
49 130 102	125-P-001	Rivière Lézarde	-61.02095145	14.60080776
49 130 103	125-P-002	Baie de Génipa	-60.9934514	14.55047592
49 131 104	125-P-031	Le Marin - Pointe Marin	-60.879797	14.447825
49 132 105	125-P-032	Pointe Larose – Baie de Saintpée	-60.88611937	14.65780686

### 3.2. Contaminants recherchés

Les contaminants recherchés figurent dans le tableau ci-dessous :

<b>Contaminants mesurés dans <i>Isognomon alatus</i></b>
<b>Métaux :</b> argent (Ag), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb), zinc (Zn)
<b>Organochlorés :</b> DDT, DDD, DDE, lindane ( $\gamma$ -HCH), $\alpha$ -HCH, chlordécone 5b hydro, chlordécone hydrate polychlorobiphényles (Congénères 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180).
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :</b> Naphtalène, acénaphthylène, acénaphène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, Indéno(1,2,3-cd)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)pérylène.

### 3.3. Déroulement des opérations

Les prélèvements, le décoquillage et la préparation des échantillons sont désormais réalisés par le cabinet d'études "Impact-Mer" avec l'assistance de la station Ifremer du Robert qui met à disposition du matériel et un local pour les travaux de paillasse. Le cahier des charges de la collaboration d'Impact-Mer a été élaboré par l'Ifremer.

Pour chaque campagne de prélèvement (février et novembre), Impact-Mer fournit un rapport sur le déroulement des opérations et les problèmes rencontrés, ainsi que les fiches de saisie biométriques et les fiches de contrôle des prélèvements. Selon leur nature, les éventuels problèmes rencontrés sont traités soit avec la coordination ROCCH, soit avec la station Ifremer du Robert. Les seules difficultés rencontrées tiennent, comme par le passé, à l'instabilité des gisements sauvages et à la petite taille de certaines huîtres.

Les échantillons congelés sont ensuite expédiés au département "Biogéochimie et Ecotoxicologie" de l'Ifremer à Nantes. Celui-ci procède à leur broyage, homogénéisation et lyophilisation. Il réalise l'analyse des métaux et gère la sous-traitance des analyses de contaminants organiques. Les résultats sont saisis dans la base Quadrigé<sup>2</sup> par la coordination du ROCCH et mis à disposition de l'ODE et de la communauté scientifique.

## 4. Assistance fournie par l'Ifremer en 2009

### 4.1. En Métropole (Nantes)

#### Actions menées par la coordination du ROCCH :

- Préparation et suivi de la convention ODE/Ifremer.
- Elaboration du cahier des charges du prestataire chargé des prélèvements.
- Gestion informatique du programme, système d'identification des échantillons.
- Préparation de Quadrigé<sup>2</sup> à l'accueil des données (stratégies, référentiel, etc.).
- Demande de devis au prestataire analytique pour les contaminants organiques, élaboration de l'annexe technique au contrat de sous-traitance, gestion du contrat, réception des résultats.
- Saisie des résultats dans la base quadrigé.
- Communication des résultats à l'ODE (Julie Gresser), Impact-Mer et Ifremer Le Robert.
- Rédaction du présent rapport.

### Actions menées par le département DCN/BE :

- Préparation du flaconnage, traitements chimiques et conditionnement.
- Expédition des caisses isothermes et du flaconnage à l'Ifremer du Robert.
- Réception des mêmes caisses contenant les échantillons, enregistrement de ces derniers.
- Broyage, homogénéisation, lyophilisation des échantillons.
- Analyses des métaux, rendu des résultats à la coordination du ROCCH pour saisie dans Quadrige.

### 4.2. En Martinique

#### Actions menées par le département DCM-BOME-LAM :

- Préparation et suivi de la convention ODE/Ifremer.
- Campagne d'accompagnement des préleveurs pour la localisation des stations historiques du RNO. Transmission de l'expérience acquise de 2002 à 2007.
- Mise à disposition de matériel (voir liste en annexe 1).
- Mise à disposition d'un laboratoire pour les travaux de paillasse.

### 5. Résultats acquis en 2009

En 2009, tous les échantillonnages prévus ont pu être réalisés. Le nombre total d'échantillons est donc de 8. La liste figure dans les tableaux de résultats des pages suivantes.

Les résultats acquis ont été saisis et validés dans la base Quadrige<sup>2</sup>. Ils sont présentés intégralement dans les tableaux suivants (résultats exprimés par rapport au poids sec).

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux acquis entre 2002 et 2004 et qui ont été présentés dans le bulletin RNO 2006 (annexe 2). Les résultats acquis en 2009 sont tout à fait cohérents avec ceux du passé, confirmant les hiérarchies géographiques pour chaque contaminant. Seule la somme  $\Sigma$ DDT à la pointe Larose présente en novembre des valeurs fortes inhabituelles, à confirmer en 2010. A noter également que la limite de quantification (LQ) du lindane annoncée par le laboratoire d'analyses est supérieure d'un ordre de grandeur à celles du passé ce qui ne permet pas de comparer les résultats. Il sera demandé au prestataire d'abaisser sa LQ pour les années suivantes. La chlordécone n'était pas mesurée par le RNO. A noter que tous les résultats sont inférieurs à la LQ, soit < 10 µg/kg, poids sec.

### Résultats ROCCH 2009 en Martinique pour les métaux (poids sec) et la biométrie.

N° Echantillon ROCCH	Nom du point	Date	Taille moyenne	Ecart-type Taille	Matière Sèche	Cr	Ni	Cu	Zn	Ag	Cd	Pb	Hg
			mm	mm	%								
09-90	Rivière Lézarde	10/03/2009	59	8	24	/	0.35	7.3	2520	< 0,05	0.23	0.2	0.046
09-91	Baie de Génipa	11/03/2009	82	8	18	/	0.33	8.2	3775	< 0,05	0.37	0.1	0.057
09-92	Le Marin – Pointe Marin	09/03/2009	61	8	23	/	0.53	10	6429	2.2	0.21	0.4	0.070
09-93	Pointe Larose – Baie de Saintpée	12/03/2009	67	4	21	/	0.76	8.5	4396	< 0,05	0.21	0.1	0.066
09-490	Rivière Lézarde	25/11/2009	76	7	18	0.31	0.39	10.2	5676	< 0,05	0.35	0.27	0.058
09-491	Baie de Génipa	24/11/2009	80	9	17	0.97	0.50	9.0	5932	< 0,05	0.49	0.15	0.080
09-492	Le Marin – Pointe Marin	23/11/2009	72	6	19	0.37	0.56	11.7	7575	10.2	0.18	0.31	0.085
09-493	Pointe Larose – Baie de Saintpée	26/11/2009	63	7	18	0.57	0.72	8.4	9717	0.06	0.35	0.18	0.078

## Résultats ROCCH 2009 en Martinique pour les organochlorés (poids sec).

N° Echantillon ROCCH	Nom du point	Date	DDT	DDD	DDE	A-HCH	G-HCH	Chlordecone 5b hydro	Chlordecone hydrate	CB28	CB52	CB101	CB118	CB153	CB138	CB180
			µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
09-90	Rivière Lézarde	10/03/2009	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.1	0.17	0.33	0.18	5.6	2.5	2.6
09-91	Baie de Génipa	11/03/2009	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.19	0.23	0.15	0.11	1	0.32	0.45
09-92	Le Marin – Pointe Marin	09/03/2009	<1.0	<1.0	3.6	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.12	0.37	0.47	0.72	2.5	1.7	0.83
09-93	Pointe Larose – Baie de Saintpée	12/03/2009	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	<0.1	0.11	0.11	<0.1	0.41	0.23	0.2
09-490	Rivière Lézarde	25/11/2009	1.3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.3	0.2	0.5	0.1	6.1	1.8	2.5
09-491	Baie de Génipa	24/11/2009	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.4	0.6	0.1	0.2	1.4	0.3	0.1
09-492	Le Marin – Pointe Marin	23/11/2009	2.1	<1.0	2.5	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.5	0.2	0.6	0.5	3.4	0.6	0.3
09-493	Pointe Larose – Baie de Saintpée	26/11/2009	2.1	1.1	5.4	<1.0	<1.0	<10.0	<10.0	0.3	0.4	0.5	0.2	1.8	0.3	0.6

## Résultats ROCCH 2009 en Martinique pour les HAP (poids sec).

N° Echantillon ROCCH	Nom du point	Date	Naphtalène	Acénaphthylène	Acénaphtène	Fluorène	Phénanthrène	Anthracène	Fluoranthène	Pyrène	Benzo(a)anthracène	Chrysène	Benzo(b)fluoranthène	Benzo(k)fluoranthène	Benzo(a)pyrène	Indeno(1,2,3-cd) pyrène	Dibenzo(a,h)anthracène	Benzo(g,h,i)pérylène
			µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
09-90	Rivière Lézarde	10/03/2009	10.0	<1.0	<1.0	41.8	13.4	<1.0	2.9	4.6	<1.0	<1.0	<1.0	1.3	1.2	<5.0	<5.0	<5.0
09-91	Baie de Génipa	11/03/2009	9.5	<1.0	<1.0	26.5	10.9	<1.0	1.6	2.2	<1.0	<1.0	<1.0	1.5	1.2	<5.0	<5.0	<5.0
09-92	Le Marin – Pointe Marin	09/03/2009	7.4	<1.0	<1.0	24.1	11.6	<1.0	2.2	2.2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.2	<5.0	<5.0	<5.0
09-93	Pointe Larose – Baie de Saintpée	12/03/2009	17.7	<1.0	<1.0	21.4	8.7	1.5	2.2	2.2	<1.0	<1.0	5.3	1.8	1.1	<5.0	<5.0	<5.0
09-490	Rivière Lézarde	25/11/2009	3.1	<1.0	3.2	4.0	3.5	<1.0	2.2	3.8	1.6	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<5.0	<5.0	<5.0
09-491	Baie de Génipa	24/11/2009	4.4	<1.0	7.6	2.2	3.3	<1.0	2.2	2.3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<5.0	<5.0	<5.0
09-492	Le Marin – Pointe Marin	23/11/2009	3.7	<1.0	<1.0	4.6	3.4	<1.0	2	2.8	3.2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<5.0	<5.0	<5.0
09-493	Pointe Larose – Baie de Saintpée	26/11/2009	2.4	<1.0	<1.0	4.1	4.4	<1.0	2.5	3.4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<5.0	<5.0	<5.0



## **6. Conclusions et recommandations**

A l'initiative de la DIREN et de l'ODE, la reprise d'un suivi de type RNO en Martinique a été possible dès 2009, ne laissant qu'une année d'interruption en 2008. Le transfert des prélèvements, auparavant réalisés par la station Ifremer du Robert, au cabinet d'étude Impact-Mer s'est déroulé au mieux et la collaboration entre les deux organismes est toujours satisfaisante. Les problèmes de tailles des huîtres et de leur disponibilité n'est pas nouveau et demande une adaptation constante des zones de prélèvements. Ces déplacements doivent rester dans une limite raisonnable afin de ne pas induire de modification des niveaux de contamination observés.

Les résultats acquis en 2009 confirment dans une très large mesure ceux acquis de 2002 à 2007. En particulier, les très fortes teneurs en argent de la baie du Marin sont à nouveau observées, de même que celles en DDT, DDD, DDE au même endroit et celles en PCB de la rivière Lézarde.

Les fortes concentrations en DDT, DDD, DDE observées en novembre 2009 à la pointe Larose demandent à être confirmées par les campagnes suivantes. Il sera utile de rechercher l'historique des lieux exacts de prélèvement sur ce point ayant connu quelques vicissitudes.

Les concentrations en lindane et en chlordécone sont toujours inférieures aux limites de quantification. Il conviendra de consulter le laboratoire d'analyse sur la possibilité d'abaisser cette LQ d'un ordre de grandeur.

La poursuite de l'acquisition de données sur les mêmes points de prélèvements que ceux du RNO historique permettent également d'alimenter les séries temporelles initiées en 2002. Ces séries permettent d'évaluer les tendances lorsqu'elles existent. L'interruption de 2008, suivie d'une seule année de donnée, rend difficile l'exploitation statistique des résultats. Le rapport 2010 tentera ce genre d'analyse des données.

---

## ANNEXE 1 – Liste du matériel mis à disposition par Ifremer

Opération	Description	Origine
<b>Prélèvements</b>	2 paires de gants épais 1 brosse 1 filet Sacs plastiques 1 caisse isotherme (glacière)	Le Robert " " " "
<b>Epuration</b>	3 bonbonnes de 10 litres 2 bacs en plastique 20 litres, traités à l'acide + portoir perforé à l'intérieur <i>Locaux Ifremer du Robert - mise à disposition d'un espace où disposer les bacs d'épuration durant une semaine</i>	Le Robert Nantes
<b>Décoquillage</b>	Papier essuie-tout Eau déminéralisée (flacon 1000 ml + pissette de 250 ml) Pied à coulisse Balance de laboratoire au décigramme 2 scalpels inox Pince brucelles 2 entonnoirs de Buchner en porcelaine Feuilles aluminium calciné Gants polyéthylène ou nitrile jetables <i>Locaux Ifremer du Robert - laboratoire pour traitement des échantillons</i>	Le Robert " " " " " " Nantes "
<b>Conditionnement congélation</b>	piluliers en verre traités avec couvercle plastique Etiquettes piluliers pré formatées Formulaires de saisie des données <i>Locaux Ifremer du Robert - Mise à disposition d'un congélateur durant une semaine</i>	Nantes " Le Robert
<b>Expédition</b>	Caisse isotherme, deux niveaux d'alvéoles	Nantes

## ANNEXE 2 – Extrait du bulletin RNO 2006

### Premiers résultats acquis en Guadeloupe et en Martinique

Seuls les résultats acquis sur *Isognomon alatus* sont présentés ici. Ce choix est justifié d'une part par le petit nombre d'échantillons concernant *Crassostrea rhizophorae*, d'autre part par le fait que le suivi n'est plus mené que sur *Isognomon alatus* depuis 2005.

Il est important de souligner que les niveaux de présence des contaminants observés aux Antilles ne peuvent pas être comparés directement à ceux de la métropole du fait de l'utilisation d'un bivalve différent. *Isognomon alatus* présente de grandes différences de bioaccumulation avec les mollusques utilisés en métropole. La présentation des résultats antillais avec le reste du littoral était impossible, plusieurs années de recul étant nécessaires pour apprécier les différences de bioaccumulation comme nous les connaissons entre les moules et les huîtres métropolitaines.

Le suivi RNO aux Antilles a débuté en 2002. Les figures des pages 49 à 51 présentent donc, pour chaque paramètre et chaque point de prélèvement, les médianes des observations de 2002 à 2004, sauf pour quelques métaux suivis plus récemment.

Du fait des problèmes d'échantillonnage rencontrés, seuls sept points de prélèvement présentent un jeu de données suffisant pour être traité. Après trois années de surveillance, plusieurs faits marquants peuvent déjà être soulignés et sont commentés ci-après.

#### Argent

L'argent est considéré comme un excellent traceur de la contamination urbaine. Les points "Rivière Lézarde", "Baie de Génipa", "Pointe Larose" en Martinique, et "Pointe de la Grande Rivière" en Guadeloupe semblent exempts d'apports significatifs en argent et présentent des concentrations proches des limites de détection analytiques et pouvant être considérées comme naturelles. Ces points sont représentatifs du fond géochimique régional pour ce métal. Par contre, La **Pointe J'ai fouillé** en Guadeloupe et surtout la **baie du Marin** en Martinique présentent des niveaux très élevés (jusqu'à 520 fois le bruit de fond local pour le second). L'origine de cette contamination par l'argent est pour le moment inconnue, ce qui justifierait une enquête locale.

#### Autres métaux

Sans être aussi spectaculaires que pour l'argent, quelques faits marquant méritent d'être soulignés. La **Pointe Noire** en Guadeloupe semble soumise à des apports significatifs en chrome, en nickel et en vanadium. La **baie du Marin** et la **Pointe Larose** en Martinique sont, elles, soumises à des apports de zinc. L'homogénéité des concentrations en cuivre fait penser à une régulation de ce métal par *Isognomon alatus*, comme cela est le cas pour le genre *Mytilus*.

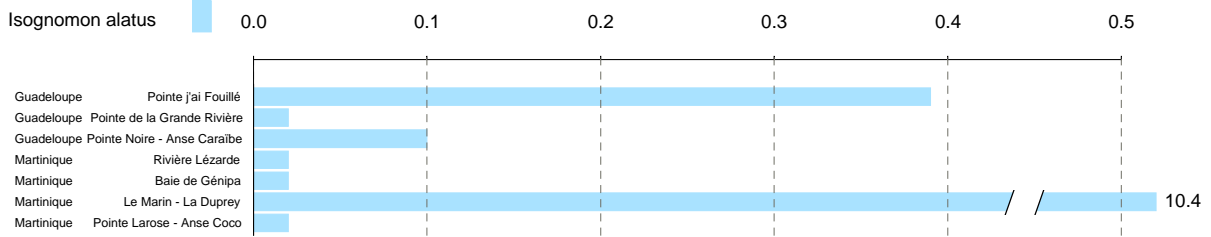
#### Contaminants organiques

En Martinique, la **Baie du Marin** présente des niveaux de présence en DDT et en HAP significativement plus élevés que l'ensemble du littoral antillais. Les fortes teneurs en HAP (représenté ici par le fluoranthène) pourraient s'expliquer par la présence d'un très important port de plaisance au fond de la baie.

Les concentrations en PCB (représentés ici par le congénère CB 153) sont toutes inférieures à 10  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ . Cependant, la Rivière Lézarde présente des concentrations qui sont environ quatre fois supérieures à celles observées sur le reste du littoral antillais. Le fait que cette rivière draine près du 1/5 de la surface de l'île et traverse la zone industrielle du Lamentin et de l'aéroport peut expliquer cette singularité.

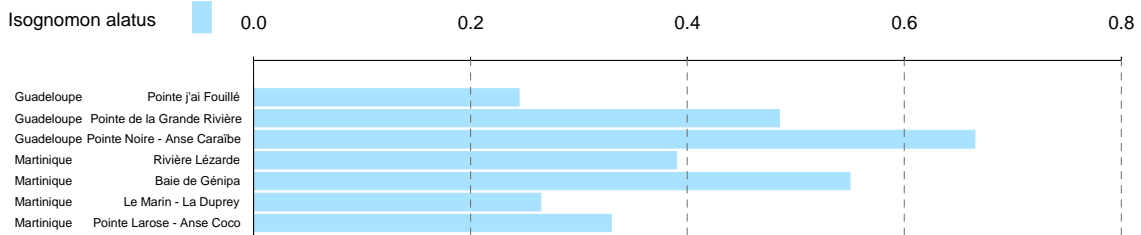
### Médianes des concentrations en argent (2003 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



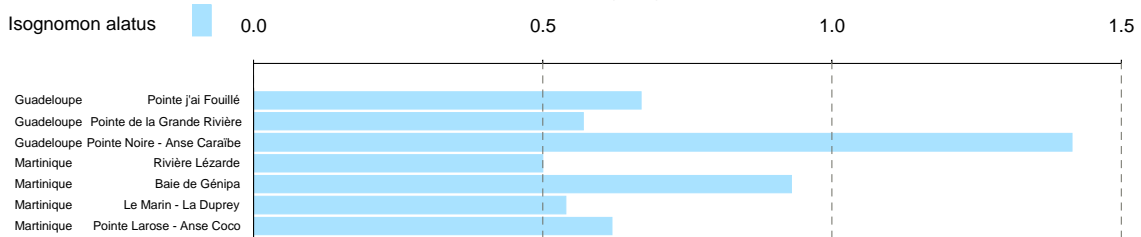
### Médianes des concentrations en cadmium (2002 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



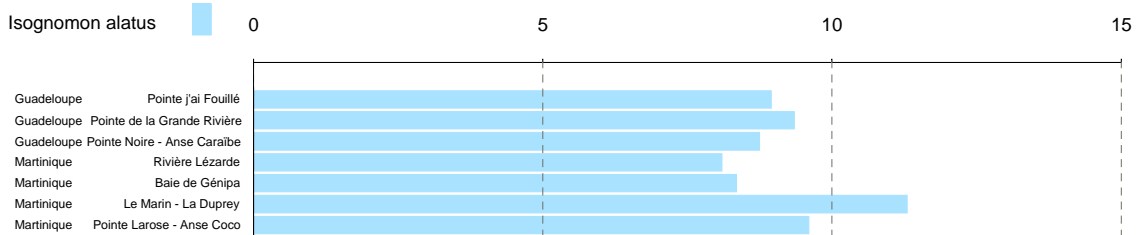
### Médianes des concentrations en chrome (2002 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



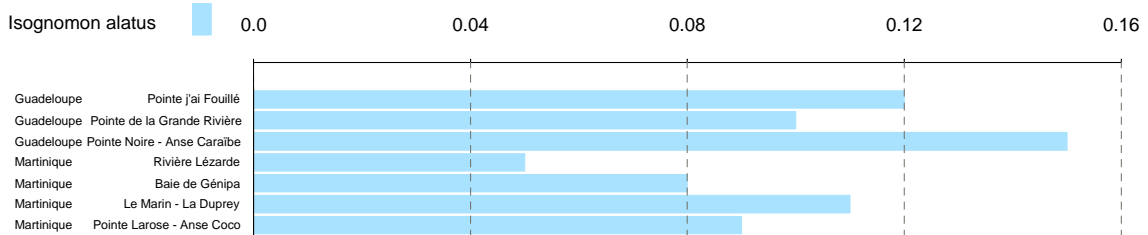
### Médianes des concentrations en cuivre (2002 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



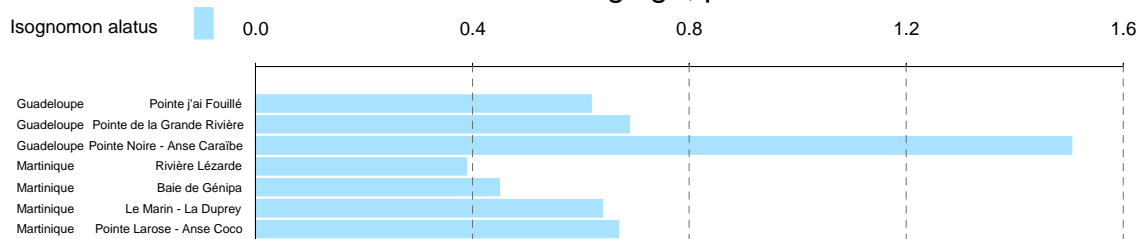
### Médianes des concentrations en mercure (2002 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



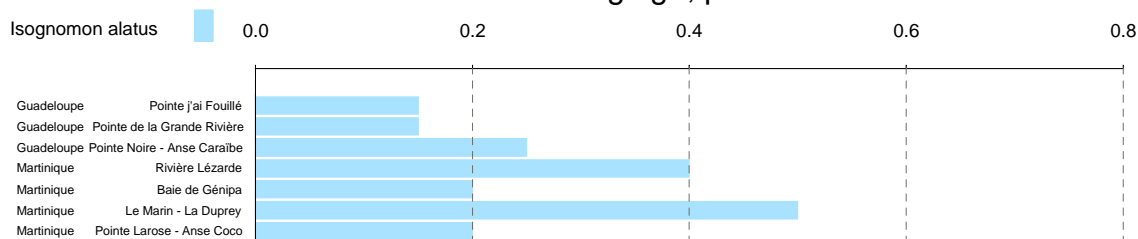
### Médianes des concentrations en nickel (2003 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



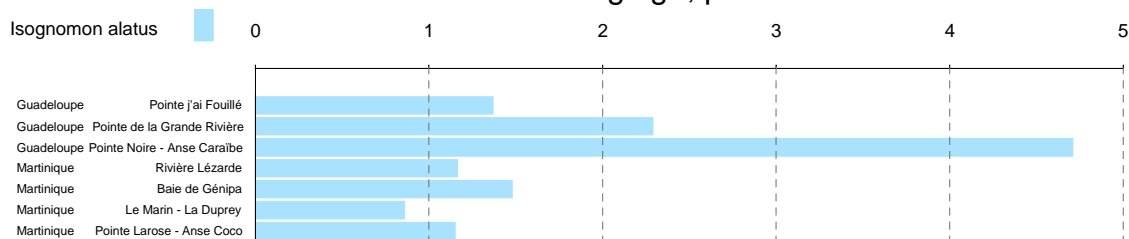
### Médianes des concentrations en plomb (2002 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



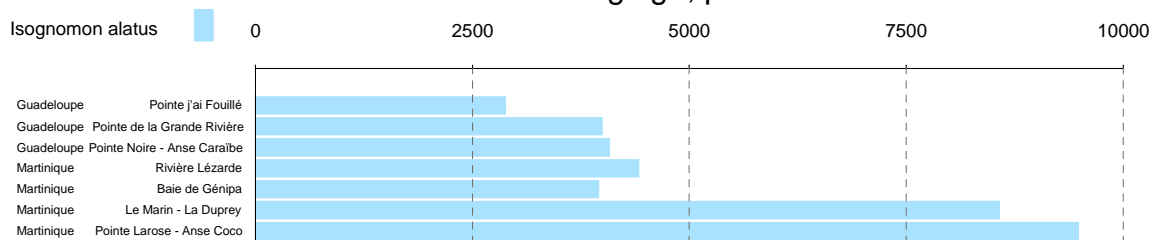
### Médianes des concentrations en vanadium (2003 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



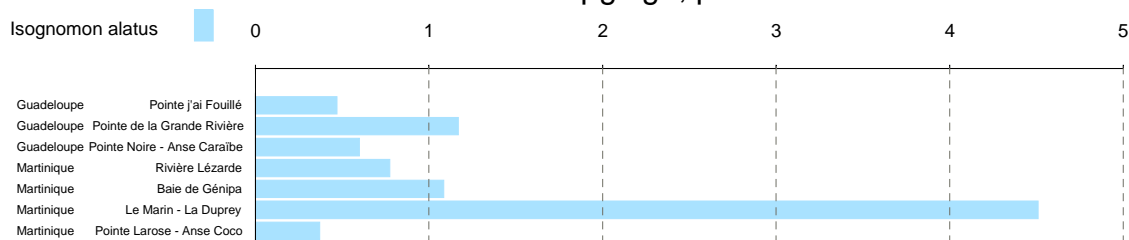
### Médianes des concentrations en zinc (2002 – 2004)

mg.kg<sup>-1</sup>, poids sec

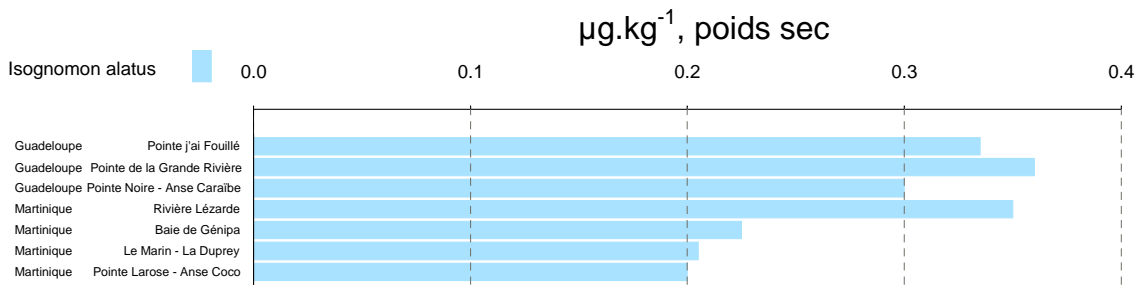


### Médianes des concentrations en Σ DDT (2002 – 2004)

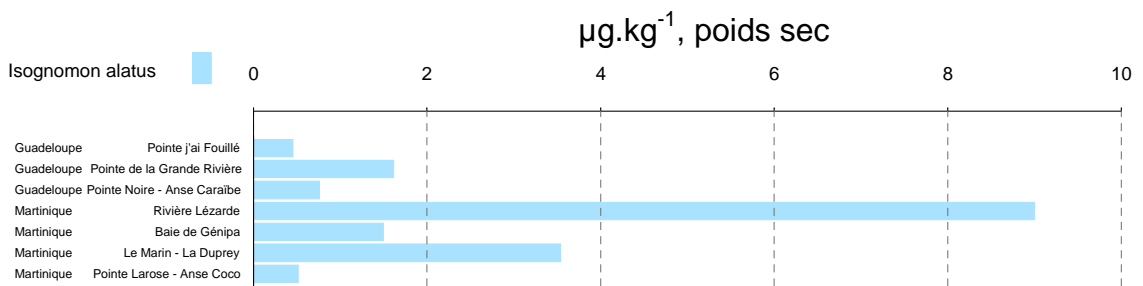
µg.kg<sup>-1</sup>, poids sec



### Médianes des concentrations en lindane (2002 – 2004)



### Médianes des concentrations en CB 153 (2002 – 2004)



### Médianes des concentrations en fluoranthène (2002 – 2004)

