

# Teneurs en métaux lourds des sédiments fins de la baie de Fort-de-France, Martinique, Petites Antilles françaises

Baie de Fort-de-France  
Petites Antilles  
Sédiments fins  
Métaux lourds  
Pollution anthropique

Bay of Fort-de-France  
Lesser Antilles  
Fine-grained sediments  
Heavy metals  
Man-made pollution

Jean-Claude PONS <sup>a</sup>, Mario PARRA <sup>a</sup>, Charles JULIUS <sup>b</sup>

<sup>a</sup> UA n° 197, CNRS, Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Université de Bordeaux-I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence.

<sup>b</sup> Université Antilles-Guyane, BP n° 592, 97167 Pointe-à-Pitre Cedex.

Reçu le 3/2/87, révisé le 3/9/87, accepté le 5/10/87.

## RÉSUMÉ

Les grandes agglomérations des départements d'outre-mer des Antilles françaises sont susceptibles de perturber l'équilibre du milieu marin environnant à cause de leur essor démographique et industriel. Les sédiments de la baie de Fort-de-France (Martinique) ont donc été analysés dans le but de déterminer leurs principales caractéristiques, et la teneur en métaux lourds a été évaluée dans la fraction inférieure à 63 µm. Trois groupes d'éléments apparaissent :

- 1) Cu, Ni, Zr, Rb, Co, Ga et Nb ne subissent pas de variations significatives à l'échelle de la baie, et les teneurs sont proches de celles des altérites.
- 2) Br et Sr ont des teneurs supérieures à celles des altérites, avec un gradient croissant du rivage vers le large.
- 3) Pb, Zn, As et Sn ont des teneurs très supérieures à celles des altérites, qui sont significatives d'une pollution anthropique.

L'intensité de cette pollution est traduite par le facteur d'enrichissement et l'indice de géo-accumulation qui montrent une importante contamination en Pb, Zn et Sn dans la zone la plus proche de Fort-de-France et de ses banlieues.

*Oceanol. Acta*, 1988, 11, 1, 47-54.

## ABSTRACT

Heavy metal concentrations in fine-grained sediments of the bay of Fort-de-France, Martinique, French Lesser Antilles

Large agglomerations of the French Antilles departments may upset the equilibrium of the neighbouring marine environment because of population and industrial growth. Sediments from the Fort-de-France bay (Martinique) have therefore been analysed to determine their main characteristics as well as their heavy-metal content; the latter has been evaluated in the < 63 µm fraction. Three groups of metals appear:

- 1) Cu, Ni, Zr, Rb, Co, Ga and Nb are not responsive to significant variations in the bay; their concentrations are similar to those observed in alterites.
- 2) Br and Sr concentrations are higher than those in alterites with a gradient increasing from nearshore to offshore.
- 3) Pb, Zn, As and Sn concentrations are much higher than those in alterites, indicating man-made pollution.

The intensity of this pollution is reflected in the enrichment of the metals and evidence of geo-accumulation showing important Pb, Zn and Sn contamination in the neighbourhood of Fort-de-France and its outskirts.

*Oceanol. Acta*, 1988, 11, 1, 47-54.

INTRODUCTION

La pollution par les métaux lourds est un problème d'actualité qui préoccupe toutes les régions soucieuses de maintenir leur patrimoine côtier à un haut degré de

qualité. Cette préoccupation touche également les cités d'outre-mer et la ville de Fort-de-France en particulier, construite en bordure d'une baie qui présente les principales caractéristiques suivantes (fig. 1) :

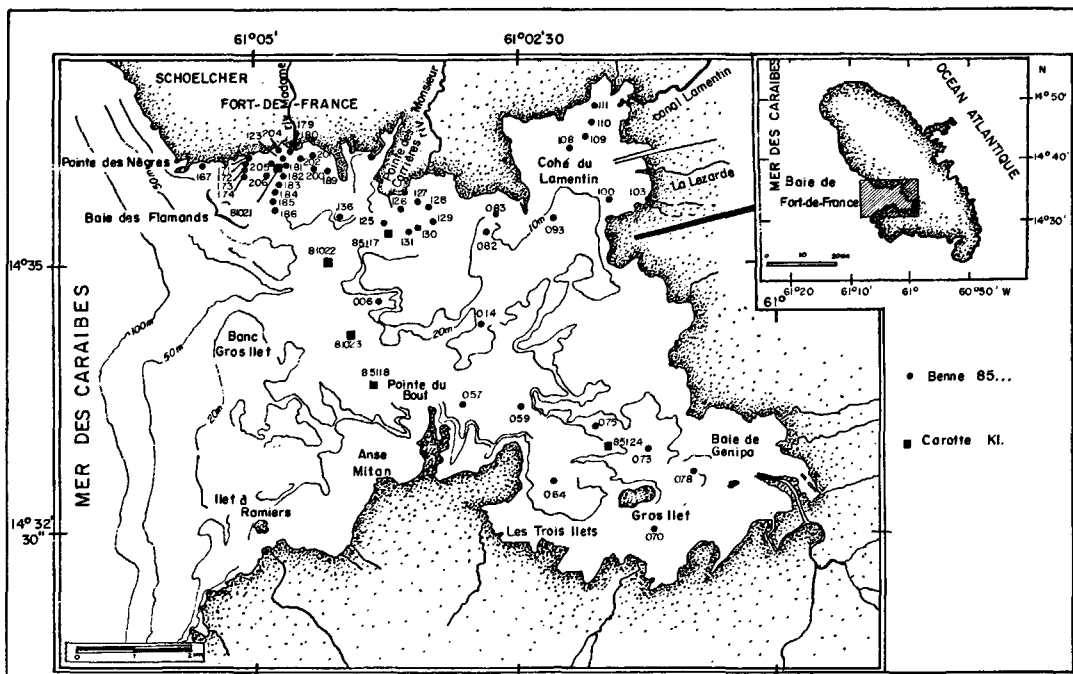


Figure 1  
Localisation des prélèvements et morphologie de la baie de Fort-de-France (Martinique).  
Sampling sites and morphology of bay of Fort-de-France.

— Elle est située sur la côte sous le vent, donc peu agitée car peu sensible aux alizés qui induisent malgré tout des courants superficiels.

— Elle est relativement fermée et protégée des influences marines de la Mer des Caraïbes.

— Elle constitue le réceptacle naturel des effluents urbains et industriels de la ville.

— Ses dimensions sont importantes : 12 km dans sa plus grande longueur et 8 km environ dans sa plus grande largeur. Il faut également signaler un resserrement entre la Pointe du Bout (largeur 4 km) et la présence de zones relativement isolées : baie des Flamands, du Lamentin et de Génipa.

L'objectif de ce travail est de déterminer la qualité chimique des sédiments de la baie. En prenant comme référence les teneurs des altérites environnantes, il sera possible de mettre en évidence des valeurs anormales qui traduiront alors un état de pollution qui pourra être quantifié grâce à l'index de géo-accumulation (I géo.) de Müller (1979).

La nécessité de telles études n'est plus à démontrer, du fait :

— de l'accroissement important de l'agglomération, parfois de façon anarchique, au risque de perturber l'équilibre du milieu marin littoral;

— de la pêche, qui capture entre autres des poissons limnivores;

— de l'implantation d'industries souvent polluantes;

— de l'attrait touristique de la baie, qui entraîne des surpopulations locales.

La répartition des métaux étant directement liée à l'hydrologie et aux faciès sédimentaires, il est nécessaire dans un premier temps d'en présenter les grandes lignes.

DONNÉES HYDROLOGIQUES ET SÉDIMENTOLOGIQUES

Ces données proviennent d'une étude détaillée ayant pour objet la qualité des eaux et des sédiments de la baie (Castaing *et al.*, 1986).

La baie est soumise à un régime hydrodynamique qui résulte de la combinaison :

— d'un courant de dérive superficiel dû à l'action des alizés de secteurs Est et Nord-Est dominants;

— d'un courant de marée qui intéresse une masse d'eau profonde plus importante. Les chenaux sont les zones de passage privilégiées de ces masses d'eau en transit, le chenal Nord en particulier pour le flot.

Les teneurs de matières en suspension en surface permettent de séparer la partie interne de la baie, où les concentrations sont élevées (Cohé du Lamentin : 5,9 mg/l) et la partie externe où elles sont plus faibles (< 0,1 mg/l). Près du fond, le schéma est identique mais les teneurs dans la partie interne y sont très élevées (11,1 mg/l). Cette répartition globale des M.E.S. est modifiée :

- localement au débouché des rivières (Rivière Madame, Monsieur, Lézarde, etc.) et des eaux usées;
- plus généralement le long de la côte, lors du passage des ondes tropicales. Les teneurs en surface sont alors supérieures à 5 mg/l, et celles du fond peuvent atteindre 22 mg/l grâce aux forts débits des rivières lors de ces périodes et aux eaux de ruissellement qui érodent les sols.

Les sédiments superficiels de la baie se répartissent en quatre faciès principaux en relation avec la morphologie sous-marine :

- les sables grossiers organogènes situés sur les hauts-fonds;
- les sables moyens à fins organogènes;
- les sables vaseux et les vases sableuses qui couvrent les passes et le débouché des rivières;
- les vases qui caractérisent les fonds des baies.

Les teneurs en C.O.P. (Carbone Organique Particulaire) sont dans l'ensemble assez faibles (1,75 à 2,50%) sauf dans les zones proches des mangroves (Cohé du Lamentin : 5,05%).

## LOCALISATION DES PRÉLÈVEMENTS ET MÉTHODOLOGIE

Nos recherches géochimiques ont porté essentiellement sur les zones à sédimentation vaseuse dominante, et plus particulièrement celle située au large de Fort-de-France afin d'apprécier l'impact des effluents de cette ville.

Deux catégories de prélèvements ont été récoltés (fig. 1) :

- des prélèvements de surface (52) qui permettent d'observer la répartition spatiale des métaux;
- des carottages (3) dont les 50 premiers centimètres permettent de suivre l'évolution des métaux dans le temps.

Les analyses ont été effectuées sur la fraction inférieure à 63  $\mu\text{m}$  afin, d'une part de s'affranchir du paramètre granulométrique, et d'autre part de préciser les processus de fixation des métaux sur les particules fines qui en sont les principaux supports.

La minéralogie de la fraction argileuse (< 2  $\mu\text{m}$ ) a été réalisée sur les échantillons les plus riches par diffractométrie de RX, en utilisant la méthode des pâtes orientées (trois lames : normale, glycolée et chauffée à 550°C). L'indice de cristallinité des smectites (v/p) et des minéraux à 7 Å a été calculé selon la méthode de Biscaye (1965). Le diffractomètre utilisé est un modèle Philips PW 1730.

La composition chimique des phases argileuses a été obtenue à partir des analyses effectuées par spectrométrie de fluorescence X. L'appareil utilisé est un spectromètre Philips PW 1350-1540; les conditions opératoires sont celles décrites par Lapaquellerie (1975). Deux types d'analyses ont été réalisées :

- Les éléments majeurs (Si, Al, Fe, Ti, Ca, Mg, K, Mn, P, Na et Cl) ont été analysés par la technique de dilution. Les échantillons broyés sont mélangés à

1050°C avec du spectroflux. Les teneurs des éléments majeurs sont exprimées sous la forme d'oxydes.

- Les éléments traces (Sr, Rb, Cr, Co, Zn, Cu, Nb, Ga, Sn, Pb, Zr, Ni, As et Br) sont analysés directement sur les échantillons séchés à 105°C. Les standards artificiels (NBS) sont analysés en même temps que les échantillons de la baie; ils permettent d'établir des courbes d'étalonnage pour chaque élément. Les pourcentages d'erreur sur les teneurs sont estimés à  $\pm 10\%$  (Lapaquellerie, 1975).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

La teneur en métaux lourds est directement liée à la fraction fine du sédiment; il est donc nécessaire de connaître la nature de cette dernière afin d'établir d'éventuelles corrélations entre ces deux paramètres.

### Minéralogie des argiles

Les phases argileuses des sédiments superficiels renferment des smectites et des halloysites. Les teneurs en smectites varient entre 42 et 67%. Leur degré de cristallinité est relativement bon (v/p > 0,5), et elles sont dominantes dans la partie sud de la baie. Les halloysites sont au contraire dominantes dans la partie nord; leur teneur varie de 37 à 58%.

La distribution verticale de ce cortège (50 premiers centimètres des 3 carottes) fait apparaître une grande homogénéité.

Cette association smectite-halloysite héritée des altérites aériennes (Pons, Julius, 1984) caractérise l'apport détritique par les rivières et les eaux de ruissellement.

### Éléments majeurs

La composition chimique des sédiments fins de surface est homogène; les valeurs de l'écart-type et de la déviation relative des éléments majeurs Si, Al, Fe, Ti et K sont relativement faibles (tab. 1). Cette homogénéité se retrouve également dans les trois carottes. Ces compositions chimiques moyennes sont à rapprocher de celles des altérites issues des formations dacitiques, avec cependant des teneurs plus élevées en Mg et Ti et plus faibles en Fe (tab. 1), qui pourraient être expliquées par des modifications structurales des smectites dans l'environnement de la baie (Parra *et al.*, 1985).

### Éléments traces

L'analyse comparée des teneurs en métaux des sédiments de surface et carottés avec celles des altérites issues des formations dacitiques et andésitiques fait apparaître trois groupes d'éléments, chacun caractérisé par un comportement particulier.

#### 1<sup>er</sup> groupe

Cu, Ni, Zr, Rb, Co, Ga et Nb ne subissent pas de variations significatives à l'échelle de la baie et leurs teneurs moyennes sont proches de celles des altérites climatiques (tab. 2). Ils présentent une très bonne corrélation linéaire ( $r$ ) positive avec  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : par exemple  $r_{\text{Ga}/\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,68$  et  $r_{\text{Cu}/\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,68$ . Ces métaux sont donc

Tableau 1

Compositions chimiques moyennes, écarts types et déviations relatives des sédiments fins de la baie de Fort-de-France.  
*Mean chemical compositions, standard and relative deviations of fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France.*

		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Sédiments de surface 49 échantillons	( $\bar{x}$ ) %	49,53	26,74	14,33	0,15	1,94	4,99	1,09	0,65	0,98
	$\sigma$	2,87	3,06	1,90	0,07	2,34	2,87	0,27	0,18	1,13
	dr (%)	5,80	11,46	13,26	46,87	121,06	57,43	24,47	27,57	114,42
KI.85117 11 échantillons	( $\bar{x}$ ) %	44,29	36,30	14,78	0,40	1,31	0,14	1,22	0,19	0,86
	$\sigma$	1,08	1,36	0,66	1,03	0,58	0,07	0,08	0,02	0,66
	dr (%)	2,43	3,68	4,44	255,49	44,20	48,30	5,78	10,16	76,87
KI.85118 7 échantillons	( $\bar{x}$ ) %	50,37	31,49	12,67	1,23	1,15	0,94	1,09	0,38	0,79
	$\sigma$	2,55	3,10	1,18	2,70	0,40	0,47	0,48	0,10	0,19
	dr (%)	5,06	9,85	9,30	210,22	34,94	49,39	44,42	25,22	23,83
KI.85124 16 échantillons	( $\bar{x}$ ) %	46,87	33,46	14,42	0,90	1,37	0,31	1,45	0,29	0,67
	$\sigma$	1,40	1,03	0,87	2,20	0,18	0,13	0,27	0,02	0,31
	dr (%)	2,99	3,10	6,02	245,72	12,94	43,88	18,91	6,32	46,87
Altérites (dacite)	( $\bar{x}$ ) %	49,93	23,15	25,12	0,18	0,35	0,38	0,18	0,65	1,88

( $\bar{x}$ ) teneur moyenne.  $\sigma$ , écart-type. dr, déviation relative.

localisés dans les structures des minéraux argileux, composants alumino-silicatés principaux. L'origine de ces éléments est donc détritique et par conséquent naturelle.

2<sup>e</sup> groupe

Br et Sr présentent d'importantes variations et les sédiments de la baie des Flamands ont des teneurs plus faibles que ceux du reste de la baie (tab. 2). Ces teneurs, qui sont toujours supérieures à celles des altérites, sont corrélées positivement avec Cl ( $r=0,97$ ) et Na<sub>2</sub>O ( $r=0,93$ ) pour le brome, avec CaO ( $r=0,88$ ) pour le strontium. La teneur élevée en brome des vases sédimentées dans la baie souligne l'influence du milieu marin riche en cet élément. La relation CaO/Sr est en accord avec l'abondance de la phase biogénique, particulièrement dans les zones Est et Sud où les récifs sont présents.

3<sup>e</sup> groupe

Pb, Zn et Sn ont des teneurs très supérieures à celles des altérites et pour certains échantillons As. Les valeurs les plus fortes sont localisées dans la baie des Flamands (fig. 2), de la Pointe des Nègres à la Pointe des Carrières, c'est-à-dire dans une zone directement soumise aux apports anthropiques domestiques et industriels. Ces éléments sont en effet :

- peu abondants (Pb et Zn), et même absents (Sn et As) dans les altérites climatiques;
- très bien corrélés entre eux : la figure 3 montre l'exemple Pb-Zn ( $r=0,93$ );
- répartis en deux ensembles lorsqu'on envisage leur

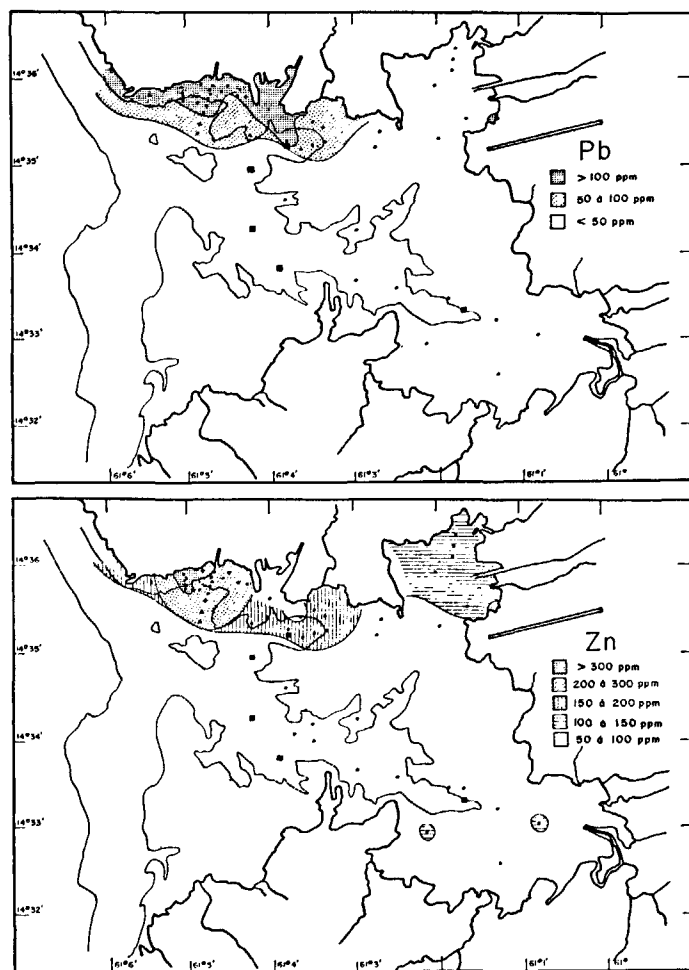


Figure 2  
Répartition du plomb et du zinc dans la baie de Fort-de-France.  
*Distribution of lead and zinc in the bay of Fort-de-France.*

Tableau 2

Teneurs moyennes en métaux lourds des sédiments de la baie de Fort-de-France et des altérites de la Martinique.  
*Average heavy-metal contents of fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France and of alterites from Martinique.*

Localisation	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zr (mg/kg)	Rb (mg/kg)	Sr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Br (mg/kg)	As (mg/kg)	Sn (mg/kg)	Ga (mg/kg)	Nb (mg/kg)
Baie des Flamands	122	48	290	16	75	62	682	14	123	1	11	21	22
Cohé du Lamentin													
Baie de Génipa	40	47	130	16	62	55	932	16	458	4	1	20	22
Altérites (*) (dacite)	5	37	71	16	62	57	212	16	0	0	0	32	28

(\*) Pons (1987).

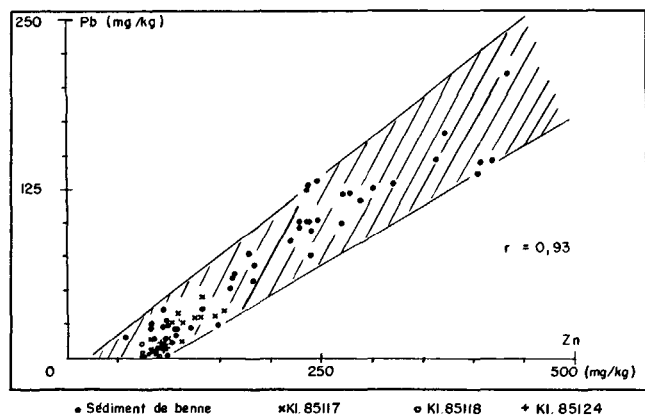


Figure 3  
Relation Zn/Pb des sédiments fins de la baie de Fort-de-France.  
*Zn/Pb relation in fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France.*

corrélation avec les éléments majeurs et  $Al_2O_3$  en particulier (fig. 4) :

- un premier ensemble qui renferme les échantillons caractérisés par une assez bonne corrélation (zone hachurée),

- un deuxième ensemble qui s'isole du précédent à cause de valeurs élevées en Zn et Pb et qui ne présente aucune corrélation avec  $Al_2O_3$ .

Les caractéristiques énoncées ci-dessus font que Pb, Zn et Sn doivent être considérés comme des éléments polluants dans la baie, et en particulier en bordure de l'agglomération de Fort-de-France.

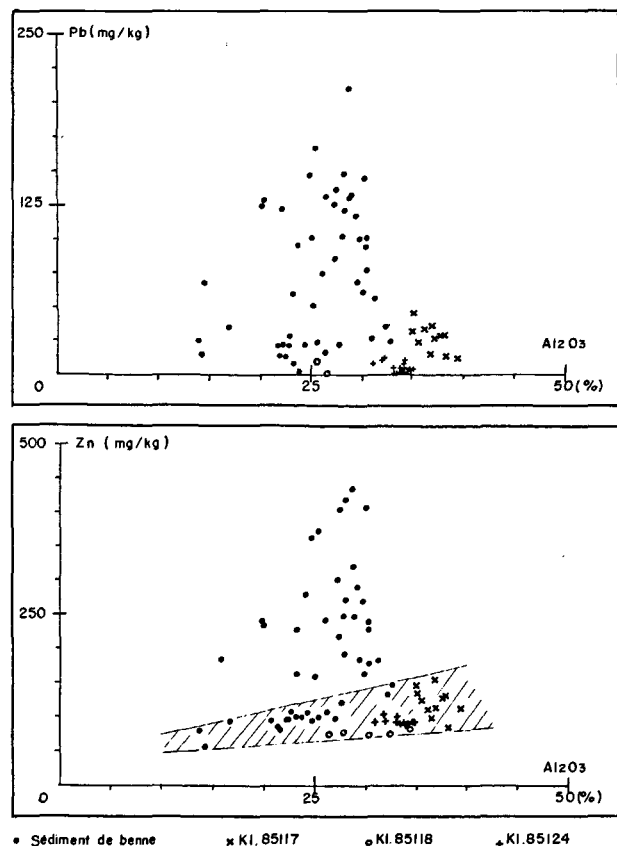


Figure 4  
Relations  $Pb/Al_2O_3$  et  $Zn/Al_2O_3$  des sédiments fins de la baie de Fort-de-France.  
 *$Pb/Al_2O_3$  and  $Zn/Al_2O_3$  ratios in fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France.*

Le cas de As doit être discuté : en effet, si les teneurs élevées rencontrées au nord de la baie (18 mg/kg dans le chenal de la Marina Port Cohé) peuvent s'expliquer par l'activité de plaisance, les valeurs rencontrées au large de Trois Ilets (17 mg/kg) peuvent très bien résulter d'un phénomène naturel; certaines argiles d'origine hydrothermale sont particulièrement riches en cet élément (Pons, 1987); leur exploitation entraîne la présence de suspensions qui, en période de pluies, sont transportées dans le milieu marin.

La séparation du cortège d'éléments traces en éléments « normaux » et en éléments « polluants » est le résultat de la comparaison des valeurs relevées dans la baie avec celles du « bruit de fond » alimenté par les altérites. L'impact des métaux polluants sur la qualité des sédiments fins peut être appréhendé de deux autres manières complémentaires :

– par le calcul des facteurs d'enrichissements (Buat-Ménard, 1979) :

$$EF = \frac{\text{teneur métal}_{\text{sédiment}} / \text{teneur } Al_{\text{sédiment}}}{\text{teneur métal}_{\text{altérite}} / \text{teneur } Al_{\text{altérite}}}$$

- teneur métal<sub>sédiment</sub> = teneur du métal dans le sédiment.

- teneur  $Al_{\text{sédiment}}$  = teneur de Al dans le sédiment.

Il apparaît de très fortes valeurs, surtout pour Pb, Zn et Sn (fig. 5 et tab. 3) qui confirment la réalité d'une pollution dans la baie des Flamands.

Figure 5

Répartition du facteur d'enrichissement en plomb et en zinc des sédiments fins de la baie de Fort-de-France.

*Distribution of the enrichment factor of lead and zinc in fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France.*

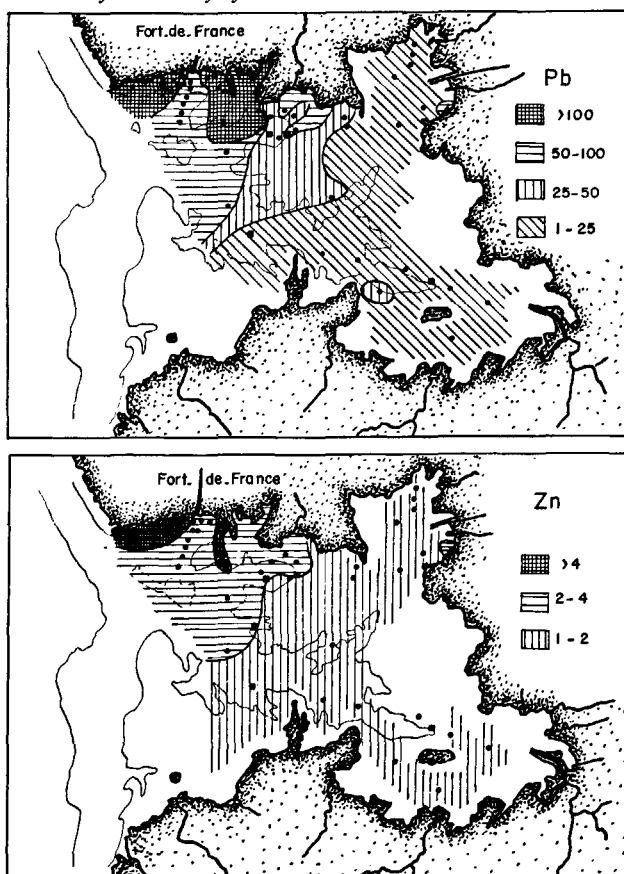


Tableau 3

Facteurs d'enrichissement et index de géo-accumulation en plomb, zinc, arsenic et étain des sédiments fins de la baie de Fort-de-France.  
*Enrichment factor and geo-accumulation index of lead, zinc, arsenic and tin in fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France.*

Échantillon	Facteur d'enrichissement				Index de géo-accumulation			
	Pb	Zn	Sn	As	Pb	Zn	As	Sn
85006	42	2,1	0	0	1,20	0	0	0
85014	25	1,5	0	8	0,69	0	3,50	0
85057	15	1,5	0	0	0,62	0	0	0
85059	23	1,5	0	2	1,08	0	2,77	0
85064	44	1,7	5	5	1,03	0	3,46	3,40
85070	17	1,5	0	16	0	0	4,74	0
85073	15	1,6	0	5	0,62	0	3,42	0,69
85075	8	1,5	0	12	0,06	0	4,40	0
85078	20	1,6	0	0	1,02	0	0	0
85082	28	1,4	0	4	1,28	0	3,26	0
85083	22	1,4	0	4	1,03	0	1,79	0
85093	22	1,4	0	0	1,16	0	0	0
85100	19	1,4	0	9	1,24	0,15	4,41	0
85103	93	3,4	0	17	2,60	0,81	4,80	0
85108	14	1,4	2	6	0,75	0	3,78	2,63
85109	25	1,5	0	4	1,54	0,22	3,53	0
85110	17	1,6	0	8	1,54	0,33	4,27	0
85111	19	1,6	0	8	1,08	0,14	4,20	0
85123	66	3,3	4	0	2,30	0,83	0	3,56
85125	114	2,6	0	0	2,86	0,59	1,54	0
85126	48	2,0	0	3	1,54	0	3,55	0
85127	53	2,2	0	0	2,20	0,55	0	0
85128	41	2,1	12	0	2,01	0,55	0	4,67
85129	58	2,1	8	0	2,33	0,53	0	4,23
85130	47	2,0	0	0	2,10	0,44	0	0
85131	47	2,3	0	1	1,92	0,42	4,42	0
85136	132	4,7	0	9	2,40	0,60	3,69	0
85167	128	4,6	0	9	2,80	0,97	4,09	0,29
85171	137	5,3	12	6	2,97	1,24	3,64	4,44
85172	152	5,3	21	0	3,10	1,26	0	5,02
85173	106	4,0	9	0	2,81	1,05	0	4,31
85174	169	5,5	16	2	3,33	1,42	3,06	4,90
85179	59	2,5	0	3	2,06	0,43	3,03	0
85180	77	2,7	11	0	2,61	0,78	0	4,58
85181	78	3,3	0	0	2,59	0,94	0	0
85182	77	2,8	12	0	2,60	0,82	0	4,69
85183	106	3,1	2	0	2,87	0,85	0	2,77
85184	72	2,9	0	0	2,53	0,82	0	0
85185	64	3,2	5	0	2,61	0,85	0	3,74
85186	73	2,9	0	6	2,45	0,73	3,86	0
85189	143	4,3	39	11	2,81	0,81	4,20	5,43
85191	146	4,2	33	0	2,84	0,81	4,35	5,25
85200	94	3,5	6	6	2,55	0,77	3,72	3,70
85201	121	5,4	23	7	2,98	1,38	4,14	5,29
85202	111	4,9	13	0	2,96	1,35	0	4,74
85203	226	5,3	5	0	2,90	1,35	0	3,64
85204	104	4,0	23	0	2,85	1,11	0	5,28
85205	93	3,6	0	0	2,75	1,01	0	0
85206	100	3,5	3	0	2,80	0,94	0	3,36
81021	80	2,6	0	0	1,08	0,66	0	0
81022	61	1,8	0	0	0,97	0,48	0	0
81023	32	1,5	0	0	0,70	0,42	0	0
KI.85117 0-0,5	15	1,2	0	6	1,12	0	1,78	0
KI.85118 0-1	9	1,0	0	16	0,30	0	2,08	0
KI.85124 0-1,5	7	1,2	0	4	0,30	0	1,52	0

— par le calcul de l'index de géo-accumulation (Müller, 1979) qui permet de chiffrer l'état de pollution.

$$I_{\text{géo.}} = \text{Log} \frac{C_{\text{sédiment}}}{1,5 \times B_{\text{Altérite}}}$$

- $C_{\text{sédiment}}$  = teneur en métal dans le sédiment.
- $B_{\text{altérite}}$  = teneur en métal dans l'altérite de référence.

Les sédiments se répartissent en 7 classes en fonction de leur index  $I_{\text{géo.}}$

$I_{\text{géo.}}$	Classe	Intensité de la pollution
> 5	6	Très fortement pollué.
4-5	5	Fortement à très fortement pollué.
3-4	4	Fortement pollué.
2-3	3	Modérément à fortement pollué.
1-2	2	Modérément pollué.
0-1	1	Non pollué à modérément pollué.
0	0	Non pollué.

Les valeurs obtenues dans le cadre de ce travail mettent en évidence une contamination importante en Pb, Zn et Sn (tab. 3 et fig. 6).

Pb — classes 3 et 4.

Zn — classes 1 et 2.

Sn — classes 3 à 5.

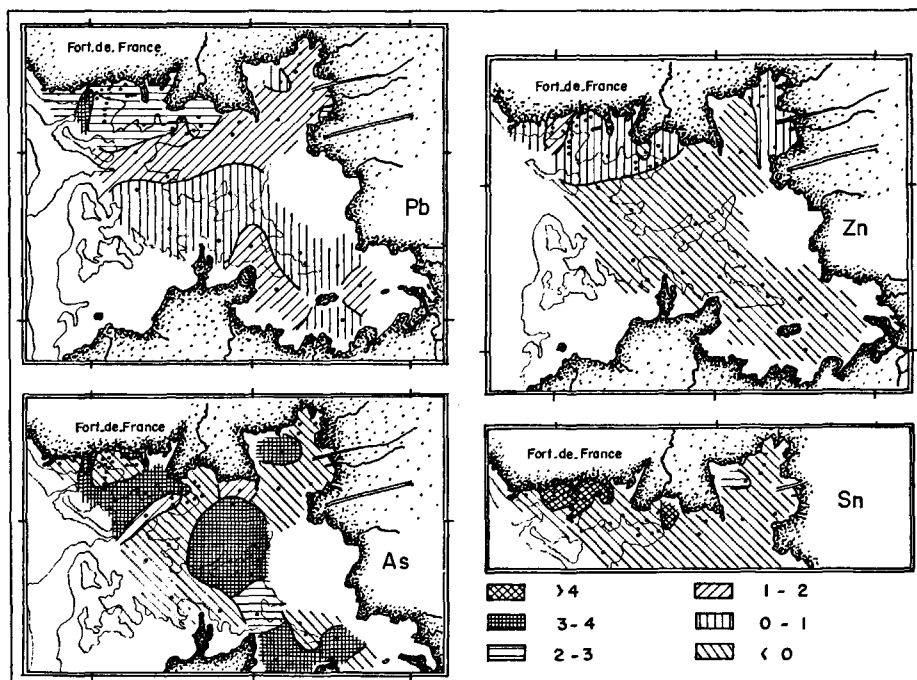
L'analyse des sédiments fins superficiels a permis de donner une photographie dans l'espace des différents teneurs en métaux polluants. Afin d'avoir une idée du phénomène dans le temps, une carotte a été prélevée dans la baie des Flamands.

L'analyse des teneurs en métaux dans les 50 premiers centimètres montre que la pellicule de vase récente est nettement plus riche en Zn et Pb que les niveaux sous-

Figure 6

Répartition de l'indice de géo-accumulation en plomb, zinc, étain et arsenic des sédiments fins de la baie de Fort-de-France.

*Distribution of geo-accumulation of index of lead, zinc, tin and arsenic in fine-grained sediments from the bay of Fort-de-France.*



jacents où les teneurs sont proches de celles des altérites (tableau ci-dessous).

Niveau	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
0-50 cm	77	170
50-60 cm	0	29

## CONCLUSION

Les études visant à définir l'état de pollution par les métaux lourds d'un domaine littoral doivent être accompagnées :

— de la reconnaissance sédimentologique de ce milieu et en particulier de la phase fine;

— de la caractérisation de son environnement terrestre qui fournit le « bruit de fond » géochimique détritique.

Les caractéristiques sédimentologiques que nous avons mises en évidence montrent que, dans la baie, la sédimentation fine est homogène; d'autre part, le « bruit

de fond » fourni par chaque type d'altérite est parfaitement connu (Pons, 1987) : toute anomalie peut donc être expliquée, soit par un phénomène naturel — c'est le cas de Br, Sr et As dans certaines zones —, soit par un phénomène de pollution anthropique — c'est le cas de Pb, Zn, Sn et As.

C'est ce dernier type de pollution qui est préoccupant car, d'une part, il atteint un seuil critique à hauteur de l'agglomération de Fort-de-France et, d'autre part, il est susceptible de s'accroître. La cause doit être recherchée dans le rejet des effluents urbains, et particulièrement de ceux qui résultent du développement anarchique des habitations en bordure et sur les hauteurs du littoral; le rôle de la Rivière Madame, axe de drainage principal, est évident. Dans la baie du Lamentin, les fortes teneurs en Pb, Zn et As sont liées aux activités de la « marina ».

Il faut noter pour terminer que la morphologie sous-marine accidentée de hauts fonds et de passes ainsi que la circulation des courants limitent l'expansion de la pollution qui reste cantonnée aux zones les plus littorales.

---

## Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce au support financier de la Commission de Coordination des Recherches dans les Départements et Territoires d'Outre Mer (CORDET). La mission Caracolante 2 a été financée par l'Institut Français de Recherche pour

l'Exploitation de la Mer (IFREMER). Nous remercions la Marine Nationale de Fort-de-France, qui a fort aimablement mis à notre disposition une chaloupe et son équipage lors de la campagne de prélèvements dans la baie.

---

## RÉFÉRENCES

Biscaye P. E., 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 76, 803-832.

Buat-Ménard P., 1979. Influence de la retombée atmosphérique sur la chimie des métaux en trace dans la matière en suspension de l'Atlantique Nord, *Thèse Doct. État, Univ. Paris VII*, 434 p.

Castaing P., De Resseguier A., Julius C., Parra M., Pons J.-C., Pujos M., Weber O., 1986. Qualité des eaux et des sédiments dans la baie de Fort-de-France (Martinique), Rapport Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Action Concertée CORDET n° 84.L.0896, 93 p.

Lapaquellerie Y., 1975. Application de la spectrométrie de fluorescence X en géologie marine, *Thèse, Univ. Bordeaux I*, 98 p.

Muller G., 1979. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins-Veränderungen seit 1971, *Umschau*, 79, 24, 778-783.

Parra M., Pons J.-C., Delmont P., Ferragne A., 1985. Évolution des minéraux argileux dans un environnement volcanique tropical actuel. Exemple de la Martinique (Petites Antilles), *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, 35, 87-102.

Pons J.-C., 1987. Genèse et répartition des produits détritiques dans un contexte volcano-sédimentaire tropical : exemple de la Martinique et de ses bassins adjacents, *Thèse Doct. État, Univ. Bordeaux I*, 332 p.

Pons J.-C., Julius C., 1984. Potentialités en argiles d'une île volcano-sédimentaire sous climat tropical. Exemple de la Martinique (Petites Antilles), *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, 35, 135-151.

---