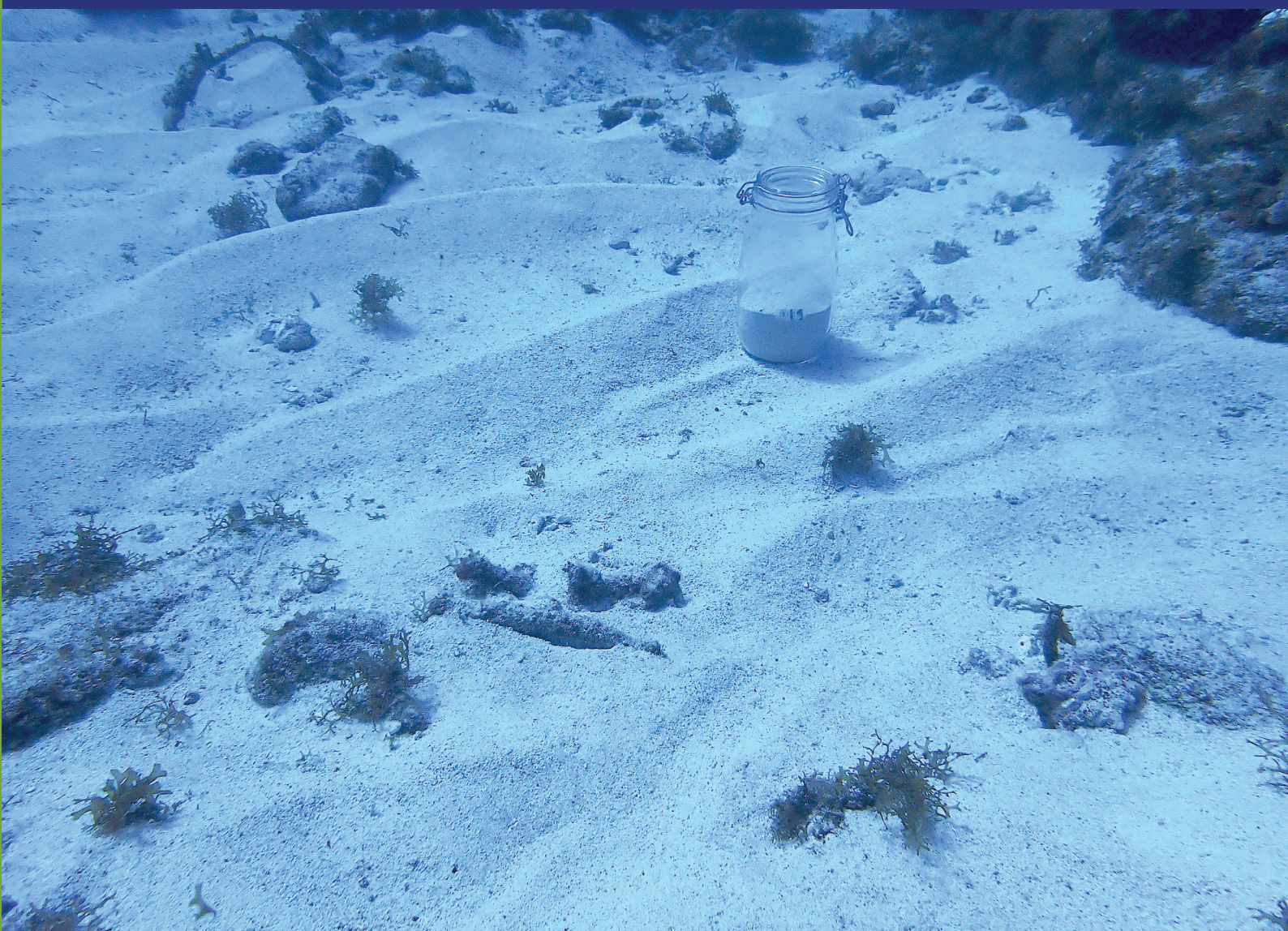


Directive Cadre européenne sur l'Eau

## SUIVI CHIMIQUE DES SÉDIMENTS

# RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES MASSES D'EAU CÔTIÈRES ET DE LA MASSE D'EAU DE TRANSITION DE LA MARTINIQUE AU TITRE DE L'ANNÉE 2024

RAPPORT DE SYNTHÈSE





## SOMMAIRE

3	CONTEXTE et OBJECTIFS du suivi
4	MÉTHODOLOGIE
8	RÉSULTATS
8	Caractérisation du sédiment
12	Contaminants par famille
12	Éléments traces métalliques
14	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
16	Polychlorobiphényle dioxine-like (PCB)
18	Organochlorés et apparentés
20	Dioxines et furanes
22	Autres molécules
24	Familles de molécules non détectées
25	CONCLUSION
26	BIBLIOGRAPHIE
26	ANNEXE

Rédaction : Margaux Pestel et Catherine Desrosiers - Impact Mer

Graphisme : Fred Lemaire

Citation : Impact Mer, 2025. Suivi chimique des sédiments - Réseau de surveillance des masses d'eau côtières et de la masse d'eau de transition de la Martinique au titre de l'année 2024. Rapport de synthèse. Rapport pour ODE Martinique, 16 pp.

# CONTEXTE et OBJECTIFS

## CONTEXTE

Au titre de l'année 2 du marché N° M008-22, un suivi spécifique des substances chimiques dans les sédiments a été réalisé sur certaines stations propices du réseau de suivi des eaux littorales et de la masse d'eau de transition.

La Martinique comporte 19 masses d'eau côtières (MEC) et une masse d'eau de transition (MET). L'état de ces masses d'eau est suivi par des éléments de qualité, regroupés comme suit :

- Caractéristiques hydrologiques : physico-chimie et communautés phytoplanctoniques sur 22 stations ;
- Dynamique et état de santé des communautés benthiques des écosystèmes coralliens sur 15 stations ;
- Dynamique et état de santé des communautés benthiques des herbiers à phanérogames marines sur 9 stations ;
- Contamination chimique dans l'eau par les échantillonneurs passifs sur les 22 stations du suivi hydrologique.

**En complément du suivi de la contamination chimique dans la matrice eau** des masses d'eaux côtières et de transition, **le suivi de la contamination chimique** dans la matrice

sédiments est demandé comme suit par l'arrêté de surveillance du 26 avril 2022 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux :

- Annexe VI, chap. 8, pour les substances de l'état chimique: **évaluer l'évolution en tendance des substances qui peuvent s'accumuler dans les sédiments ;**
- Annexe III, les substances pertinentes des catégories B et C pour les DOM: **à suivre pour au moins 25 % des sites du réseau de surveillance.**

## OBJECTIF

Ce suivi complet des substances chimiques dans les sédiments a été réalisé pour la première fois en 2024 sur les sites du réseau de surveillance hydrologique de Martinique dans le cadre de la DCE. Un premier suivi avait été réalisé en 2007, sur quelques sites et sur une liste restreinte de paramètres, et n'avait pas été concluant (*Impact Mer et Pareto, 2007*).

Le suivi complet de 2024 est exploratoire et vise à tester la faisabilité d'un suivi des substances de l'état chimique et des substances pertinentes en fonction i) des caractéristiques des sédiments des sites du réseau et ii) des capacités de détection et de quantification des laboratoires effectuant les analyses.

La surveillance de ces substances dans la matrice sédiment permettrait d'améliorer la connaissance de l'imprégnation des milieux par celles-ci et des risques associés.





MÉTHODOLOGIE

CRITÈRES RECHERCHÉS

Pour qu'un échantillon soit représentatif de la contamination du milieu, les sédiments prélevés doivent contenir une proportion suffisante de particules fines (< 63 µm). En effet, les contaminants chimiques présents dans le milieu sont préférentiellement adsorbés sur les vases fines ou vases sableuses. Ce type de sédiment a donc été recherché en priorité. Dans la mesure du possible, le sédiment doit être constitué d'au moins 20% de particules fines (de diamètre inférieur à 63 µm) (Gouriou et al., 2023).

PROTOCOLE ET CAMPAGNE DE PRÉLÈVEMENT

Une pré-sélection des sites et un choix des paramètres à analyser sur chaque station ont été réalisés sur la base des connaissances acquises sur les stations du réseau au fur et à mesure des différents suivis (communautés benthiques, pose d'échantillonneurs en plongée..).

Dix stations connues pour avoir une granulométrie relativement fine ont été choisies pour l'analyse des substances chimiques. Pour cinq stations à granulométrie potentiellement plus grossière, seule la mesure de granulométrie a été demandée afin de vérifier la compatibilité du sédiment pour des futures analyses.

✓ Au total 15 stations ont été échantillonnées en novembre 2024 (Figure 1, Tableau 1).

Deux méthodes ont été utilisées pour prélever les sédiments selon leur nature :

- à la benne Eckman pour les sédiments fins : la couche superficielle (2-3 cm) est prélevée sans toucher les bords de la benne. Au minimum trois points sont échantillonnés. Les prélèvements de chacune des bennes sont mélangés dans un plat en verre de façon à obtenir un échantillon homogène.
- en plongée pour les sédiments plus grossiers, c'est-à-dire directement avec un bocal. La couche superficielle du sédiment est prélevée sur quelques centimètres à minima sur trois points. Le prélèvement est ensuite homogénéisé dans un plat en verre et transvasé dans les flacons à expédier.

ANALYSES RÉALISÉES

Pour les 10 stations choisies pour l'analyse complète un total de 133 paramètres a été analysé dont 9 contaminants métalliques, 121 contaminants organiques et 3 paramètres généraux tel que la granulométrie et les concentrations en aluminium et en carbone organique.

Sur les 5 autres stations, seule la granulométrie a été analysée (Tableau 1).

Les contaminants analysés sont les substances prioritaires compatibles avec la matrice sédiments (Annexe II de l'Arrêté du 26 avril 2022 Tableau 9, dernière colonne), la chlordécone (substance pertinente de catégorie A, matrice eau ; Annexe III, Tableau 10 de l'Arrêté du 26 avril 2022) et certains paramètres de la liste des substances pertinentes des catégories A, B et C à la fois présentes dans les DOM et les sédiments (Annexe III, Tableau 10 de l'Arrêté du 26 avril 2022) et retrouvées dans le suivi REPOM en Martinique.

La liste complète des paramètres avec les limites de quantification appliquées par le laboratoire est présentée en annexe. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire LABOCEA, site de Brest. Le flaconnage utilisé consiste en trois flacons plastiques à cols larges de chacun 500 ml, deux pour l'analyse des contaminants et un pour l'analyse granulométrique.

TABLEAU 1 Description des stations de suivi et des prélèvements réalisés

Type ME	Code	Masse d'eau (ME)	Station	Date de prélèvement	Profondeur	Méthode de prélèvement	Analyse réalisée	WGS 84/UTM 20N	
								X	Y
1	FRJC001	Baie de Génipa	Banc Gaele	11/11/2024	9,3 m	Plongée	Complète	711026	1612750
	FRJC005	Fond Ouest de la Baie du Robert	Baie du Robert	04/11/2024	12 m	Benne	Complète	723643	1622950
	FRJC007	Est de la Baie du Robert	Ilet à Rats	04/11/2024	8 m	Plongée	Complète	726464	1624462
	FRJC010	Baie du Marin	Baie du Marin	11/11/2024	13 m	Plongée	Complète	727136	1598633
	FRJC013	Baie du Trésor	Baie du Trésor	04/11/2024	13 m	Plongée	Complète	727672	1632538
	FRJC014	Baie du Galion	Baie du Galion	04/11/2024	12 m	Benne	Complète	724020	1629706
	FRJC015	Nord Baie de Fort-de-France	Fort Saint-Louis	11/11/2024	10 m	Plongée	Complète	708255	1614246
2	FRJC006	Littoral du Vauclin à Sainte- Anne	Caye Pariadis	04/11/2024	9 m	Plongée	Granulométrie	736099	1608396
	FRJC008	Littoral du François au Vauclin	Pinsonnelle	04/11/2024	12 m	Plongée	Complète	733489	1615014
3	FRJC011	Eaux du large, à l'est de la Martinique	Loup Garou	04/11/2024	8,5 m	Plongée	Granulométrie	731657	1624164
4	FRJC004	Nord Atlantique, plateau insulaire	Cap Saint-Martin	11/11/2024	4,4 m	Plongée	Granulométrie	692970	1643915
5	FRJC002	Nord- Caraïbes	Fond Boucher	11/11/2024	10 m	Plongée	Granulométrie	698461	1621194
6	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	Pointe Borgnesse	11/11/2024	11 m	Plongée	Complète	725712	1598329
	FRJC018	Baie du Diamant	Caye d'Olbien	11/11/2024	11,9 m	Plongée	Granulométrie	713536	1600022
MET	FRJT001	Étang des Salines	Étang des Salines - Centre	05/11/2024	1,5 m	Manuellement au bocal	Complète	729624	1593450



FIGURE 1 Localisation des stations de prélèvements

- Sites suivi chimie sédiments
- Masse d'eau de transition (MET)
- 1 - Baies
- 2 - Récifs frangeants et lagon Atlantique
- 3 - Récifs barrière Atlantique
- 4 - Côte rocheuse très exposée et plateau insulaire Atlantique
- 5 - Côte rocheuse protégée Caraïbe
- 6 - Côte abritée à plateforme corallienne
- 7 - Eaux du large de la baie méridionale de St-Luce au Diamant



TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour l'analyse des contaminants, seuls les résultats des stations pour lesquelles la teneur en particules fines (*inférieures à 63 µm*) est supérieure à 20 % sont présentés car considérés comme représentatif de la contamination du milieu (Figure 2).

Les seuils proposés par OSPAR doivent être comparés à des concentrations normalisées à 2,5 % de carbone organique pour les contaminants organiques et à 5 % d'aluminium pour les contaminants métalliques. Les lignes directrices du programme coordonné de surveillance de l'environnement (CEMP) d'OSPAR (OSPAR, 2022 Technical Annex 5) définissent la normalisation comme le procédé permettant d'ajuster la concentration en contaminant en fonction de l'influence de la variabilité naturelle en composition, granulométrie, contenu en matière organique et minéralogie des sédiments.

Les particules fines et contaminants associés sont préférentiellement accumulés dans les zones de faible hydrodynamisme alors que dans les zones d'hydrodynamisme plus important les sédiments grossiers, ayant une capacité d'adsorption plus faible, sont mélangés aux particules fines. Cet effet de dilution, additionné à l'influence des facteurs granulométrie et contenu organique, sont responsables d'une partie de la variabilité dans la distribution des substances d'origine naturelle et anthropique.

VALEURS SEUILS

L'évaluation de la contamination chimique dans le sédiment est ici basée principalement sur les travaux de la commission OSPAR (www.ospar.org ; OSPAR, 2022), car aucune norme de qualité environnementale (NQE) n'est actuellement disponible dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

La grille de lecture d'OSPAR utilise pour le sédiment les critères suivants :

- EAC** (Ecotoxicological Assessment Criteria) : Concentration au-dessous de laquelle aucun effet chronique n'est attendu pour les espèces marines ;
- ERL** (Effects Range Low) : Niveau défini comme le plus bas 10ème percentile des données qui seraient associées à des effets biologiques ;
- BAC** (Background Assessment Concentration) : Niveau pour lequel les concentrations sont dites « proches du bruit de fond ».

De plus, un arrêté ministériel relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins (Arrêté du 30 juin 2020 modifiant l'arrêté du 9 août 2006) fixe des seuils au regard desquels la qualité des sédiments marins doit être appréciée. Ces seuils sont déclinés en deux **niveaux N1** et **N2** et concernent les éléments traces métalliques, les PCB, les HAP et le TBT.

Les niveaux de qualité sont définis dans le cadre d'une opération en milieu marin (dragage, clapage) tel que :

- au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est en principe jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant « normales » ou comparables au bruit de fond environnemental. Toutefois, dans certains cas exceptionnels, un approfondissement de certaines données peut s'avérer utile ;
- entre le niveau N1 et le niveau N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1.
- au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération.

Les molécules pour lesquelles des seuils dans le sédiment ont été définis ainsi que le type, la valeur et l'unité du seuil sont indiqués dans le **Tableau 2**. Sur les 130 molécules recherchées ici, 94 ne possèdent aucun seuil.



Pour permettre les comparaisons des contaminations entre les stations et entre la concentration d'un site et le seuil défini, il est essentiel de normaliser les concentrations afin de limiter la variabilité liée aux caractéristiques des sédiments.

Ainsi, les concentrations des métaux ont été normalisées à une teneur de 5 % d'aluminium, et celles des contaminants organiques à une teneur de 2,5 % de Carbone Organique (CO).

OSPAR recommande de normaliser les concentrations des métaux avec ces valeurs de référence (hors mercure qui est normalisé par rapport au CO) mais aussi en incluant dans le calcul une valeur pivot représentant la concentration des métaux dans le fond géochimique (la partie grossière des sédiments). Or cette valeur pivot a été définie très globalement à l'échelle de l'Atlantique Nord, et ne prend donc pas en compte les fonds géochimiques régionaux, ce qui peut mener à des concentrations normalisées négatives, donc ininterprétables (Menet-Nedelec, 2022). Aucune valeur pivot n'a été trouvée pour la Martinique ni pour la région Caraïbe. Dans l'attente de la définition des valeurs pivots adaptées à la Martinique, il a été décidé ici de réaliser la normalisation sans valeur pivot.

TABLEAU 2 Valeurs seuils des substances dans le sédiment (issu de Mauffret et al., 2023)

Famille	Substance	Code CIEM	BAC		SEUIL		N1	N2	Unité
			Type	Valeur	Type	Valeur			
Métaux	Arsenic						25	50	mg/kg
	Cadmium	CD	BAC	0,31	ERL	1,2	1,2	2,4	mg/kg
	Chrome	CR			ERL	81	90	180	mg/kg
	Cuivre	CU	BAC	27	ERL	34	45	90	mg/kg
	Mercure	HG	BAC	0,07	ERL	0,15	0,4	0,8	mg/kg
	Nickel	NI	BAC	36			37	74	mg/kg
	Plomb	PB	BAC	38	ERL	47	100	200	mg/kg
	Zinc	ZN	BAC	122	ERL	150	276	552	mg/kg
Composés bromés	PBDE-153	BD153	BAC	0,05	FEQG	1100			µg/kg
	PBDE-154	BD154	BAC	0,05	FEQG	1100			µg/kg
HAP	Anthracène	ANT	BAC	5	ERL	85	85	590	µg/kg
	Benzo (a) anthracène	BAA	BAC	16	ERL	261	260	930	µg/kg
	Benzo (a) pyrène	BAP	BAC	30	ERL	430	430	1015	µg/kg
	Benzo (g,h,i) pérylène	BGHIP	BAC	80			1700	5650	µg/kg
	Chrysène	CHR	BAC	20	ERL	384	380	1590	µg/kg
	Fluoranthène	FLU	BAC	39	ERL	600	600	2850	µg/kg
	Indeno (1,2,3-cd) pyr.	ICDP	BAC	103			1700	5650	µg/kg
	Naphtalène	NAP	BAC	8	ERL	160	160	1130	µg/kg
	Phénanthrène	PA	BAC	32	ERL	240	240	870	µg/kg
	Pyrène	PYR	BAC	24	ERL	665	500	1500	µg/kg
	Dibenzo (a,h) anthracène						60	160	µg/kg
	Acénaphhtène						15	260	µg/kg
	Fluorène						20	280	µg/kg
	Acénaphthylène						40	340	µg/kg
	Benzo (k) fluoranthène						200	400	µg/kg
	Benzo (b) fluoranthène						400	900	µg/kg
PCB	PCB 101	CB101	BAC	140	EAC	3000	10000	20000	ng/kg
	PCB 118	CB118	BAC	170	EAC	600	10000	20000	ng/kg
	PCB 138	CB138	BAC	150	EAC	7900	20000	40000	ng/kg
	PCB 153	CB153	BAC	190	EAC	40000	20000	40000	ng/kg
	PCB 180	CB180	BAC	100	EAC	12000	10000	20000	ng/kg
	PCB 28	CB28	BAC	220	EAC	1700	5000	10000	ng/kg
	PCB 52	CB52	BAC	120	EAC	2700	5000	10000	ng/kg
Organo-Cl & apparentés	DDEpp'	DDEPP	BAC	0,09					µg/kg
	Lindane	HCHG	BAC	0,13					µg/kg
Organoétains	TBT						100	400	µg/kg

Seuils OSPAR : EAC ERL BAC <N1 <N2



Ce suivi des contaminants dans le sédiment de surface en Martinique a pour objectif d'informer sur les variations spatiales de la contamination du milieu marin. En fonction de l'épaisseur de sédiment prélevée, il peut intégrer la contamination à l'échelle de plusieurs années et permet d'évaluer la contamination de l'habitat benthique superficiel. Il s'agit donc ici de comparer les concentrations normalisées en contaminants dans les sédiments entre les différentes masses d'eau côtières et de transition et d'évaluer l'importance des contaminations chimiques grâce aux seuils existants. Afin de vérifier si le choix de l'aluminium et du carbone organique (CO) comme normalisateur est pertinent, les coefficients de régression linéaire entre la concentration relevée du normalisateur et la fraction de particules inférieures à 63 µm ont été calculés.

CARACTÉRISATION DU SÉDIMENT

Les caractéristiques physiques du sédiment sont données notamment par la granulométrie, le pourcentage de matière sèche, la teneur en aluminium sur la fraction inférieure à 2 mm et la matière organique exprimée sous forme de carbone organique total sur la fraction inférieure à 2 mm (Figures 2 et 3).

Ces paramètres sont essentiels pour le traitement des données de micropolluants organiques et des éléments traces métalliques, ces derniers ayant une affinité qui varie en fonction de la nature et de la granulométrie des sédiments (Schiaivone & Coquery, 2009).

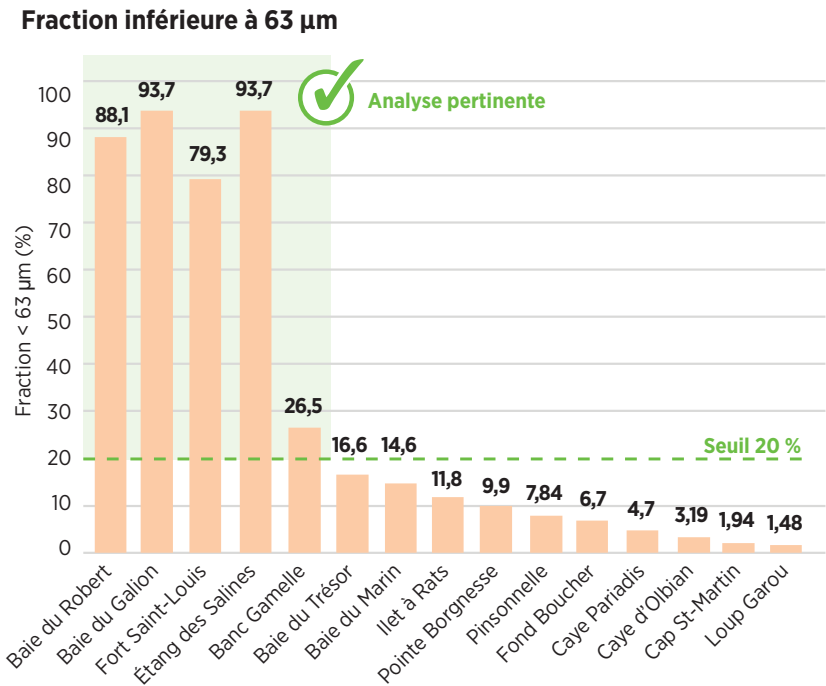
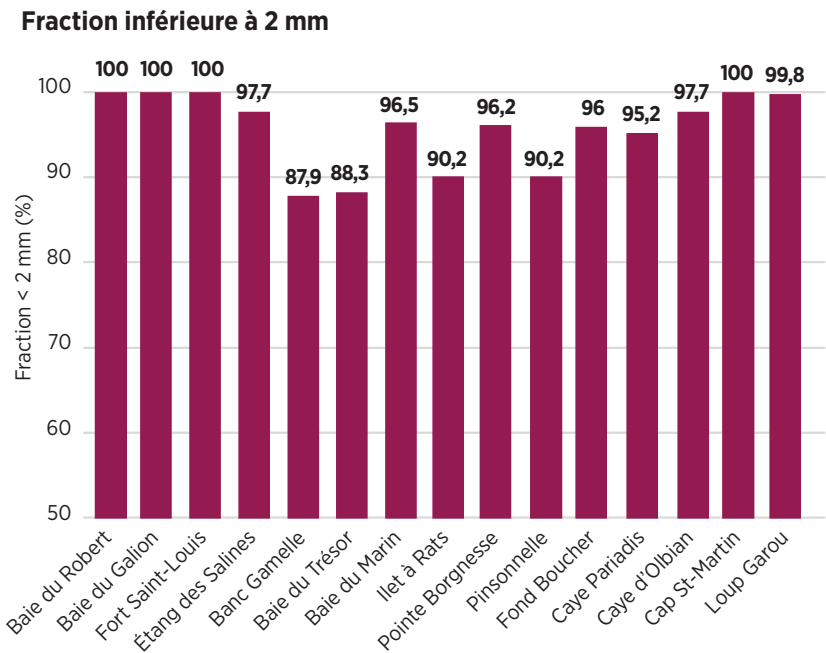
**Le dosage des éléments traces métalliques et des contaminants organiques se fait sur la fraction de sédiments de taille inférieure à 2 mm mais n'est représentatif de la contamination que si le pourcentage de la fraction inférieure à 63 µm est supérieure à 20 %.**

Seules deux stations présentent moins de 90 % de **fraction de sédiment inférieure à 2 mm**, Banc Gamelle et Baie du Trésor. Ce sont donc les deux stations parmi les 15 échantillonnées qui présentent le plus de sédiment grossier. Les quatre stations avec la plus grande proportion de cette fraction inférieure à 2 mm sont Baie du Robert, Baie du Galion, Fort Saint-Louis et Cap Saint-Martin avec 100 %.

**Sur les 10 stations avec analyse complète, seules 5 stations présentent une fraction de sédiment inférieure à 63 µm supérieure à 20 %. Les 5 stations avec analyse complète pour lesquelles cette fraction est inférieure à 20 % sont retirées de l'analyse.** Pour les 5 stations dont l'analyse était restreinte à la granulométrie, la proportion de la fraction fine (< 63 µm) varie entre 6,7 et 1,58 %. Ces résultats confirment que l'analyse chimique des sédiments n'est pas pertinente sur ces stations.

La plus forte proportion de sédiment inférieur à 63 µm est de 93,7 % relevée dans la Baie du Galion et à l'Étang des Salines, suivi par 88,1 % dans la Baie du Robert et 79,3 % à Fort Saint-Louis. La station Banc Gamelle est proche du seuil avec 26,5 % de sédiment inférieur à 63 µm.

FIGURE 2 Caractéristiques granulométriques principales des sédiments



L'utilisation de l'aluminium pour normaliser les concentrations en éléments métalliques (excepté le mercure) paraît cohérente avec un coefficient de régression linéaire supérieur à 0,95. Le coefficient R2 entre le CO et la fraction inférieure à 63 µm est de 0,8 ce qui semble moins pertinent pour normaliser les contaminants organiques cependant, aucun autre normalisateur n'a été trouvé dans la littérature. Le CO a donc été choisi pour normaliser les concentrations en contaminants organiques et en mercure.

Plus les pourcentages d'aluminium et de CO effectivement relevés s'écartent des valeurs de référence (utilisées pour la normalisation), plus la concentration normalisée du contaminant s'écarte de la concentration effectivement mesurée.

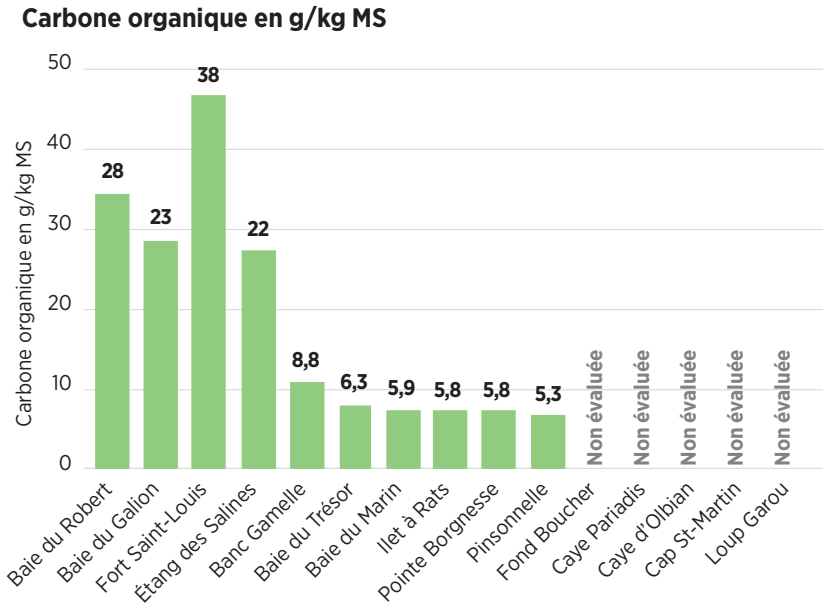
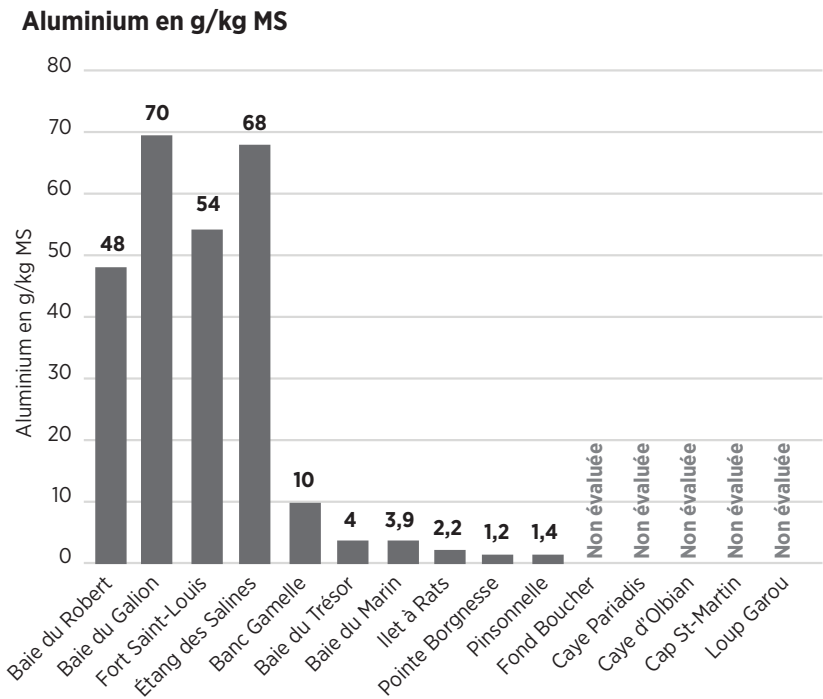
Lorsque les différences entre les concentrations brutes et celles normalisées sont notables, les résultats bruts sont présentés sous forme de tableau et discutés notamment au regard des dépassements de seuils.

Concernant les paramètres normalisateurs (Figure 3), les quatre premières stations, Baie du Robert, Baie du Galion, Fort Saint-Louis et Étang des Salines, présentent des teneurs en aluminium proche de la valeur normalisatrice de 5 % (soit 50 g/kg de MS) avec, respectivement, 4,8 %, 7 %, 5,4 % et 6,8 %. La station Banc Gamelle se distingue par une plus faible teneur en aluminium avec 10 g/kg de MS soit 1%.

Les plus fortes teneurs en matière organique, exprimées par le carbone organique total (CO), sont relevées dans les sédiments de la station Fort Saint-Louis avec 38 g/kg de MS suivi par les stations Baie du Robert, Baie du Galion et Étang des Salines pour lesquelles la teneur est proche de la valeur normalisatrice de 2,5 % de CO (soit 25 g/kg MS). Comme pour l'aluminium, la station Banc Gamelle se distingue avec une teneur en CO de 8,8 g/kg de MS, assez éloignée de la valeur normalisatrice.

Les 5 stations avec analyse complète qui sont retirées de l'analyse des données (fraction de sédiment inférieure à 63 µm n'est pas supérieure à 20 %) présentent moins de 0,05 % d'aluminium et moins de 0,07 % de CO.

FIGURE 3 Concentrations en aluminium et en carbone organique en g/kg de matière sèche (g/kg MS)





RÉSULTATS • CARACTÉRISATION DU SÉDIMENT

Pertinence de l'analyse selon les pourcentages de fraction inférieure à 63 µm, d'aluminium et de carbone organique contenus dans le sédiment

NOM DE LA STATION

✓ Analyse pertinente

✗ Analyse non représentative

Analyse réalisée : analyse demandée au laboratoire

Description sédiments : granulométrie visuelle, couleur, odeur

% de fraction < 2 mm : valeur en %

% de fraction < 68 µm : valeur en % -> représentatif de la contamination (> à 20 % ou < à 20 %)

% d'aluminium : valeur en % (valeur en g/kg MS) -> proche ou éloigné de la valeur normalisatrice (5%)

% de CO : valeur en % (valeur en g/kg MS) -> proche ou éloigné de la valeur normalisatrice (2,5%)

FOND BOUCHER

✗

Analyse réalisée : granulométrie

Description sédiments : semi grossier avec fines particules, sable, odeur iodée

% de fraction < 2 mm : 96 %

% de fraction < 68 µm : 6,7 %

FORT SAINT-LOUIS

✓

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : vase fine, gris/ vert foncé, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 100 %

% de fraction < 68 µm : 79,3 %

% d'aluminium : 5,4 % (54 g/kg MS)

% de CO : 3,8 % (38 g/kg MS)

BANC GAMELLE

✓

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : sablo-vaseux et sable grossier, gris/vert, odeur légère

% de fraction < 2 mm : 87,9 %

% de fraction < 68 µm : 26,2 %

% d'aluminium : 1 % (10 g/kg MS)

% de CO : 0,88 % (8,8 g/kg MS)

Valeurs les plus éloignées des valeurs normalisatrices

CAYE D'OLBIAN

✗

Analyse réalisée : granulométrie

Description sédiments : semi grossier avec fines particules, sable/rose, odeur légèrement iodée

% de fraction < 2 mm : 97,7 %

% de fraction < 68 µm : 3,19 %

POINTE BORGNESSE

✗

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : fin à grossier, gris, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 96,2 %

% de fraction < 68 µm : 9,9 %

% d'aluminium : 0,12 % (1,2 g/kg MS)

% de CO : 0,58 % (5,8 g/kg MS)

BAIE DU MARIN

✗

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : fin à grossier, gris/blanc, odeur iodée

% de fraction < 2 mm : 96,5 %

% de fraction < 68 µm : 14,6 %

% d'aluminium : 0,39 % (3,9 g/kg MS)

% de CO : 0,59 % (5,9 g/kg MS)

CAP SAINT MARTIN

✗

Analyse réalisée : granulométrie

Description sédiments : sable fin, noir/gris foncé, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 100 %

% de fraction < 68 µm : 1,94 %

BAIE DU GALION

✓

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : vase fine argileuse, marron/gris, odeur légère

% de fraction < 2 mm : 100 %

% de fraction < 68 µm : 93,7 %

% d'aluminium : 7 % (70 g/kg MS)

% de CO : 2,3 % (23 g/kg MS)

BAIE DU TRÉSOR

✗

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : sable grossier, sable/gris, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 88,3 %

% de fraction < 68 µm : 16,6 %

% d'aluminium : 0,4 % (4 g/kg MS)

% de CO : 0,63 % (6,3 g/kg MS)

ILET À RATS

✗

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : fin avec débris algues calcaires, gris, odeur iodée

% de fraction < 2 mm : 90,2 %

% de fraction < 68 µm : 11,8 %

% d'aluminium : 0,22 % (2,2 g/kg MS)

% de CO : 0,58 % (5,8 g/kg MS)

LOUP GAROU

✗

Analyse réalisée : granulométrie

Description sédiments : sable moyen à fin, sable, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 99,8 %

% de fraction < 68 µm : 1,48 %

BAIE DU ROBERT

✓

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : vase fine argileuse, gris, odeur légère

% de fraction < 2 mm : 100 %

% de fraction < 68 µm : 88,1 %

% d'aluminium : 4,8 % (48 g/kg MS)

% de CO : 2,8 % (28 g/kg MS)

PINSONNELLE

✗

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : fin à grossier, gris, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 96,2 %

% de fraction < 68 µm : 7,84 %

% d'aluminium : 0,14 % (1,4 g/kg MS)

% de CO : 0,53 % (5,3 g/kg MS)

CAYE PARIADIS

✗

Analyse réalisée : granulométrie

Description sédiments : fin à grossier, sable, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 95,2 %

% de fraction < 68 µm : 4,7 %

ÉTANG DES SALINES

✓

Analyse réalisée : granulométrie et contaminants

Description sédiments : vase fine, gris foncé, odeur nulle

% de fraction < 2 mm : 97,7 %

% de fraction < 68 µm : 93,7 %

% d'aluminium : 6,8 % (68 g/kg MS)

% de CO : 2,2 % (22 g/kg MS)



RÉSULTATS • CONTAMINANTS PAR FAMILLE

Éléments traces métalliques

Les concentrations normalisées en éléments traces métalliques mesurées dans le sédiment des 5 stations DCE considérées dans cette analyse sont présentées à la Figure 4.

- Aucune concentration en cadmium ne dépasse la limite de quantification (LQ) du laboratoire, il n'est donc pas présenté dans la figure.
- L'étain ne dispose pas de seuil réglementaire et l'arsenic et le nickel ne disposent que des seuils N1 et N2 (Tableau 3).

Sur les neuf métaux analysés (hors aluminium considéré comme le normalisateur), les concentrations normalisées de cinq métaux dépassent les seuils ERL sur au moins une station : le plomb, le zinc, le cuivre, l'arsenic et le mercure. Le cuivre dépasse le seuil N1 sur 3 stations.

- PLOMB** : Le seuil ERL est dépassé sur la station Fort Saint-Louis avec une concentration normalisée de 67 mg/kg MS. Les autres stations présentent des teneurs entre 9 mg/kg MS et 20 mg/kg, inférieures à la BAC fixée à 38 mg/kg MS.
- ZINC** : Le seuil ERL est dépassé à Fort Saint-Louis avec une concentration normalisée de 161 mg/kg MS. La concentration est inférieure à la BAC fixée à 122 mg/kg MS sur les autres stations.
- CUIVRE** : Les concentrations normalisées dépassent l'ERL fixé à 34 mg/kg MS sur toutes les stations dont trois pour lesquelles elles dépassent aussi le seuil N1. La valeur maximale est retrouvée en Baie du Robert avec 69 mg/kg MS, soit deux fois l'ERL.
- ARSENIC** : la concentration normalisée la plus élevée est retrouvée à Banc Gamelle avec 75 mg/kg MS, ce qui dépasse le seuil N2 fixé à 50 mg/kg MS. Les stations Baie du Robert, Baie du Galion et Fort Saint-Louis présentent des teneurs semblables autour de 17 mg/kg MS alors qu'à l'Étang des Salines la teneur est de 2,2 mg/kg MS.
- NICKEL ET CHROME** : les concentrations normalisées sont semblables entre les stations et sont inférieures à 10 mg/kg MS pour le nickel et à 20 mg/kg MS pour le chrome.
- ÉTAIN** : Les concentrations sont inférieures à la LQ à Baie du Galion et Banc Gamelle et la concentration après normalisation est équivalente à la LQ fixée à 1 mg/kg MS sur la station Étang des Salines. A Fort Saint-Louis et en Baie du Robert, les teneurs normalisées sont respectivement de 6,7 mg/kg MS et 2,1 mg/kg MS.
- MERCURE** : La concentration normalisée à 2,5 % de CO atteint 0,32 mg/kg MS sur la station Fort Saint-Louis dépassant plus de 2 fois l'ERL fixé à 0,15 mg/kg MS. La concentration atteint la BAC sur la station Baie du Galion (0,07 mg/kg MS) alors que les concentrations sont inférieures à LQ sur les autres stations.

Afin d'analyser si la normalisation influence les dépassements de seuils, les résultats bruts des teneurs en éléments métalliques sont fournis dans le Tableau 4.

- Sans normalisation, les concentrations de quatre métaux sur les neuf analysés dépassent les seuils ERL ou N1 sur au moins une station : le plomb, le zinc, le cuivre et le mercure.
- C'est pour la station Banc Gamelle, dont la teneur relevée en aluminium s'écarte le plus de la valeur de référence, que la normalisation impacte le plus les concentrations en éléments métalliques. Sans normalisation, la concentration en cuivre ne dépasse pas l'ERL, la concentration en arsenic ne dépasse pas le seuil N2 et la station présente la concentration la plus faible parmi les cinq stations pour le nickel, le chrome, le plomb, le zinc et le cuivre.
- Arsenic : la concentration brute à Banc Gamelle est de 15 mg/kg MS, alors que normalisée elle s'élève à 75 mg/kg MS. La concentration la plus élevée est de 24 mg/kg MS relevée en Baie du Galion ce qui est à la limite du seuil N1.
- Cuivre : toutes les stations exceptée Banc Gamelle dépassent le seuil N1 en concentration brute. La concentration la plus élevée est de 80 mg/kg MS relevée à Étang des Salines.
- Mercure : la concentration à Fort Saint Louis, sans normalisation, dépasse trois fois l'ERL et dépasse le seuil N1 fixé à 0,4 mg/kg MS.

Tableau 3. Valeurs des seuils existants pour les métaux détectés (en italique : pas de seuil)

Molécules détectées Seuils en mg/kg MS	Plomb	Zinc	Cuivre	Arsenic	Nickel	<i>Etain</i>	Chrome	Mercure
BAC	38	122	27		36			0,07
ERL	47	150	34				81	0,15
N1	100	276	45	25	37		90	0,4
N2	200	552	90	50	74		180	0,8

Figure 4. Concentrations normalisées en métaux en mg/kg MS. Normalisées à 5 % d'aluminium excepté le mercure normalisé à 2,5 % de CO. Dépassements des seuils et valeurs des seuils (tirets) sont indiquées en couleurs (BAC, ERL, N1, N2). \* concentrations inférieures à la LQ ; (Molécules encadrées : ne disposent pas de seuil)

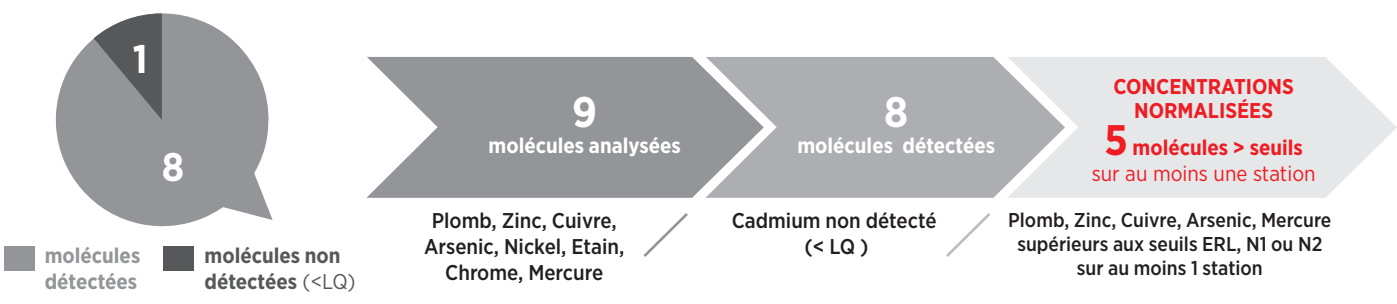
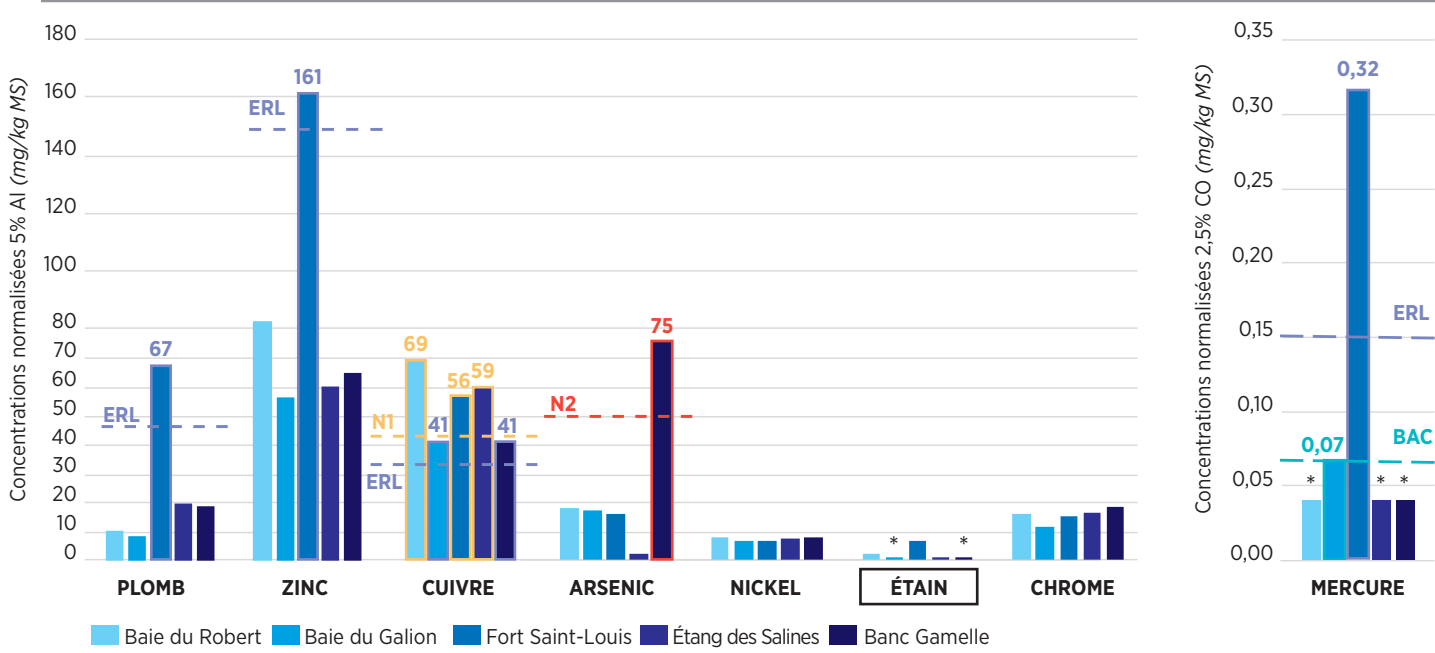


Tableau 4. Concentrations brutes en métaux en mg/kg MS. Dépassements des seuils sont indiqués en couleurs (BAC, ERL, N1, N2), en gris : concentration inférieure à la LQ ; (en italique : pas de seuil)

Résultats bruts en mg/kg MS	Plomb	Zinc	Cuivre	Arsenic	Nickel	<i>Etain</i>	Chrome	Mercure	Cadmium
Baie du Robert	10	79	66	17	7,5	2	15	0,4	0,4
Baie du Galion	12	79	57	24	8,9	1	16	0,061	0,4
Fort Saint-Louis	72	174	61	17	7	7,2	16	0,48	0,4
Étang des Salines	27	82	80	3	9,8	1,3	22	0,4	0,4
Banc Gamelle	3,8	13	8,1	15	1,5	1	3,6	0,4	0,4

Concentrations brutes : 4 molécules > seuils sur au moins une station





Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les concentrations normalisées en HAP mesurées dans le sédiment des 5 stations DCE considérées dans cette analyse sont présentées à la Figure 5.

Les 12 HAP analysés ont été quantifiés au delà des LQ du laboratoire sur au moins une station cependant sur deux stations, Étang des Salines et Banc Gamelle, les concentrations de tous les HAP sont inférieures à la LQ. Les concentrations à Fort Saint-Louis sont représentées à part dans la figure pour pallier aux différences d'ordre de grandeur des valeurs.

Tous les HAP disposent des seuils N1 et N2 (Tableau 5) mais cinq d'entre eux ne disposent pas de seuil ERL : l'acénaphthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(g,h,i)perilène, le benzo(b)fluoranthène et l'indéno(1,2,3-cd)pyrène.

- La station **Fort Saint-Louis** présente les concentrations normalisées les plus élevées pour tous les HAP. Les concentrations normalisées de 6 HAP sur les 8 HAP disposant d'un seuil BAC dépassent ce seuil : l'anthracène (15,5 µg/kg MS), le benzo(a)anthracène (84,9 µg/kg MS), le benzo(a)pyrène (113,1 µg/kg MS), le benzo(g,h,i)perilène (129,5 µg/kg MS), l'indéno(1,2,3-cd)pyrène (110,2 µg/kg MS) et le phénanthrène (76,7 µg/kg MS). Le HAP présentant la plus forte concentration est le benzo(b)fluoranthène avec 149 µg/kg MS.
- La deuxième station présentant les concentrations normalisées les plus élevées, d'un facteur 10 ou plus inférieures à celles de Fort Saint-Louis, est **Baie du Galion**. Le benzo(b)fluoranthène et le benzo(a)pyrène sont les plus présents (9,2 µg/kg MS).
- La station **Baie du Robert** présente les plus faibles concentrations normalisées en HAP parmi celles supérieures aux LQ, de l'ordre de 4 µg/kg MS. Pour cette station, le HAP le plus présent est le fluoranthène (4,8 µg/kg MS).
- Le naphthalène présente des concentrations inférieures à la LQ (fixée à 5 µg/kg MS) sauf à Fort Saint-Louis où la concentration normalisée est de 6,2 µg/kg MS.

Les résultats bruts des teneurs en HAP sont présentés au Tableau 6.

Sans normalisation, la station Fort Saint-Louis reste celle qui présente les plus fortes concentrations en HAP.

- Sur la station Fort Saint Louis, les concentrations brutes de 8 HAP dépassent les seuils BAC, soit l'ensemble des HAP disposant de ces seuils. Le fluoranthène et le naphthalène s'ajoutent aux 6 HAP déjà au-delà des seuils BAC en concentrations normalisées. La concentration brute en acénaphthène est de 19,2 µg/kg MS ce qui dépasse le seuil N1 fixé à 15 µg/kg MS.
- Aucun seuil n'est dépassé sur les autres stations.

Les HAP font partie des polluants organiques persistants, produits principalement par combustion des matières organiques, ils peuvent provenir d'activités industriels de proximité ou par dépôt à la suite de transports atmosphériques.

Tableau 5. Valeurs des seuils existants pour les HAP détectés

Molécules détectées Seuils en µg/kg MS	Acénaphthène	Anthracène	Benzo ( k ) fluoranthène	Benzo ( a ) anthracène	Benzo ( a ) pyrène	Benzo ( g,h,i ) perilène	Benzo(b) fluoranthène	Fluoranthène	Indéno (1,2,3- cd) pyrène	Naphtalène	Phénanthrène
BAC		5		16	30	80		39	103	8	32
ERL		85		261	430			600		160	240
N1	15	85	200	260	430	1700	400	600	1700	160	240
N2	260	590	400	930	1015	5650	900	2850	5650	1130	870

Figure 5. Concentrations normalisées en HAP en µg/kg MS. Normalisées à 2,5 % de CO. Dépassements des seuils et valeurs des seuils (tirets) sont indiquées en couleurs (BAC, ERL, N1, N2). \* concentrations inférieures à la LQ

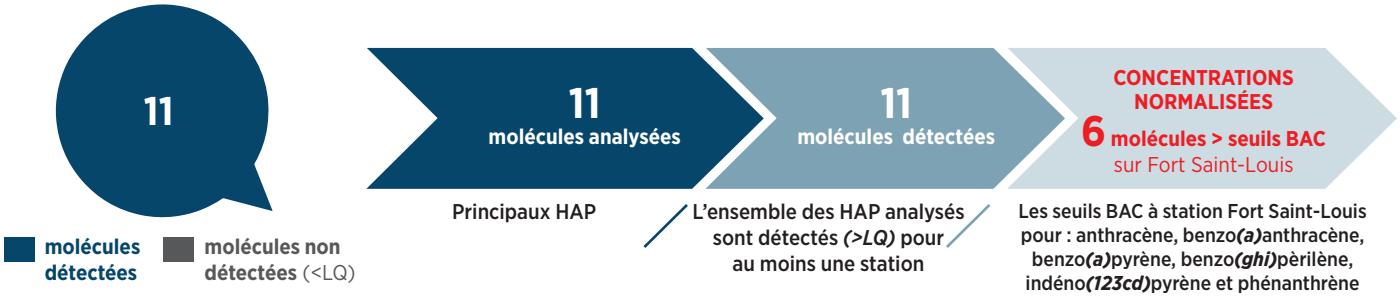
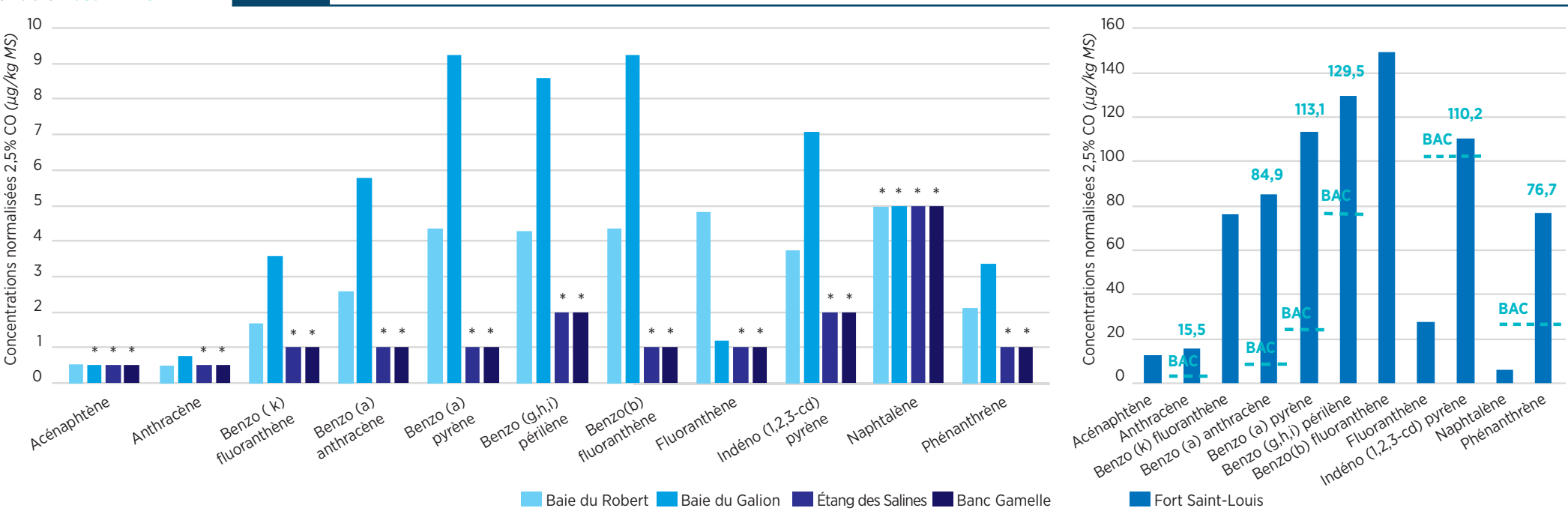


Tableau 6. Concentrations brutes en HAP en µg/kg MS. Dépassements des seuils sont indiqués en couleurs (BAC, ERL, N1, N2), en gris : concentration inférieure à la LQ

Résultats bruts en µg/kg MS	Acénaphthène	Anthracène	Benzo ( k ) fluoranthène	Benzo ( a ) anthracène	Benzo ( a ) pyrène	Benzo ( g,h,i ) perilène	Benzo(b) fluoranthène	Fluoranthène	Indéno (1,2,3- cd) pyrène	Naphtalène	Phénanthrène
Baie du Robert	0,6	0,5	1,9	2,9	4,9	4,8	4,9	5,4	4,2	5	2,4
Baie du Galion	0,5	0,7	3,3	5,3	8,5	7,9	8,5	1,1	6,5	5	3,1
Fort Saint-Louis	19,2	23,6	115,7	129,1	171,9	196,9	226,5	41,8	167,5	9,4	116,6
Étang des Salines	0,5	0,5	1	1	1	2	1	1	2	5	1
Banc Gamelle	0,5	0,5	1	1	1	2	1	1	2	5	1

Concentrations brutes : 9 molécules > seuils BAC et/ou N1 sur Fort Saint-Louis



Polychlorobiphényle dioxine-like (PCB)

Les concentrations normalisées en PCB Dioxine-like mesurées dans le sédiment des 5 stations DCE considérées dans cette analyse sont présentées à la Figure 6.

Seul le PCB 118 dispose des seuils BAC, EAC, N1 et N2 (Tableau 7).

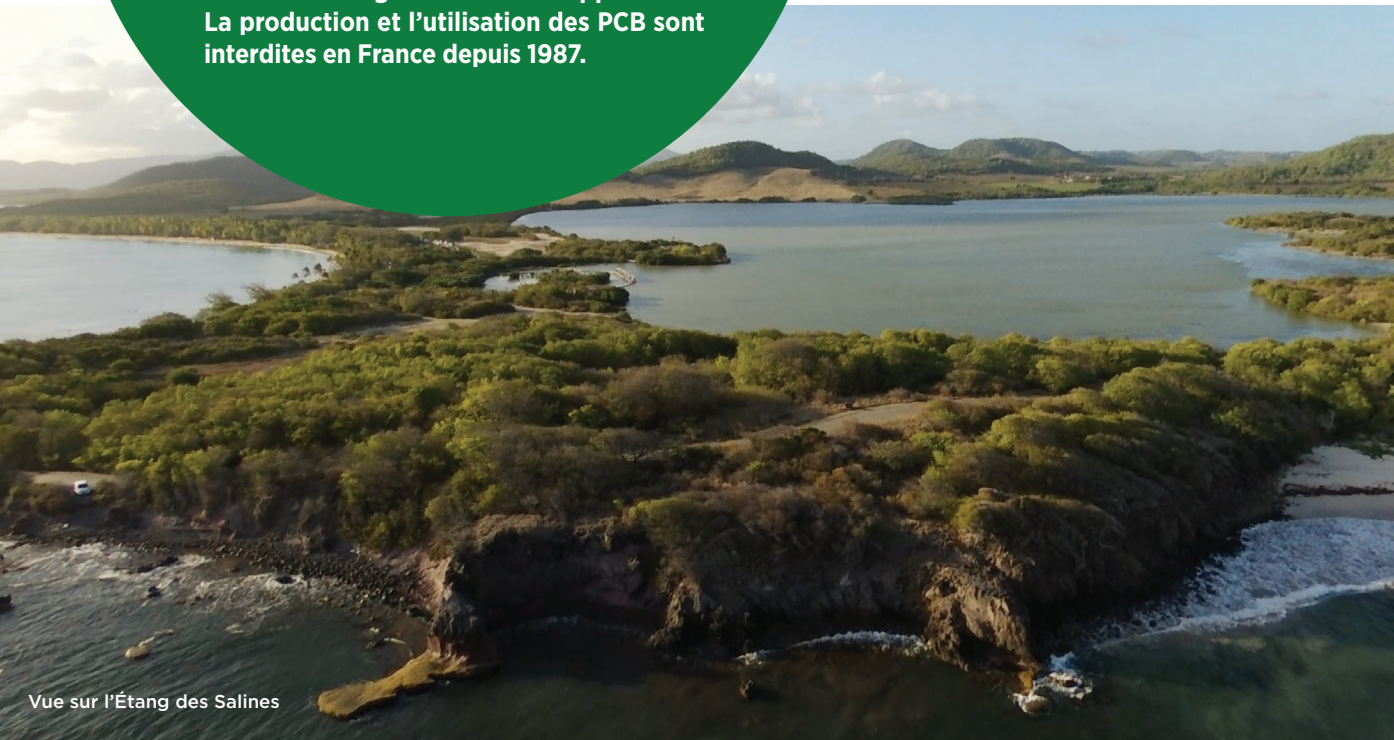
Tous les PCB Dioxine-like ont été quantifiés au delà des LQ du laboratoire sur au moins une station et sur les stations Baie du Galion et Fort Saint-Louis l'ensemble des 12 PCB Dioxine-like sont présents en concentrations supérieures aux LQ.

- La station Fort Saint-Louis présente les plus fortes concentrations en PCB Dioxine-like, suivie par la station Baie du Galion. Les PCB 118, 105, 156 et 167 sont ceux présents dans les quantités les plus importantes.
- Le seul PCB Dioxine-like pour lequel les seuils ont été définis est le PCB 118 : la concentration normalisée sur la station Baie du Galion dépasse le seuil BAC (170 ng/kg MS) avec une valeur de 364 ng/kg MS et le seuil EAC, fixé à 600 ng/kg MS, est dépassé à Fort Saint-Louis avec une concentration de 1 090 ng/kg MS. Sur les trois autres stations, c'est aussi le PCB 118 qui est le plus présent.

Les résultats bruts des teneurs des PCB sont présentés au Tableau 8.

Sans normalisation, les ordres de grandeurs des résultats entre les stations restent les mêmes ainsi que les dépassements de seuils.

Les PCB sont des polluants organiques persistants et regroupent un ensemble de 209 congénères utilisés dans l'industrie pour leur grande stabilité thermique notamment en tant qu'isolants électriques dans les transformateurs ou dans des installations industrielles diverses. On distingue deux types selon leurs mécanismes d'actions : les « Dioxine-like » avec un mécanisme d'action similaire aux dioxines et les « Non Dioxine-like » regroupés ici dans la famille des organochlorés et apparentés. La production et l'utilisation des PCB sont interdites en France depuis 1987.



Vue sur l'Étang des Salines

Tableau 7. Valeurs des seuils existants pour les PCB détectés (en italique : pas de seuil)

Molécules détectées	PCB 77	PCB 81	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Seuils en ng/kg MS												
BAC							170					
EAC							600					
N1							10000					
N2							20000					

Figure 6. Concentrations normalisées en PCB en ng/kg MS. Normalisées à 2,5 % de CO. Dépassements des seuils et valeurs des seuils (tirets) sont indiquées en couleurs (BAC, EAC, N1, N2). \* concentrations inférieures à la LQ ; (Molécules encadrées : ne disposent pas de seuil)

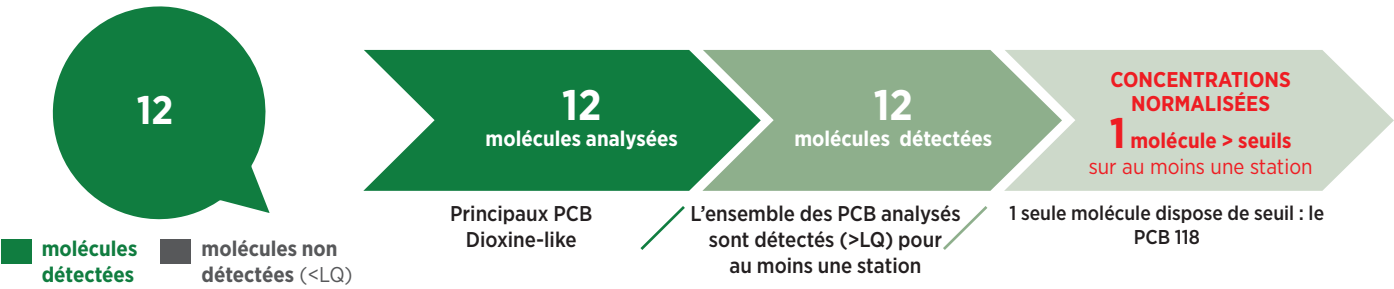
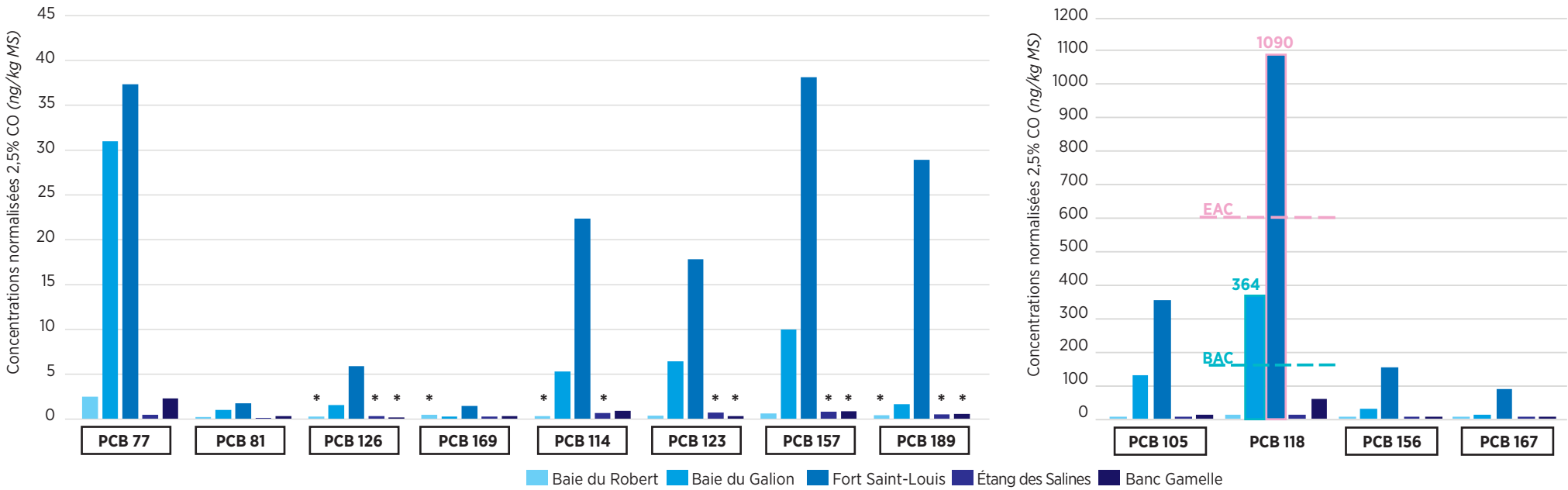


Tableau 8. Concentrations brutes en PCB en ng/kg MS. Dépassements des seuils sont indiqués en couleurs (BAC, EAC, N1, N2), en gris : concentration inférieure à la LQ ; (en italique : pas de seuil)

Résultats bruts en ng/kg MS	PCB 77	PCB 81	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Baie du Robert	2,76	0,214	0,26	0,48	3,63	0,3	11,7	0,416	2,67	0,662	1,49	0,4
Baie du Galion	28,5	0,934	1,42	0,242	122	4,89	335	5,9	29,3	9,2	12,2	1,49
Fort Saint-Louis	56,8	2,66	8,95	2,21	543	34	1657	27,1	235	58	133	44
Étang des Salines	0,381	0,101	0,3	0,226	2,86	0,65	8,04	0,7	2,73	0,8	0,95	0,5
Banc Gamelle	0,804	0,114	0,182	0,112	3,25	0,318	20,5	0,318	2,65	0,864	2,13	0,545

Concentrations brutes : 1 molécule > seuils sur au moins une station



Organochlorés et apparentés

Au total **29 molécules ou ensemble de molécules de type organochlorés et apparentés** ont été analysés dont la chlordécone, les HCH (alpha, bêta, delta, gama), le DDT et ses métabolites (4,4'-DDD, 4,4'-DDE, DDT op', DDT pp'), les endosulfans, l'heptachlore et d'autres molécules, toutes utilisées à des fins phytosanitaires (pesticides, insecticides organochlorés).

Seuls les **PCB Non Dioxine-Like** (PCB NDL) disposent des seuils BAC, EAC, N1 et N2 (Tableau 9).

Parmi la famille des organochlorés et apparentés, 7 molécules ou ensemble de molécules ont été mesurées à des concentrations supérieures à la LQ, correspondant aux PCB NDL, dont les concentrations normalisées sont présentées à la Figure 7. En dehors des PCB NDL, deux organochlorés (l'endosulfan total et la somme des HCH) ont été quantifiés sur deux stations (Baie du Robert et Baie du Galion) mais à une valeur correspondante à la LQ fixée à 5 µg/kg MS et ne sont donc pas présentés dans la figure.

La chlordécone n'a été quantifiée sur aucune station, les concentrations sont inférieures à la LQ fixée à 5 µg/kg MS.

Comme pour les PCB Dioxine-like, c'est la station **Fort Saint-Louis** qui présente les plus fortes concentrations en PCB NDL suivi par la station **Baie du Galion** puis par la station Banc Gamelle. Les concentrations normalisées retrouvées à Fort Saint-Louis sont d'un ordre de grandeur d'environ 10 fois supérieur à celles retrouvées sur la station Baie du Galion.

- À **Fort Saint-Louis**, le **PCB NDL 52** dépasse le **seuil EAC** fixé à 2 700 ng/kg MS, les PCB NDL 28,101, 138, 153 et 180 dépassent tous leurs **seuils BAC** et la concentration normalisée en PCB total dépasse 12 000 ng/kg MS.
- En **Baie du Galion**, aucun PCB ne dépasse le seuil EAC mais 4 d'entre eux (52, 101, 138, 153) dépassent leurs **seuils BAC** et la concentration normalisée en PCB total est légèrement inférieure à 1 400 ng/kg MS.
- Sur les trois autres stations aucune concentration ne dépasse les seuils, la concentration normalisée en PCB total est d'environ 500 ng/kg MS à Banc Gamelle et d'environ 100 ng/kg MS en Baie du Robert et dans l'Étang des Salines.

**Les résultats bruts** des organochlorés et apparentés détectés sont présentés au Tableau 10. Sans normalisation, les ordres de grandeurs des résultats entre les stations restent les mêmes ainsi que les dépassements de seuils.

Les organochlorés ont des propriétés multiples et permettent de nombreuses applications. L'utilisation majoritaire de ces composés est liée à leur action insecticide ou pesticide mais ils sont aussi des sous-produits de l'industrie. Les PCB NDL ont été utilisés dans l'industrie pour leurs propriétés isolantes et leur stabilité chimique et physique (transformateurs électriques, encres, peintures). La production et l'utilisation des PCB est interdite en France depuis 1987.



Vue sur la Baie Genipa

Tableau 9. Valeurs des seuils existants pour les organochlorés détectés (en italique : pas de seuil)

Molécules détectées Seuils en ng/kg MS	somme HCH	Endosulfan total	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180	TOTAL PCB
BAC			220	120	140	150	190	100	
EAC			1700	2700	3000	7900	40000	12000	
N1			5000	5000	10000	20000	20000	10000	
N2			10000	10000	20000	40000	40000	20000	

Figure 7. Concentrations normalisées en organochlorés en ng/kg MS. Normalisées à 2,5 % de CO. Dépassements des seuils et valeurs des seuils (tirets) sont indiquées en couleurs (BAC, EAC, N1, N2). \* concentrations inférieures à la LQ ; Molécules encadrées : ne disposent pas de seuil.

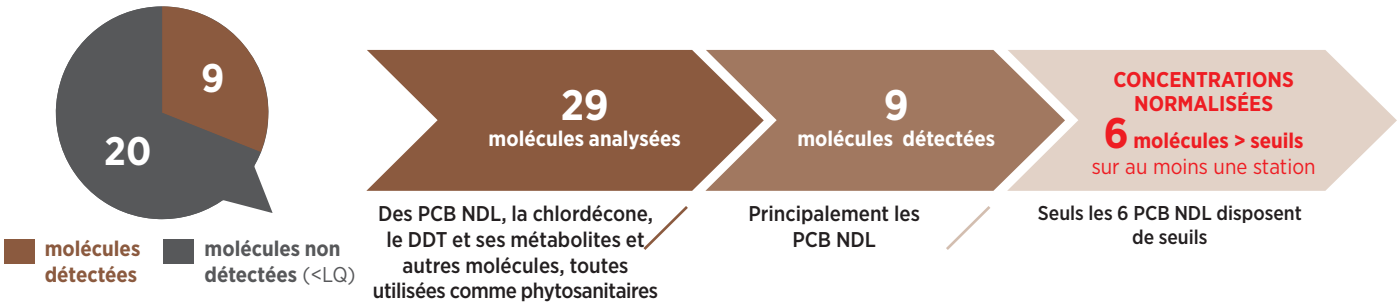
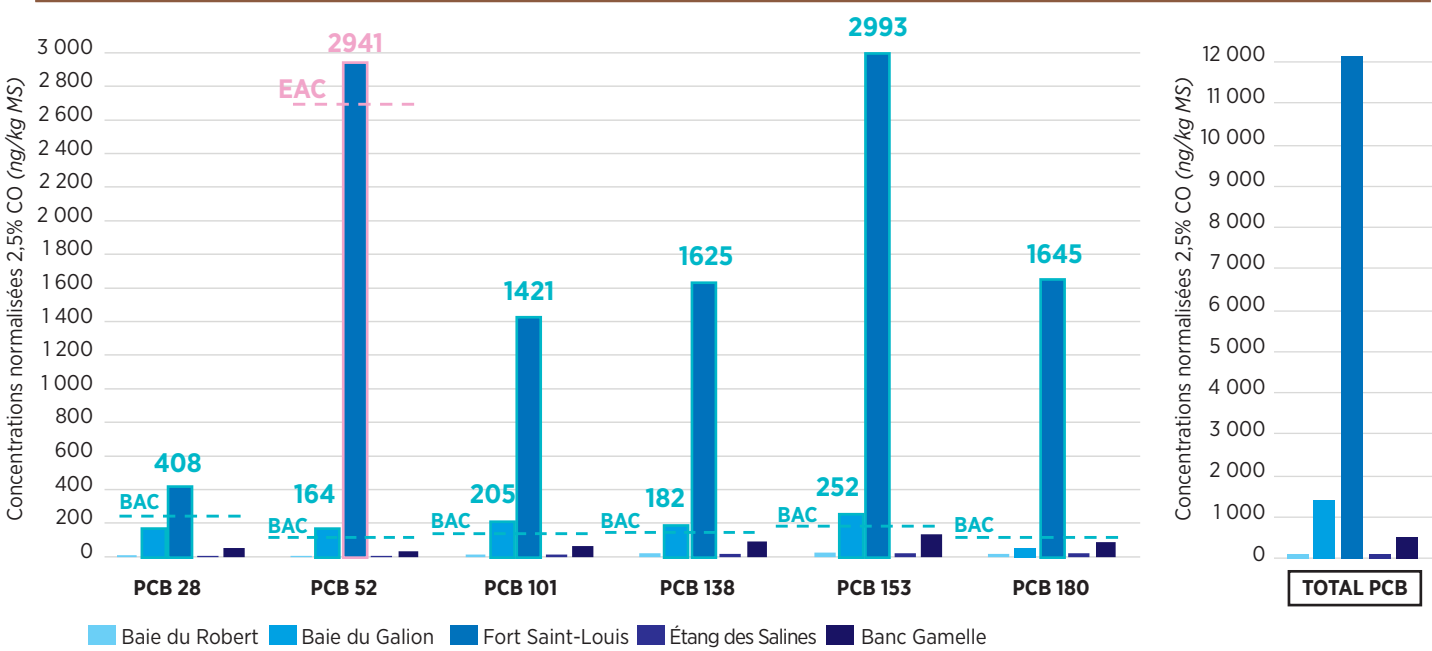


Tableau 10. Concentrations brutes en organochlorés en ng/kg MS. Dépassements des seuils sont indiqués en couleurs (BAC, EAC, N1, N2), en gris : concentration inférieure à la LQ ; (en italique : pas de seuil)

Résultats bruts en ng/kg MS	somme HCH	Endosulfan total	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180	Total PCB
Baie du Robert	5000	5000	11	9,4	14	23	31	21	121
Baie du Galion	5000	5000	152	151	189	167	232	49	1280
Fort Saint-Louis	5000	5000	620	4470	2160	2470	4550	2500	18400
Étang des Salines	5000	5000	5,5	6	12	17	21	20	90
Banc Gamelle	5000	5000	19	12	23	33	47	31	186

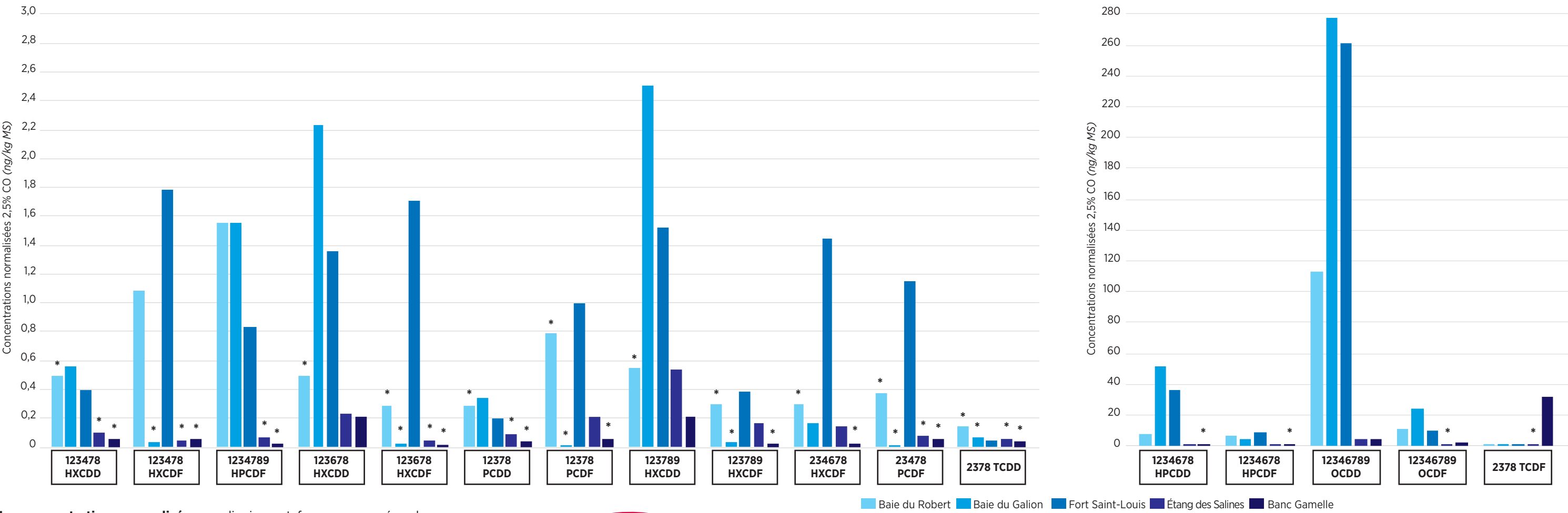
Les 19 molécules analysées mais non détectées ne sont pas incluses dans le tableau des résultats bruts.

Concentrations brutes : 6 molécules > seuils sur au moins une station



Dioxines et furanes

Figure 8. Concentrations normalisées en dioxines et furanes en ng/kg MS. Normalisées à 2,5 % de CO. \*: concentrations inférieures à la LQ ; Molécules encadrées : ne disposent pas de seuil.



Les concentrations normalisées en dioxines et furanes mesurées dans le sédiment des 5 stations DCE considérées dans cette analyse sont présentées à la Figure 8.

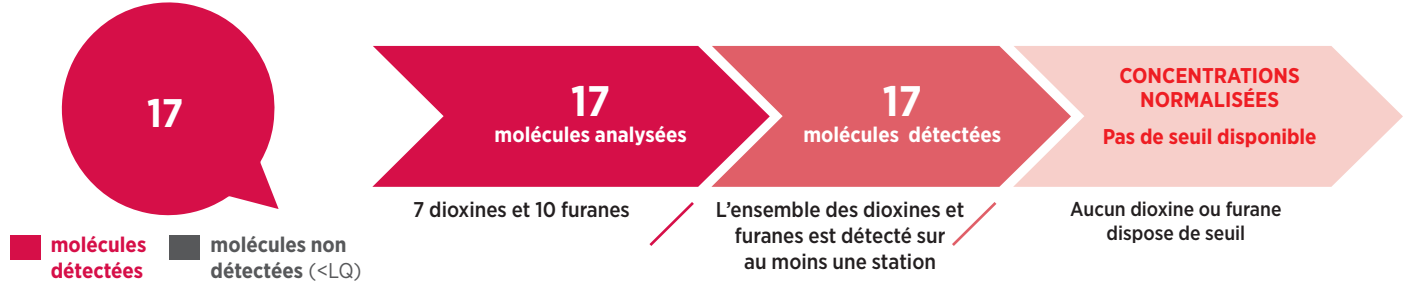
Aucun seuil n'est disponible pour les 17 dioxines et furanes analysés ici.

Tous les dioxines et furanes ont été quantifiés au delà des LQ du laboratoire sur au moins une station.

Les teneurs en dioxines et furanes sont variables selon les stations et selon les molécules cependant, les plus fortes concentrations sont généralement retrouvées en Baie du Galion ou à Fort Saint-Louis.

- Sur la station Baie du Galion parmi les 17 molécules analysées, 6 présentent des concentrations inférieures aux LQ alors qu'à Fort Saint-Louis toutes les molécules ont été quantifiées à des concentrations supérieures aux LQ.
- Dans l'Étang des Salines, 9 molécules présentent des concentrations inférieures aux LQ contre 10 en Baie du Robert et 12 à Banc Gamelle.
- La molécule présentant les plus fortes concentrations normalisées est l'octachlorodibenzodioxine (1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD), elle est la plus présente sur 4 des 5 stations. Sa concentration normalisée est d'environ 280 ng/kg MS en Baie du Galion, 260 ng/kg MS à Fort Saint-Louis, 110 ng/kg MS en Baie du Robert et 4 ng/kg MS à l'Étang des Salines.
- Sur la station Banc Gamelle, la molécule la plus présente est le tetrachlorodibenzofurane (2,3,7,8-TCDF) avec une concentration d'environ 32 ng/kg MS.

Les dioxines et furanes sont produits au cours de processus thermiques (incendies, incinération de déchets industriels ou domestiques) et chimiques. Ils sont généralement présents en faibles quantités mais sont très peu biodégradables et de par leur caractère lipophile, ils s'accumulent dans les graisses animales et deviennent persistants.



Aucun seuil n'est disponible pour les 17 dioxines et furanes détectées. En l'absence de seuil, seuls les résultats des concentrations normalisées sont présentés.



Autres molécules

Les **concentrations normalisées** supérieures à la LQ pour les organoétains, les alkyls et phtalates et les autres molécules sont regroupées dans la [Figure 9](#).

Organoétains

Les quatre **organoétains** analysés ici regroupent le tributylétain (TBT), ses deux produits de dégradation le dibutylétain (DBT) et le monobutylétain (MBT), et le triphénylétain (TPhT). Ces substances sont utilisées principalement pour leurs propriétés biocides dans les peintures anti salissures de bateau notamment.

Le TBT est le seul organoétains présenté ici qui dispose de seuil (seuils N1 et N2 ; [Tableau 11](#)).

Les concentrations en TPhT sont toutes inférieures à la LQ fixée à 5 µg/kg MS.

Seule la station Fort Saint-Louis présente des concentrations en TBT, DBT et MBT supérieures à la LQ. Les concentrations normalisées sont de 7 µg/kg MS pour le DBT et le MBT et de 11 µg/kg MS pour le TBT. Cette dernière concentration est bien en deçà du seuil N1.

Alkyl et phtalates

Deux composants de la famille des **alkyls et phtalates** ont été analysés dans cette étude, le phtalate de di-2-éthylhexyle DEHP (ou DOP), principalement utilisé comme additif plastifiant du PVC et l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS), utilisé dans de multiples procédés pour ses propriétés surfactantes.

Les concentrations en PFOS sont toutes inférieures à la LQ fixée à 0,1 µg/kg MS.

Concernant le DEHP, la concentration normalisée la plus élevée est retrouvée à Fort Saint-Louis avec 350 µg/kg MS. Sur les stations Banc Gamelle, Baie du Robert et Étang des Salines la concentration normalisée est respectivement de 60 µg/kg MS, 47 µg/kg MS et 20 µg/kg MS. En Baie du Galion la concentration est inférieure à la LQ fixée à 10 µg/kg MS.

Autres

Quatorze autres molécules de familles chimiques diverses ont été analysées dans cette étude. Parmi ces quatorze substances, douze présentent des concentrations inférieures aux LQ sur toutes les stations.

La perméthrine, un pyréthrianoïde de synthèse utilisé comme insecticide et antiparasitaire, a été détectée sur les stations Baie du Robert et Baie du Galion mais à une concentration égale à la LQ fixée à 5 µg/kg MS.

La seule molécule quantifiée est l'**anthraquinone**. Il s'agirait d'une substance active des phytosanitaires mais aussi une substance utilisée dans la médecine pour ses effets laxatifs et dans la composition des peintures et revêtements notamment dans les canalisations.

La concentration normalisée de l'anthraquinone est de 5 263 µg/kg MS sur la station Fort Saint-Louis, sur les autres stations elle est inférieure à la LQ.

Les **résultats bruts** des organoétains, alkyl et phtalates et de l'anthraquinone sont présentés au [Tableau 12](#).

Sans normalisation, les ordres de grandeurs des résultats entre les stations restent les mêmes et il n'y a pas de dépassement de seuil.



Vue sur la Baie du Robert

Tableau 11. Valeurs des seuils existants pour les molécules détectées (en italique : pas de seuil)

Molécules détectées Seuils en µg/kg MS	DBT	MBT	TBT	DEHP ou DOP	Anthraquinone	Permethrine
BAC						
ERL						
N1			100			
N2			400			

Figure 9. Concentrations normalisées en organoétains (gauche), alkyls et phtalates (centre) et autres molécules (droite) en µg/kg MS. Normalisées à 2,5 % de CO. Dépassements des seuils et valeurs des seuils (tirets) sont indiquées en couleurs (BAC, ERL, N1, N2). \* : concentrations inférieures à la LQ ; Molécules encadrées : ne disposent pas de seuil.

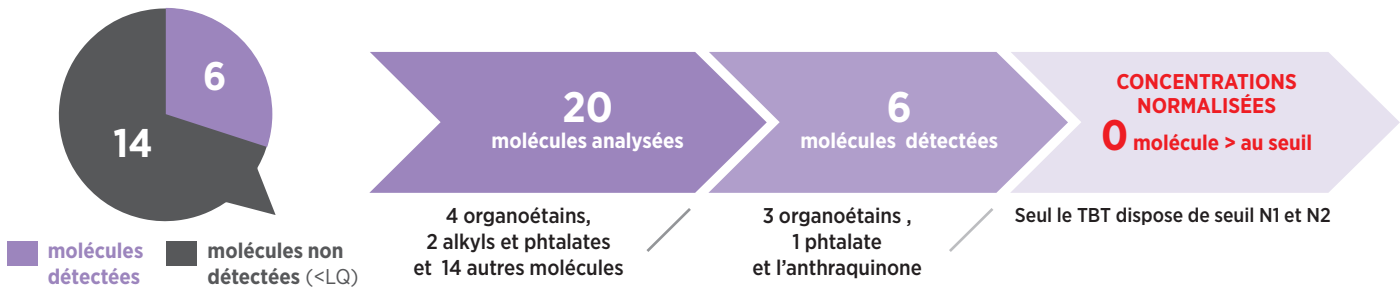
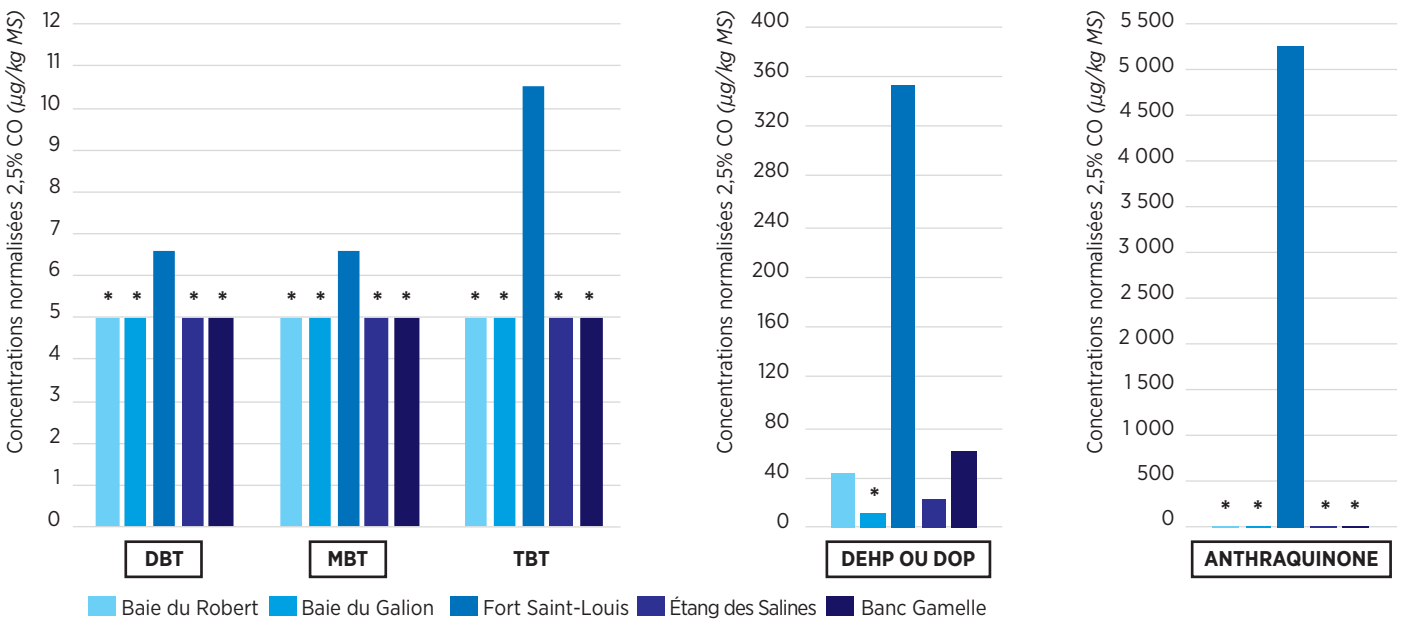


Tableau 12. Concentrations brutes des organoétains, alkyls et phtalates et autres molécules en µg/kg MS. Dépassements des seuils sont indiqués en couleurs (BAC, ERL, N1, N2), en gris : concentration inférieure à la LQ ; (en italique : pas de seuil)

Résultats bruts en µg/kg MS	DBT	MBT	TBT	DEHP ou DOP	Anthraquinone	Permethrine
Baie du Robert	5	5	5	47,48	5	5
Baie du Galion	5	5	5	10	5	5
Fort Saint-Louis	10	10	16	532,18	8 000	5
Étang des Salines	5	5	5	19,67	5	5
Banc Gamelle	5	5	5	21,29	5	5

Concentrations brutes : 0 molécule > au seuil



Familles de molécules non détectées

Trois familles de contaminants organiques ne présentent aucune concentration supérieure aux limites de quantification du laboratoire : les composés bromés, les organohalogénés et les organophosphorés.

Composés bromés

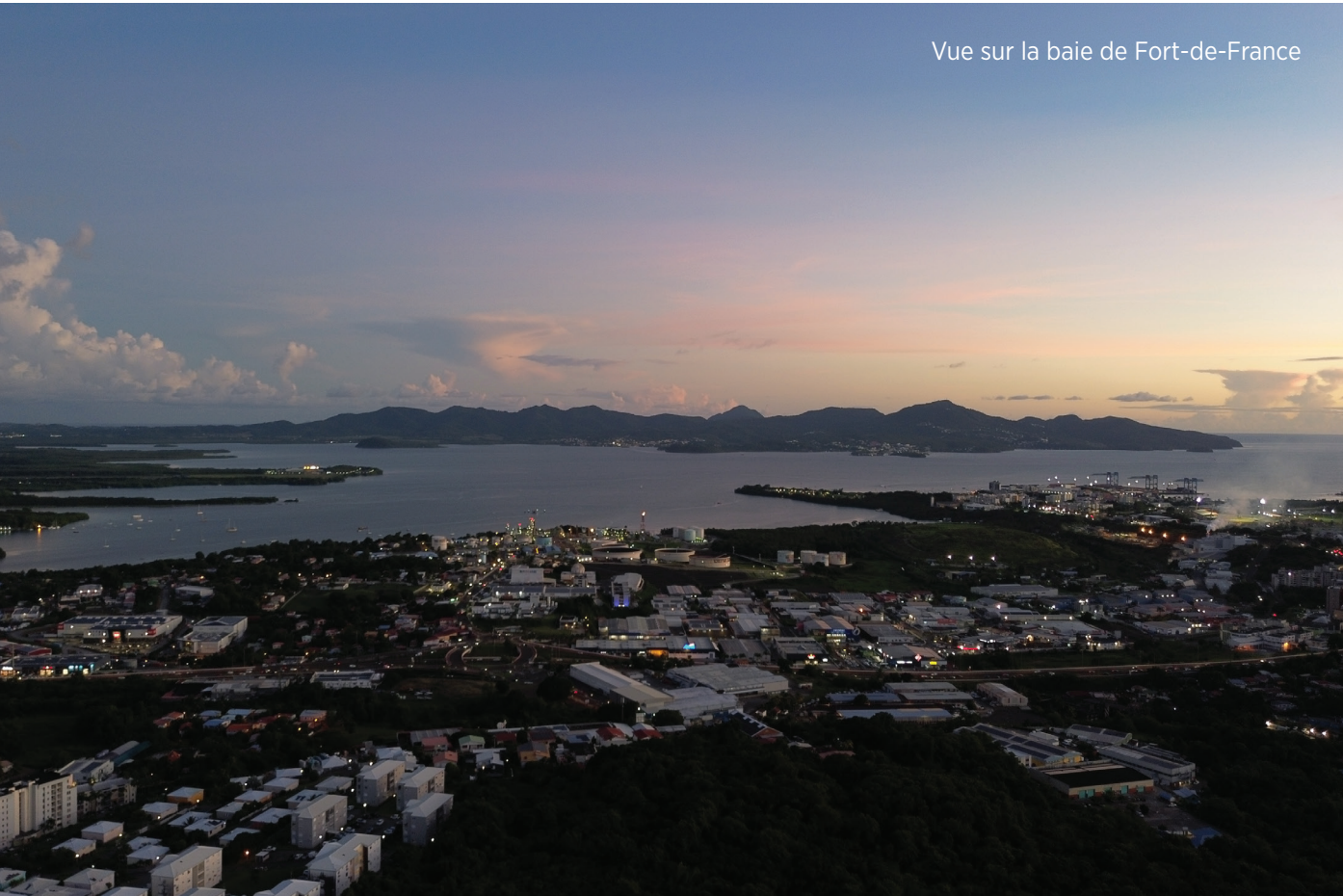
Dix molécules de la famille des composés bromés ont été analysées dans cette étude dont 6 polybromodiphényléthers (PBDE) utilisés pour ignifuger un vaste éventail de produits et 4 hexabromocyclododécane (HBCD) utilisés comme retardateurs de flammes. Deux PBDE disposent d'un seuil BAC, les PBDE 153 et 154, cependant le seuil BAC fixé à 0,05 µg/kg MS est inférieur à la limite de quantification (LQ) fixée à 0,5 µg/kg MS pour ces deux molécules.

Organohalogénés

Seize molécules de la famille des organohalogénés, utilisés principalement comme solvants, ont été analysées dans cette étude. Les concentrations mesurées de 15 parmi les 16 organohalogénés sont inférieures aux LQ, seule une molécule, l'heptachlore epoxyde, a été détectée sur les stations Baie du Robert et Baie du Galion mais à une concentration égale à la LQ fixée à 5 µg/kg MS. Cette molécule est un produit de dégradation de l'heptachlore, substance utilisée comme insecticide en traitement agricole et traitement du bois.

Organophosphorés

Six molécules de la famille des organophosphorés, principalement des herbicides ou insecticides, ont été analysés dans cette étude. L'ensemble des concentrations relevées pour ces 6 molécules est inférieur à la LQ du laboratoire fixée à 5 µg/kg MS.



Sur les 15 stations échantillonnées dans ce suivi, seules 5 stations possédaient une granulométrie assez fine pour permettre une analyse représentative des contaminants métalliques et organiques présents dans les sédiments.

Sur les 5 stations dont l'analyse était représentative de la contamination du sédiment, **Fort Saint-Louis** est celle qui **présente le plus de molécules détectées** avec 8 métaux et 52 contaminants organiques détectés, suivie par Baie du Galion, Baie du Robert, Étang des Salines et Banc Gamelle.

Concernant les concentrations normalisées supérieures aux seuils définis :

- **L'arsenic** dépasse le **seuil N2** sur 1 station
- **Le cuivre** dépasse le **seuil N1** sur 3 stations et le **seuil ERL** sur 2 stations
- **Le mercure** dépasse le **seuil ERL** sur 1 station et le **seuil BAC** sur 1 station
- **Le plomb et le zinc** dépasse le **seuil ERL** sur 1 station
- **Le PCB 118 (PCB) et le PCB 52 (organochloré)** dépassent le **seuil EAC** sur 1 station et le **seuil BAC** sur 1 station
- **6 HAP** (anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(g,h,i)périlène, indéno(1,2,3-cd)pyrène et phénanthène) dépassent le **seuil BAC** sur 1 station
- **3 organochlorés** (PCB 101, 138 et 153) dépassent le **seuil BAC** sur 2 stations et **2 autres organochlorés** (PCB 28 et 180) dépassent le **seuil BAC** sur 1 station.

CONTAMINATION	FORT SAINT-LOUIS	
	Contaminants métalliques : 8 molécules détectées sur 9	Contaminants organiques : 52 molécules détectées sur 121
	Le mercure, le plomb et le zinc dépassent les seuils ERL	6 HAP et 5 organochlorés dépassent les seuils BAC
	Le cuivre dépasse le seuil N1	1 PCB et 1 organochloré dépassent les seuils EAC
	BAIE DU GALION	
	Contaminants métalliques : 7 molécules détectées sur 9	Contaminants organiques : 43 molécules détectées sur 121
	Le mercure dépasse le seuil BAC	1 PCB et 4 organochlorés ou apparentés dépassent les seuils BAC
	Le cuivre dépasse le seuil ERL	
	BAIE DU ROBERT	
	Contaminants métalliques : 7 molécules détectées sur 9	Contaminants organiques : 36 molécules détectées sur 121
	Le cuivre dépasse le seuil N1	Aucun seuil dépassé
	ÉTANG DES SALINES	
	Contaminants métalliques : 7 molécules détectées sur 9	Contaminants organiques : 22 molécules détectées sur 121
	Le cuivre dépasse le seuil N1	Aucun seuil dépassé
	BANC GABELLE	
	Contaminants métalliques : 6 molécules détectées sur 9	Contaminants organiques : 21 molécules détectées sur 121
	Le cuivre dépasse le seuil ERL	Aucun seuil dépassé
	L'arsenic dépasse le seuil N2	

**PERSPECTIVE :** Pour les masses d'eau dont les stations existantes ont une granulométrie qui ne convient pas à l'analyse des contaminants dans les sédiments, il conviendrait de rechercher des zones de prélèvements aux caractéristiques appropriées.



BIBLIOGRAPHIE

• Arrêté du 30 juin 2020 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement. JOFR n°0162 du 2 juillet 2020. ELI : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2020/6/30/TREL2011758A/jo/texte>

• Arrêté du 26 avril 2022 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. JOFR n°0109 du 11 mai 2022. ELI : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2022/4/26/TREL2200737A/jo/texte>

• Gouriou L., Lissardy M, Sanchez F, Rigouin L, 2023. Chimie DCE dans les eaux littorales du bassin Adour-Garonne – substances hydrophobes : Mise à jour 2022 des résultats de la contamination Chimique dans la Matière Vivante (ROCCH-MV) et le Sédiment (ROCCHSED).

• Impact Mer et Pareto, 2007. Définition de l'état de référence pour les masses d'eau côtières et de transition de la Martinique – Directive Cadre sur l'Eau. Rapport de contrat DIREN Martinique. 104p

• Mauffret A, Brun M, Bustamante P, Chouvelon T, Mendez-Fernandez P, Mille T, Poiriez G, Spitz J, Wessel N, 2023. Évaluation du descripteur 8 « Contaminants dans le milieu marin » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM.

• Menet-Nedelec F, 2022. Evaluation de la contamination chimique selon la méthodologie DCE pour les masses d'eau littorales du bassin Seine-Normandie. Agence de l'Eau Seine-Normandie. IFREMER

• OSPAR, 2002. JAMP Guidelines for Monitoring Contaminants in Sediments. OSPAR Commission. Monitoring guidelines, ref. no. 2002-16.

• OSPAR, 2020. Updated Audit trail of OSPAR EACs and other assessment criteria used to distinguish above and below thresholds .OSPAR Comission 2021

• Schiavone S, Coquery M, 2009. Méthodes de référence existantes pour l'analyse des substances prioritaires dans les sédiments et le biote. Cemagref, 2009, 51 p.

ANNEXE

Liste des paramètres analysés dans la matrice sédiment et limite de quantification

Type de paramètre	Paramètre	Unité	LQ	Type de paramètre	Paramètre	Unité	LQ
Paramètres généraux	Fraction inférieure à 2 mm	%	/	Métaux	Chrome	mg/kg MS	1,0
Paramètres généraux	Matières sèches (105 °C)	%	/	Métaux	Cuivre	mg/kg MS	1,0
Paramètres généraux	Carbone organique	g/kg MS	2	Métaux	Etain	mg/kg MS	1,0
Paramètres généraux / Métaux	Aluminium	g/kg MS	0,01	Métaux	Mercure	mg/kg MS	0,04
Granulométrie	Fraction < 2 µm	%	/	Métaux	Nickel	mg/kg MS	1,0
Granulométrie	Fraction < 20 µm	%	/	Métaux	Plomb	mg/kg MS	1,0
Granulométrie	Fraction < 50 µm	%	/	Métaux	Zinc	mg/kg MS	2,0
Granulométrie	Fraction < 63 µm	%	/	HAP	Acénaphène	µg/kg MS	0,5
Granulométrie	Fraction < 100 µm	%	/	HAP	Anthracène	µg/kg MS	0,5
Granulométrie	Fraction < 200 µm	%	/	HAP	Benzo (a) anthracène	µg/kg MS	1
Granulométrie	Fraction < 500 µm	%	/	HAP	Benzo (a) pyrène	µg/kg MS	1
Granulométrie	Fraction < 1000 µm	%	/	HAP	Benzo(b) fluoranthène	µg/kg MS	1
Métaux	Arsenic	mg/kg MS	2,0	HAP	Benzo (g,h,i) perylène	µg/kg MS	2
Métaux	Cadmium	mg/kg MS	0,4	HAP	Benzo ( k ) fluoranthène	µg/kg MS	1

Type de paramètre	Paramètre	Unité	LQ	Type de paramètre	Paramètre	Unité	LQ
HAP	Fluoranthène	µg/kg MS	1	Furanes	123789 HxCDF	ng/kg MS	variable
HAP	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	µg/kg MS	2	Furanes	234678 HxCDF	ng/kg MS	variable
HAP	Naphtalène	µg/kg MS	5	Furanes	1234789 HpCDF	ng/kg MS	variable
HAP	Phénanthrène	µg/kg MS	1	Furanes	1234678 HpCDF	ng/kg MS	variable
PCB Dioxine-like	PCB 77	ng/kg MS	variable	Furanes	12346789 OCDF	ng/kg MS	variable
PCB Dioxine-like	PCB 81	ng/kg MS	variable	Composés bromés	HBCD	mg/kg MS	10
PCB Dioxine-like	PCB 126	ng/kg MS	variable	Composés bromés	HBCD alpha	µg/kg MS	10
PCB Dioxine-like	PCB 169	ng/kg MS	variable	Composés bromés	HBCD beta	µg/kg MS	10
PCB Dioxine-like	PCB 105	ng/kg MS	variable	Composés bromés	HBCD gamma	µg/kg MS	10
PCB Dioxine-like	PCB 114	ng/kg MS	variable	Composés bromés	BDE 100	µg/kg MS	0,2
PCB Dioxine-like	PCB 118	ng/kg MS	variable	Composés bromés	BDE153	µg/kg MS	0,5
PCB Dioxine-like	PCB 123	ng/kg MS	variable	Composés bromés	BDE154	µg/kg MS	0,5
PCB Dioxine-like	PCB 156	ng/kg MS	variable	Composés bromés	BDE28	µg/kg MS	0,5
PCB Dioxine-like	PCB 157	ng/kg MS	variable	Composés bromés	BDE 47	µg/kg MS	0,1
PCB Dioxine-like	PCB 167	ng/kg MS	variable	Composés bromés	BDE 99	µg/kg MS	0,2
PCB Dioxine-like	PCB 189	ng/kg MS	variable	Organoétains	DBT	µg/kg MS	5
Organo-Cl & apparentés	Chlordecone	µg/kg MS	5	Organoétains	MBT	µg/kg MS	5
Organo-Cl & apparentés	Endosulfan total	mg/kg MS	0,005	Organoétains	TBT	µg/kg MS	5
Organo-Cl & apparentés	somme HCH	mg/kg MS	0,005	Organoétains	TPHT	µg/kg MS	5
Organo-Cl & apparentés	Aldrine	mg/kg MS	0,005	Alkyl et phtalates	PFOS	µg/kg MS	0,1
Organo-Cl & apparentés	Chlordane oxy	mg/kg MS	0,005	Alkyl et phtalates	DEHP ou DOP	µg/kg MS	10
Organo-Cl & apparentés	4,4'-DDD	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Quinoxifène	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	4,4'-DDE	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Heptachlore epoxyde (cis+trans)	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	DDT op'	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Benfluraline	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	DDT pp'	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Captane	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Dieltine	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Chlorothalonil	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Endosulfan alpha	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Cyperméthrine	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Endosulfan bêta	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	DDD 24'	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Endosulfan sulfate	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	DDE 24'	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Endrine	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Deltaméthrine	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	alpha-HCH	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Dicofol	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	bêta-HCH	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Fluroxypyr meptyl	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	HCH delta	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Folpet (Folpel)	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	gamma-HCH	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Hexachlorobutadiène	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Heptachlore	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Pentachlorobenzène	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Heptachlore epoxyde cis	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Procymidone	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Heptachlore epoxyde trans	mg/kg MS	0,005	Organohalogéné	Chloroalcanes C10-C13	µg/kg MS	100
Organo-Cl & apparentés	Isodrine	mg/kg MS	0,005	Organophosph & apparentés	Butraline	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	PCB 28	ng/kg MS	1	Organophosph & apparentés	Diazinon	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	PCB 52	ng/kg MS	1	Organophosph & apparentés	Parathion éthyl	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	PCB 101	ng/kg MS	1	Organophosph & apparentés	Parathion méthyl	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	PCB 138	ng/kg MS	2	Organophosph & apparentés	Pendiméthaline	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	PCB 153	ng/kg MS	2	Organophosph & apparentés	Triluraline	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	PCB 180	ng/kg MS	1	Autres	Permethrine	mg/kg MS	0,005
Organo-Cl & apparentés	Total PCB	ng/kg MS	/	Autres	Anthraquinone	mg/kg MS	0,005
Dioxines	2378 TCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Biphényle	mg/kg MS	0,005
Dioxines	12378 PCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Bromoxynil octanoate	mg/kg MS	0,005
Dioxines	123789 HxCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Cyphenothrine	mg/kg MS	0,005
Dioxines	123678 HxCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Fenoxaprop-p-éthyl	mg/kg MS	0,005
Dioxines	123478 HxCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Ioxynil octanoate	mg/kg MS	0,005
Dioxines	1234678 HpCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Metoxychlore	mg/kg MS	0,005
Dioxines	12346789 OCDD	ng/kg MS	variable	Autres	Permethrine cis	mg/kg MS	0,005
Furanes	2378 TCDF	ng/kg MS	variable	Autres	Permethrine trans	mg/kg MS	0,005
Furanes	12378 PCDF	ng/kg MS	variable	Autres	Phenothrine	mg/kg MS	0,005
Furanes	23478 PCDF	ng/kg MS	variable	Autres	Piperonyl butoxyde	mg/kg MS	0,005
Furanes	123478 HxCDF	ng/kg MS	variable	Autres	Tefluthrine	mg/kg MS	0,005
Furanes	123678 HxCDF	ng/kg MS	variable	Autres	Vinchlozoline	mg/kg MS	0,005





Vue sur la Baie du Galion

#### ÉTUDE POUR LE COMPTE DE:



☎ 05 96 48 47 20  
victor.tersiguel@eumartinique.fr

📍 140 Bd de la Pointe des Nègres  
97200 Fort-de-France

🌐 [eumartinique.fr](http://eumartinique.fr)



☎ 01 45 14 37 05  
eva.thierry@ofb.gouv.fr  
helene.udo@ofb.gouv.fr

📍 12 cours Lumière  
94300 Vincennes

🌐 [www.ofb.gouv.fr](http://www.ofb.gouv.fr)

#### RÉALISATION DU SUIVI:



☎ 05 96 63 31 35  
cdesrosiers@impact-mer.fr

📍 20 rue Karukéra  
97200 Fort de France

🌐 [www.impact-mer.fr](http://www.impact-mer.fr)