



Etude sur les contaminants émergents dans les eaux françaises

Rapport de l'étude prospective sur les contaminants émergents dans les eaux littorales de la métropole et des DOM

**Alain Abarnou, Gilles Bocquené, Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis
Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier.**

Octobre 2014

Convention ONEMA/Ifremer du 29 juin 2012

Contexte de programmation et de réalisation

Une étude prospective, financée par l'Onema, a été conduite en 2012 et 2013 au niveau national sur les eaux superficielles (continentales et littorales) afin de quantifier la présence de substances peu ou pas recherchées, ou recherchées avec des méthodes analytiques insuffisamment robustes par les laboratoires d'analyses privés, en s'appuyant sur une démarche de priorisation formalisée au niveau national pour sélectionner les substances à retenir dans cette étude.

Il s'agit donc d'une opération de recherche et de développement d'ampleur nationale.

L'Ifremer a réalisé la mise en œuvre du volet Eaux littorales de cette étude.

Les résultats de cette étude permettront de contribuer à la réflexion qui devra être menée par les agences de l'eau et les offices de l'eau pour mettre à jour la liste des substances pertinentes à surveiller de manière régulière sur un nombre limité de points/station du RCS, dans le cadre de leurs programmes de surveillance qui seront revus en 2014.

Cette étude permettra également de valoriser les méthodes analytiques développées par des laboratoires « experts » et de favoriser leur développement.

Elle permettra aussi d'identifier les substances à enjeu en matière de développement de connaissances toxicologiques et écotoxicologiques et de techniques analytiques.

Les auteurs

Bocquené Gilles
Chercheur écotoxicologue
gilles.bocquene@ifremer.fr
Rue de l'Île d'Yeu
44311 Nantes Cedex 03

Abarnou Alain
Chercheur Chimiste organicien
Alain.abarnou@ifremer.fr

Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier
Ifremer, Rue de l'Île d'Yeu
44311 Nantes Cedex 03

Les correspondants

Onema Pierre-François Staub
Référence du document : Convention de partenariat Onema-Ifremer 2012-2013 relative à une étude sur les contaminants émergents dans les eaux françaises

Partenaire : Fabrizio Botta (Ineris)

Droits d'usage :	accès libre
Couverture géographique :	France métropolitaine et DOM.
Niveau géographique	National : métropolitain + DOM

Résumé	4
Abstract	5
Synthèse pour l'action opérationnelle	6
1 - OBJECTIFS	8
2 - METHODES	9
2.1 Echantillonnage	9
2.2 Aspects analytiques	10
2.2.1 Analyses sur échantillonneurs POCIS	11
2.2.2 Analyses par extraction SBSE	12
2.2.3 Analyses dans les sédiments	12
3 - BILAN DES MESURES	12
3.1 Mesures dans l'eau	13
3.1.1 Résultats POCIS	13
3.1.2 Résultats SBSE	15
3.1.3 Comparaison avec les seuils environnementaux	18
3.1.4 Comparaison des valeurs maximales avec les normes environnementales	19
3.2 Exploitation des données dans les sédiments	20
3.2.1 Résultats dans les sédiments	20
3.2.2 Comparaison des valeurs maximales avec les normes environnementales	24
3.3 Substances jamais identifiées et substances à confirmer ou infirmer dans les eaux littorales.	25
4- ORIGINE DES SUBSTANCES IDENTIFIEES ET RELATIONS AVEC LES USAGES.	26
4.1 Dans les eaux littorales	26
4.2 Dans les sédiments littoraux	28
5 - PRINCIPAUX ACQUIS DE L'ETUDE PROSPECTIVE EN MILIEU LITTORAL : AVANTAGES ET LIMITES DES TECHNIQUES ANALYTIQUES, BILAN DES SUBSTANCES DETECTEES.	31
5.1 Les techniques analytiques	31
5.2 Bilan des substances identifiées en milieu marin, hiérarchisation des substances et conclusions.	33
ANNEXES	
ANNEXE 1 : Localisation des stations d'échantillonnage et nature des pressions	37
ANNEXE 2 : Substances recherchées	39
ANNEXE 3 : Substances non détectées dans les eaux littorales	46
ANNEXE 4 : Substances dont la présence dans le milieu n'est pas suffisamment établie et qui nécessitent des attentions analytiques.	47
ANNEXE 5 : Substances non détectées dans les sédiments marins	48
ANNEXE 6 : Cartographie des lieux de l'étude	49

Rapport de l'étude prospective sur les contaminants émergents dans les eaux littorales de la métropole et des DOM.

Alain Abarnou, Gilles Bocquené, Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier

Résumé

Cette étude contribue au programme d'inventaire des substances chimiques émergentes dans les eaux françaises et à la réflexion qui doit permettre d'actualiser la liste des substances pertinentes à surveiller de manière régulière dans le cadre des nouveaux programmes de surveillance. Ce travail concerne la partie littorale de l'inventaire, sur les eaux brutes et les sédiments de la métropole et des 5 DOM. Dans ce cadre, des techniques d'échantillonnage passif (EP) et d'extraction directe ont été testées grâce à la mise en place *in situ* de systèmes intégrateurs POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) et à l'extraction par des barres SBSE (Stir Bar Sorptive Extraction) directement dans les eaux échantillonnées. Enfin des analyses de sédiments ont complété l'acquisition des données. L'eau d'une quarantaine de stations a été échantillonnée et des sédiments ont été prélevés sur 7 stations en métropole et dans 5 stations dans les DOM (une station par DOM). En termes analytiques, 1054 analyses ont été réalisées sur les membranes POCIS et 64 dépassaient la limite de détection (LD), 12726 analyses ont concerné les extractions par SBSE pour 304 résultats situés au dessus de la LD et 1536 analyses effectuées dans le sédiment ont donné 237 valeurs supérieures à la limite de quantification (LQ). Au bilan 169 substances différentes ont été recherchées et 68 d'entre elles ont été détectées au moins une fois dans l'eau brute ou le sédiment. L'absence de réplicats pour les analyses POCIS et celles dans le sédiment a limité le traitement statistique des données. Les résultats ont permis de déterminer le niveau de contamination, la fréquence de détection (FD), la distribution métropole/DOM des substances, la comparaison avec les seuils environnementaux (PNEC) et l'origine des substances.

Dans l'eau 32 substances ont été identifiées et 19 ont été quantifiées. Dans le sédiment 47 substances sont quantifiées. Neuf substances sont détectées à la fois dans l'eau et le sédiment.

En métropole, les 15 substances quantifiées aux plus hautes fréquences (> 50%, soit un site sur 2) sont quantifiées dans les sédiments. Ce sont les congénères de la famille des HAP (11 substances), des formes organiques de l'étain (2 substances), le plomb diéthyle et le congénère 209 des PBDE.

Dans les DOM, les 22 substances quantifiées aux plus hautes fréquences (> 50%, soit un site sur 2) sont mesurées dans les sédiments. Ce sont des congénères de la famille des HAP dans (13 substances), des alkylphénols (3 substances : nonylphénols mono et diéthoxylés et 4-ter butylphénol), des formes organiques de l'étain (2 substances), des produits de métabolisation de l'insecticide DDT (2 produits), du plomb diéthyle et du congénère 209 des PBDE.

L'étude de la répartition des plus fortes concentrations entre la métropole et les DOM montre que les 5 (sur 19) concentrations les plus élevées mesurées dans l'eau et les 6 (sur 47) plus fortes concentrations mesurées dans les sédiments sont trouvées dans les DOM.

Les substances mesurées aux fortes fréquences sont observées dans le sédiment.

La référence à la PNEC indique le dépassement de la norme pour 4 pesticides dans l'eau brute et 11 substances diverses dans les sédiments.

L'exploitation des données par usage ou nature des substances montre que les plastifiants et les pesticides sont majoritaires dans les eaux brutes, à la fois en métropole et dans les DOM alors que ce sont les HAP qui dominent dans les sédiments, en métropole et dans les DOM.

Mots clés : Eaux littorales, eaux côtières, sédiment, métropole, DOM, pollution, substances chimiques, POCIS, SBSE.

Report on the prospective study on emergent pollutants in marine waters of France and overseas french countries.

Alain Abarnou, Gilles Bocquené, Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier

Abstract

This study contributes to inventory programme on emerging pollutants in French waters and to the general reflection which will enable to update the list of relevant substances to be included in the new monitoring programmes to come. This work concerns the coastal part of the inventory programme on marine waters and sediments of France and five overseas french departments (OFD). In this goal, passive sampling techniques and direct extraction techniques have been tested through the implementation of *in situ* systems integrators POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) and the extraction by SBSE bars (Stir bar sorptive extraction) directly in the waters sampled. Finally, analyzes of sediment completed the acquisition of data. Around 40 stations were sampled for shore waters and sediments were collected from 7 stations in France and 5 stations in the OFD (one station/OFD). In analytical terms, 1054 analyzes were carried out on POCIS membranes and only 64 data exceeded the limit of detection (LD), 12726 analyzes came from SBSE extractions and 304 were above the LD and 1536 analyzes in sediment showed that 237 data were above the limit of quantification (LQ). Finally, 169 different substances were investigated and 68 of them were detected at least once in water or sediment. The lack of replicates for POCIS analyzes and those in the sediment limited the statistical treatment of data. The results were used to determine the level of contamination, the detection frequency (FD), the distribution of substances between France and OFD, the comparison with environmental thresholds (the PNEC) and the origin/use of the substances.

In littoral waters, 32 substances were identified and 19 were quantified.

In the sediment, 47 substances were quantified.

Nine substances were detected in both water and sediment.

In France, the 15 substances that were quantified at higher frequencies (> 50 %, one out of 2 sites) were quantified in sediments. These are the congeners of PAHs (11 substances), organic forms of tin (2 substances), diethyl lead and 209 PBDE congener.

In the OFD, the 22 substances that were quantified at higher frequencies (> 50 %, one out of 2 sites) were measured in sediments. These are congeners of PAHs (13 substances) , alkylphenols (3 molecules: the mono and diethoxyate nonylphenol and the 4-ter butylphenol), the organic forms of tin (2 substances), products of metabolism insecticide DDT (2 products), diethyl lead and the 209 PBDE congener.

The study of the highest concentrations distribution of substances between France and OFD shows that the 5 (among 19 molecules) highest concentrations in water and the 6 (among 47 molecules) highest concentrations in sediments are found in OFD. Reference to PNEC indicates that four pesticides in water and 11 different substances in sediments exceed the environmental thresholds.

Substances with highest detection frequency are found in the sediment.

The distribution of data by use or nature of the substance shows that plasticizers and pesticides predominate in raw water, both in France and overseas departments while PAHs in sediments dominate in France and in OFD.

Keywords: Coastal waters, sediment , France, overseas french departments, pollution, chemicals contaminants, POCIS, SBSE.

Rapport de l'étude prospective sur les contaminants émergents dans les eaux littorales de la métropole et des DOM.

Alain Abarnou, Gilles Bocquené, Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier

Synthèse pour l'action opérationnelle

° *Contexte général*

Ce travail contribue à l'étude prospective nationale des substances chimiques émergentes menée en 2012 dans les eaux françaises et à la réflexion qui doit permettre d'actualiser la liste des substances pertinentes à surveiller de manière régulière dans le cadre des futurs programmes de surveillance. Il concerne la partie littorale de l'inventaire, sur les eaux brutes et les sédiments de la métropole et des 5 DOM. Dans ce cadre, des techniques d'échantillonnage passif (EP) et d'extraction directe ont été testées grâce à la mise en place *in situ* de systèmes intégrateurs POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) et à l'extraction par des barres SBSE (Stir Bar Sorptive Extraction) directement dans les eaux échantillonnées. Enfin des analyses de sédiments ont complété l'acquisition des données. L'eau d'une quarantaine de stations a été échantillonnée et des sédiments ont été prélevés sur 7 stations en métropole et dans 5 stations dans les DOM (une station par DOM).

° *Principaux acquis transférables obtenus*

Au total 15 316 analyses ont été réalisées et 605 valeurs se sont situées au dessus de la Limite de quantification, soit 4% des mesures, toutes techniques et milieux confondus. Néanmoins 68 des 169 molécules recherchées ont pu être identifiées, 24 substances n'étant identifiées/quantifiées qu'une seule fois sur une seule station.

Les 5 concentrations les plus élevées mesurées dans l'eau et les 6 plus fortes concentrations mesurées dans les sédiments sont observées dans les **DOM**.

La référence à la PNEC (Predicted No Effect Concentration) indique le dépassement de la norme pour 4 pesticides dans l'eau brute et 11 substances diverses dans les sédiments.

Les **plastifiants et les pesticides** sont majoritaires dans les **eaux brutes**, à la fois en métropole et dans les DOM alors que ce sont les **HAP** qui dominent dans les **sédiments** en métropole et dans les DOM.

En **métropole**, les 15 substances quantifiées aux plus hautes fréquences (> 50%, soit un site sur 2) sont quantifiées dans les sédiments. Ce sont les congénères de la famille des HAP (11 substances), des formes organiques de l'étain (2 substances), le plomb diéthyle et le congénère 209 des PBDE.

Dans les **DOM**, les 22 substances quantifiées aux plus hautes fréquences (> 50%, soit un site sur 2) sont aussi mesurées dans les sédiments. Ce sont des congénères de la famille des HAP (13 substances), des alkylphénols (3 substances : nonylphénols mono et diéthoxylés et 4-ter butylphénol), des formes organiques de l'étain (2 substances), des produits de métabolisation de l'insecticide DDT

(2 produits), du plomb diéthyle et le congénère 209 des PBDE.

Mesures effectuées de substances prélevées dans l'eau:

La solution de l'échantillonneur passif **POCIS** immergé pendant plusieurs semaines et concentrant les substances hydrophiles a permis de détecter près de 40% des substances recherchées et d'en quantifier près de la moitié, en majorité des pesticides. On constate de fortes concentrations des deux médicaments, carbamazépine et kétoprofène, qui concerne pour le premier un nombre significatif de stations en métropole et montre une contamination assez généralisée par ce type de substance. Les plus fortes fréquences de détection concernent les nonyl-phénol-éthoxylés. Le nonyl-phénol-éthoxylé NP2EO est détecté dans l'eau de 62% des sites métropolitains et 90% des sites dans les DOM.

La réussite de la mise à l'eau et de la récupération des échantillonneurs est très dépendante des conditions météorologiques en mer et des accidents divers (perte, vol etc...).

En complément, pour des substances moins hydrophiles, la technique d'extraction sur site par barreau **SBSE** a été utilisée. 22% des substances sont effectivement identifiées. On observe une prédominance des phtalates, des octylphénols et de certains pesticides aujourd'hui interdits (carbofuran, métolachlore, chlordécone, terbutryn) en raison de leur rémanence dans le milieu. La question se pose de la présence aussi généralisée de deux biocides, le phosphamidon et l'isobenzan, pourtant confirmés par le laboratoire.

Toutefois la forte variabilité des résultats de la mesure issue de cette techniques d'extraction a beaucoup limité les possibilités de quantification, et pose aussi la question de la pertinence des analyses après extraction par SBSE.

Il faut noter que **3 herbicides** ont été détectés à la fois **en POCIS et en SBSE** avec une bonne cohérence des résultats en terme de sites.

Mesures effectuées de substances prélevées dans les sédiments:

37% d'une liste importante de substances recherchées sont identifiés dans le compartiment sédiments, notamment les produits de dégradation du plomb (trace de l'usage aujourd'hui interdit du plomb dans l'essence) et du TBT (interdit aussi mais utilisé très longtemps en tant que biocide des peintures antisalissures). Seize HAP sont mesurés dans les sédiments et trois sont présents sur l'ensemble des stations de métropole + DOM.

Rapport de l'étude prospective sur les contaminants émergents dans les eaux littorales de la métropole et des DOM.

Alain Abarnou, Gilles Bocquené, Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson et Pierre Priou,

1 Objectifs

L'opération s'intègre dans le programme d'inventaire des substances chimiques émergentes dans les eaux françaises. Cet inventaire a débuté en 2011 dans les eaux souterraines de métropole, puis en 2012 dans les eaux souterraines des DOM et dans les eaux de surfaces de la métropole et des DOM incluant les eaux marines littorales.

Cette étude a été conduite sur les eaux marines littorales (eaux brutes et sédiments) de la métropole et des DOM (Mayotte, La Réunion, la Martinique, La Guadeloupe et la Guyane) afin d'évaluer les niveaux de présence de substances peu ou pas recherchées, ou recherchées à l'aide de méthodes analytiques insuffisamment robustes, en s'appuyant sur une démarche de priorisation des substances, formalisée au niveau national, pour sélectionner les substances à rechercher à partir d'un ensemble de 2400 molécules. Par ailleurs, les résultats de cette étude contribuent à la réflexion qui est menée par les agences de l'eau et les offices de l'eau pour mettre à jour la liste des substances pertinentes à surveiller de manière régulière sur un nombre limité de points/stations du RCS, dans le cadre de leurs programmes de surveillance qui seront revus en 2014. Les résultats ont permis de déterminer la fréquence de détection (FD), le niveau de contamination et la comparaison avec les seuils environnementaux (PNEC). Dans l'eau, en référence aux seuils de détection (LD) et aux seuils de quantification (LQ), le premier objectif a été de distinguer 3 catégories de substances : les molécules considérées comme non détectées, les substances détectées mais non quantifiables et les substances quantifiées, l'ensemble permettant une estimation qualitative et quantitative de la contamination des eaux littorales au regard des substances recherchées. Après validation, l'exploitation des données a permis de déterminer le niveau de contamination, la fréquence de détection, la distribution métropole/DOM des substances, la comparaison avec les seuils environnementaux (PNEC) et l'origine des substances. L'exploitation a été limitée par le faible nombre de données et par l'absence de réplicats pour les analyses concernant les POCIS et le sédiment.

Ces travaux ont été une opportunité de valoriser les méthodes analytiques sur l'eau brute développées par des laboratoires « experts » (pose d'échantillonneurs passifs, SBSE) et de favoriser leur développement en développant une approche critique. Ils doivent aussi pointer les substances d'intérêt émergent pour lesquelles le développement de connaissances toxicologiques, écotoxicologiques et analytiques sont nécessaires.

2 - Méthodes

2.1 Echantillonnage

Les programmes développés par Ifremer en matière de prélèvements et d'analyse des contaminants traces dans l'eau brute ont conduit au choix des échantillonneurs passifs de type **POCIS** pour les substances **hydrophiles** et au système d'extraction **SBSE** pour les substances **hydrophobes**. Des prélèvements de **sédiments** complètent l'échantillonnage.

La mise en œuvre des échantillonneurs passifs et les prélèvements de sédiments ont été réalisés par les Laboratoires côtiers (LER) de l'Ifremer en métropole et par des bureaux d'étude dans les DOM. Il faut souligner la bonne réactivité des LER et des bureaux d'études dans les temps impartis. En effet, la plupart d'entre eux n'étaient pas formés au préalable aux techniques des Echantillonneurs Passifs. De plus, cette étude a été ajoutée à leur plan de charge de l'année.

Pour ce qui concerne l'eau, 42 stations ont été sélectionnées, 22 en métropole et 20 dans les DOM (voir **annexe 1**), 39 ont été effectivement réalisées et 7 échantillonneurs ont été perdus pendant la durée d'exposition et finalement 31 ont pu être analysés (13 en métropole et 18 dans les DOM). En métropole, sur les 22 sites d'échantillonnage définis pour les prélèvements d'eau, 7 ont été complétés par des prélèvements de sédiment. Pour les DOM, 20 sites ont été échantillonnés en eau et 5 prélèvements de sédiments ont été réalisés.

Le tableau 1 donne le bilan des prélèvements par bassin métropolitain et par DOM pour la pose d'échantillonneurs POCIS sur eau brute, le système d'extraction SBSE sur eau brute et les prélèvements de sédiments.

Tableau 1 : bilan de l'échantillonnage par matrice et par technique

Bassins Métropole/DOM	EAU/POCIS			EAU/SBSE		SEDIMENTS	
	prévus	réalisés	récupérés	prévus	réalisés	prévus	réalisés
Artois Picardie	4	2	0	4	4	1	1
Seine Normandie	4	3	2	4	2	1	1
Loire Bretagne	5	5	5	5	6	2	2
Adour Garonne	4	4	3	4	4	1	1
Rhône, Méditerranée/Corse	5	5	5	5	5	2	2
Guadeloupe	4	4	4	4	4	1	1
Martinique	4	4	4	4	4	1	1
Guyane	4	4	2	4	4	1	1
Mayotte	4	4	4	4	4	1	1
La Réunion	4	4	4	4	4	0	1
TOTAL	42	39	32	42	41	11	12
Réalisation	93%		87%	98%		109%	
Récupération POCIS			82%			9	

La réalisation des prélèvements sédiments et SBSE est de 100%. Pour les POCIS sur les 93 % de mise en place par rapport aux prévisions, la récupération des échantillonneurs est de 87 %. Les systèmes POCIS ont été immergés pendant une durée de 20 à 90 jours, leur récupération étant souvent liée aux conditions météorologiques. Ces mêmes difficultés sur plusieurs mois ont été la cause principale de l'annulation de 3 points de prélèvements POCIS et de la perte de plusieurs systèmes. En Artois Picardie, les points « Dunkerque » et « Valéry sur Somme » n'ont pu être réalisés et ont été remplacés par une double immersion sur les deux points «station 1 Boulogne/Mer» et «station 3 Boulogne/Mer» suite à la perte totale des POCIS lors de la première pose. En revanche les prélèvements destinés à l'extraction SBSE ont bien été effectués sur cette zone. En Seine Normandie, le point « Seine 1 » (POCIS + SBSE) a été annulé en février 2013 à cause de conditions météorologiques défavorables. Ainsi, 7 des 39 systèmes installés ont été perdus et 32 systèmes POCIS récupérés dont 31 traités par les laboratoires analytiques car l'un d'entre eux présentait une phase insuffisante ou détériorée. Au bilan, 13 stations ont été analysées pour la métropole (sur 22 prévues) et 18 pour les DOM (pour 20 prévus). Pour ce qui concerne les analyses SBSE, 41 stations ont été traitées, 21 pour la métropole et 20 pour les DOM, les analyses SBSE ont été réalisées en triplicats.

2.2 Aspects analytiques

Plusieurs contrats ont été établis pour la partie analytique (incluant la prise en charge des matériels de prélèvements et de leur expédition):

- avec le CEDRE pour les analyses SBSE
- avec le LPTC pour les analyses POCIS et une partie des sédiments,
- avec le CNRS SCA pour les analyses d'une partie des sédiments
- avec l'IPREM pour les analyses de contaminants organométalliques dans le sédiment.

Les listes des substances analysées par SBSE, POCIS et dans les sédiments figurent en **annexe 2**.

Il faut souligner le bon déroulement des opérations logistiques incluses dans la prestation des laboratoires d'analyses.

L'utilisation d'échantillonneurs passifs permet, pour certains composés, de les extraire et de les concentrer réduisant ainsi une partie des difficultés et du coût liés à l'analyse des contaminants à l'état de traces (conditionnement du matériel nécessaire, échantillonnage, filtration et traitement de l'échantillon avant analyse, contaminations possibles lors de ces différentes opérations). Les concentrations mesurées grâce à ces dispositifs sont représentatives de la concentration dans l'eau du contaminant sous forme dissoute, concentration plus ou moins intégrée dans le temps en fonction du temps de séjour des échantillonneurs.

Par rapport aux techniques classiques, l'échantillonnage passif permet aussi de perturber au minimum la spéciation des contaminants échantillonnés (pas d'opérations de prélèvement d'eau, stockage, filtration) et présente l'avantage de pouvoir être mis en œuvre rapidement. Les opérations de mise en

place et de récupération de ces systèmes nécessitent une intervention par du personnel formé pour ces opérations et la suppression des besoins en sources d'énergie extérieure (pour le fonctionnement de pompes, systèmes de filtration) en font des techniques d'échantillonnage tout terrain. Il faut aussi noter l'intérêt environnemental de ces techniques qui permettent de réduire de façon importante (voire d'éliminer) les volumes de réactifs et solvants utilisés par les méthodes classiques.

A partir des listes proposées par le Comité d'Experts pour la Priorisation (CEP) des polluants des milieux aquatiques, 114 substances ont été recherchées sur l'eau : 13 sur les échantillonneurs POCIS, 80 sur les échantillonneurs SBSE et 21 sur les deux échantillonneurs POCIS+SBSE ; 127 substances ont été recherchées dans les sédiments. Dans l'exploitation qui est faite des résultats dans l'eau, nous avons distingué les substances quantifiées des substances qualifiées (ou parfois « identifiées » mais ce terme reste impropre, les substances quantifiées étant aussi *de facto* identifiées). Une substance quantifiable est une substance pour laquelle on peut mesurer une concentration supérieure à la limite de quantification. Une substance est qualifiable quand son identification est possible, donc supérieure à la limite de détection LD, mais sa mesure est inférieure à la limite de quantification LQ (ces deux seuils sont donnés par les laboratoires analytiques). Quand la substance est identifiée sans être quantifiée, elle apparaît dans les tableaux de données sous la forme $< x$, x étant la limite de quantification donnée par le laboratoire. Les données des laboratoires d'analyse des sédiments ne précisent pas la limite de détection et seules apparaissent les concentrations des substances effectivement quantifiées.

Les analyses selon la méthodologie SBSE sont réalisées en triplicats

2.2.1 Analyses sur échantillonneurs POCIS

Les échantillonneurs **POCIS** sont conçus pour la mesure des **contaminants hydrophiles** lors de l'échantillonnage intégratif des composés organiques hydrophiles. Ils permettent de détecter leur présence (analyse qualitative) et permettent, après calibration en laboratoire, et quand les quantités détectées le permettent, d'évaluer une concentration moyenne "intégrée" sur le temps d'exposition de 3 à 5 semaines (analyse quantitative). Ils sont constitués d'une phase solide adsorbante (phase Oasis HLB: copolymère de divinylbenzène et n-pyrrolidone) emprisonnée entre deux membranes microporeuses semi perméables en polyéthersulfone (PES). Suite à des travaux validés¹², les POCIS ont été intégrés comme outils de surveillance dans plusieurs pays notamment aux USA par différentes agences fédérales: USGS USEPA, US Fish and Wildlife Service, pour la surveillance de contaminants organiques hydrophiles et au Royaume Uni pour assurer une partie des études sur les pesticides.

¹ Jones-Lepp TL*, D.A. Alvarez , J.D. Petty2, and J.N. Huckins (2004) Polar Organic Chemical Integrative Sampling (POCIS) and LC-ES/ITMS for Assessing Selected Prescription and Illicit Drugs in Treated Sewage Effluents *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 47, 427–439.

² Harman C., Tollefsen K.E., Bøyum O., Thomas K. and Grung M. (2008) Uptake rates of alkylphenols, PAHs and carbazoles in semipermeable membrane devices (SPMDs) and polar organic chemical integrative samplers (POCIS). *Chemosphere*, 72, Issue 10, 1510-1516.

2.2.2 Analyses par extraction SBSE

La technologie **SBSE** permet d'extraire et concentrer des **composés organiques plus hydrophobes**. La technique SBSE est basée sur l'extraction par sorption des molécules hydrophobes dissoutes sur un polymère, le polydiméthylsiloxane (PDMS). Ce polymère recouvre un barreau d'agitation aimanté plongé dans l'échantillon d'eau à analyser. Après la phase d'extraction qui dure quelques heures, l'analyse des composés est faite directement à partir du barreau par désorption thermique et analyse par GC-MS. La SBSE, utilisée de façon conventionnelle, permet d'extraire des composés moyennement hydrophobes ($\log Kow > 3$) d'une matrice aqueuse et d'atteindre des limites de détection inférieures au ng/l. En ce qui concerne son application pour les eaux marines, cette approche a déjà été validée et publiée par l'Ifremer et le CEDRE ⁽³⁾.

2.2.3 Analyses dans les sédiments

Les mesures dans le **sédiment** n'ont pas le caractère novateur des méthodes proposées pour l'analyse dans l'eau et ce compartiment est privilégié dans la recherche et le suivi des contaminants en milieu marin. C'est la position défendue par l'Ifremer pour le suivi de la plupart des **contaminants faiblement à fortement hydrophobes** (de manière générale pour toute substance dont le $Kow > 3$) en considérant que ce compartiment est à la fois un puits et un réservoir de contaminants mais aussi un intégrateur « historique » de la contamination. Les analyses dans les sédiments ont concerné la fraction granulométrique < 2 mm..

3 - Bilan des mesures

1054 analyses ont été réalisées à partir des systèmes POCIS et 64 valeurs sont situées au dessus de la LQ soit 6,1 % des valeurs.

12726 analyses ont concerné les extractions SBSE et 304 résultats dépassaient la LQ, soit 2,4 % des valeurs.

1536 analyses dans le sédiment dont 237 supérieures à la LQ soit 15,4 % des valeurs.

Seules les données issues des mesures SBSE ont été traitées en triplicats. L'exemple de triplicats de valeurs ci-dessous montre comment les valeurs ont été validées pour une substance dont la LQ est de **8,0** ng L⁻¹.

³ Laes-Huon A, Guyomard J Brest : Cedre (Centre de documentation de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux) 2008 27 p. Validation analytique des prototypes SBSE automatisés in situ et leur qualification pour les familles de composés HAPs, pesticides et phénols.

<p>8,0 0,1 0,1</p> <p>La substance est considérée comme non détectée</p>
<p>8,0 8,0 8,0</p> <p>La substance est détectée mais non quantifiée</p>
<p>8,0 18,7 15,3</p> <p>La substance est détectée mais non quantifiable</p>
<p>18,7 19,2 13,7</p> <p>La substance est détectée et quantifiée</p>

3.1 Mesures dans l'eau

Les tableaux de données 2 et 3 regroupent l'ensemble des données recueillies sur les eaux littorales des stations de métropole (MET) et des DOM par POCIS et SBSE. Les tableaux indiquent la valeur maximale pour les substances quantifiées ainsi que la localisation de la plus fortes concentration. Apparaissent ensuite les valeurs moyennes mesurées sur l'ensemble des stations positives pour une substance donnée en distinguant les stations de métropole de celles des DOM. Puis suivent les fréquences de détection (FD) et celles de quantification (FQ) pour la métropole, puis les DOM. Le signe < signifie que la substance est détectée mais non quantifiée, la valeur correspond à la limite de quantification. Une échelle arbitraire de couleur a été conçue pour faciliter la lecture des fréquences de détection et de quantification.

	5% < FD, FQ < 19%
	20% < FD, FQ < 39%
	40% < FD, FQ < 59%
	60% < FD, FQ < 79%
	80% < FD, FQ < 100%

3.1.1 Résultats POCIS

Concernant les échantillonneurs POCIS, 13 substances sur 34 recherchées sont identifiées sur la matrice POCIS soit 38% des substances (tableau 2). Sur ces 13 substances, 6 sont quantifiées. Certaines substances ont été identifiées et quantifiées lors de la mesure sur la matrice POCIS (dans ce cas la concentration de la substance est donnée en ng g-1 de matrice) mais en l'absence de connaissance de leur taux d'échantillonnage sur la matrice, le calcul de la concentration rapportée au flux d'eau et l'expression de la concentration en ng L-1 est impossible. Ces substances ont été

considérées comme identifiées mais non quantifiées. Il s'agit notamment du pesticide (fongicide) **iprodione** dont les concentrations sur la matrice sont élevées, notamment dans l'estuaire de la Garonne et dans la baie de Marennes Oléron.

Tableau 2. Liste des substances identifiées dans les eaux littorales de métropole et des DOM à l'aide des échantillonneurs POCIS.

substance	technique échant.	Valeur max ng.L-1	Localisation de la valeur max	MET moyenne \pm sd	DOM moyenne \pm sd	METRO FD	METRO FQ	DOM FD	DOM FQ
kétoprofène	POCIS	129,2	DOM Guadeloupe	27,4	129,2	5%	5%	5%	5%
carbamazépine	POCIS	24,2	MET Garonne	7 \pm 8,8	1,2	33%	33%	5%	5%
NP1EO	POCIS	6,8	DOM Réunion	1,5 \pm 0,6	3,45 \pm 2,25	19%	19%	20%	20%
métolachlor	POCIS	6,1	MET Fontenelles	2 \pm 2,2	1,3 \pm 1,4	33%	29%	15%	15%
NP2EO	POCIS	4,4	DOM Réunion	0,53 \pm 0,4	0,98 \pm 1	62%	43%	90%	85%
imidacloprid	POCIS	1	MET Garonne	0,9 \pm 0,2	–	14%	14%	0%	0%
phosphamidon	POCIS	< 7,5	–	–	–	5%	0%	10%	0%
iprodione	POCIS	< 3,5	–	–	–	10%	0%	0%	0%
terbutryn	POCIS	< 2,1	–	–	–	0%	0%	5%	0%
foramsulfuron	POCIS	< 2	–	–	–	5%	0%	0%	0%
fosthiazate	POCIS	< 1,5	–	–	–	0%	0%	5%	0%
malathion	POCIS	< 0,9	–	–	–	5%	0%	0%	0%
acétochlore	POCIS	< 0,4	–	–	–	5%	0%	0%	0%

Les deux plus fortes concentrations observées, 129 et 24 ng L⁻¹, correspondent aux deux médicaments **kétoprofène** et **carbamazépine** respectivement. Le kétoprofène est retrouvé sur 2 stations (la plus forte teneur est observée en Guadeloupe) et la carbamazépine sur 8 stations (avec la plus forte concentration dans l'estuaire de la Gironde).

Les pesticides représentent 9 des 13 substances détectées soit 69% des substances, 5 d'entre eux sont identifiés uniquement dans les eaux littorales métropolitaines, seul le fosthiazate est spécifique aux DOM, deux étant retrouvés à la fois en métropole et dans les DOM. Les concentrations mesurées pour le **métolachlore** et **l'imidachloprid** sont faibles de l'ordre de quelques nanogrammes par litre (6,8 et 1 ng L⁻¹ respectivement). En revanche la fréquence de détection du métolachlore est élevée en métropole (33% des stations).

Les plus fortes fréquences de détection concernent les nonyl-phénol-éthoxylés. Le nonyl-phénol-éthoxylé **NP2EO** est détecté dans l'eau de 62% des sites métropolitains et 90% des sites dans les DOM, la plus forte concentration est relevée à la Réunion de même que pour le **NP1EO** détecté à une fréquence de 19% et 20% en métropole et dans les DOM respectivement. Les concentrations

moyennes de ces deux composés se situent entre 0.5 et 3.5 ng L⁻¹. Dans les deux cas, les plus fortes concentrations sont mesurées le même site de l'île de la Réunion.

3.1.2 Résultats SBSE

Sur les extracteurs SBSE, 22 des 101 substances recherchées sont identifiées soit 22% détectées dans les conditions analytiques (Tableau 3). Les mesures consécutives à l'extraction par SBSE étant réalisées en triplicats, la pertinence des données moyennées n'a pu être reconnue que pour les substances dont les 3 mesures sont effectivement quantifiées et cohérentes, dans de nombreux cas, les mesures donnant des valeurs trop dispersées (cf 3.1 mesures dans l'eau).

Le tableau 3 montre que les plus fortes concentrations sur le plus grand nombre de stations correspondent à la famille des phtalates avec le niveau le plus élevé pour le plastifiant **bisphénol A** à 373,7 ng L⁻¹, sa présence étant mise en évidence sur 15 stations parmi les 41 analysées. Le **di isobutyl phtalate** et le **butyl benzyl phtalate** sont mesurés sur 42% et 69% des stations respectivement.

Concernant la fréquence d'identification et les valeurs élevées obtenues sur les phtalates, le laboratoire responsable des analyses SBSE précise que les calibrations ont été réalisées en bouteille de verre et que le dosage des phtalates dans les blancs ne montre pas de contamination, il en est déduit que l'utilisation de contenants plastiques lors du prélèvements pourrait expliquer les valeurs élevées. A noter que dans l'objectif de cette campagne, l'ensemble des préleveurs a disposé d'une formation spécifique aux précautions nécessaires à une utilisation optimale des échantillonneurs passifs.

Selon ce laboratoire, 2 substances sont détectées sur une majorité des stations mais quantifiables une seule fois, ce sont 2 pesticides, l'**isobenzan** identifié sur 88% des stations métropole + DOM et du **phosphamidon** identifié sur 52 % des stations et quantifié sur une station de métropole dans l'embouchure du Rhône, à 26 ng L⁻¹.

Les pesticides sont présents avec la **chlordécone** mesurée à 190 ng L⁻¹ sur une station martiniquaise. Les autres pesticides **carbofuran** et **métolachlor** sont majoritairement quantifiés en métropole à des concentrations de l'ordre de 20 ng L⁻¹. La présence des 2 pesticides, **phosphamidon** et **isobenzan**, sur une majorité de stations a été vérifiée par le laboratoire, aucune anomalie analytique n'a été relevée. Le méthoprène a été mesuré sur une station proche de Toulon à 14 ng L⁻¹.

Enfin 4 **HAP** sont identifiés une fois seulement dont 3 congénères à des concentrations inférieures à la LQ, le dibenzothiophène étant quantifié à 8 ng L⁻¹.

Tableau 3 : Liste des 22 substances identifiées dans les eaux littorales de métropole et des DOM à l'aide des extracteurs SBSE.

substance	technique échant.	valeur max ng.L-1	localisation de la valeur max	MET moyenne \pm sd	DOM moyenne \pm sd	METRO FD	METRO FQ	DOM FD	DOM FQ
bis Phénol A (BPA)	SBSE	373,7	DOM Guadeloupe	27,6 \pm 1,2	206 \pm 186	33%	5%	40%	10%
di isobutyl phthalate	SBSE	257,4	DOM Guyane	133 \pm 59	89,4 \pm 58,2	52%	33%	55%	40%
chlordecone/Képone	SBSE	190,0	DOM Guadeloupe	–	190 \pm 48,6	0%	0%	5%	5%
di-n-butyl phthalate	SBSE	99,2	DOM Guyane	41 \pm 17	52,8 \pm 41,1	38%	14%	35%	15%
butyl benzyl phthalate	SBSE	63,7	DOM Guyane	17 \pm 3	37,5 \pm 31,5	90%	5%	50%	10%
phosphamidon	SBSE	26,2	METRO Rhône	26,2 \pm 1,2	–	57%	5%	55%	0%
métolachlor/s-métolachlor	SBSE	21,5	METRO Adour	15,4 \pm 7,9	21,5 \pm 5	29%	10%	5%	5%
triclosan	SBSE	18,8	METRO Toulon	–	–	5%	0%	0%	0%
carbofuran	SBSE	17,8	METRO Thau	16,2 \pm 3,6	–	24%	14%	5%	0%
4 octyl phénol éthoxylate	SBSE	15,9	METRO Toulon	15,9 \pm 5,9	–	5%	5%	5%	0%
méthoprène	SBSE	14,3	METRO Toulon	–	–	5%	0%	5%	0%
dibenzothiophène	SBSE	8,2	METRO Loire	8,2 \pm 2,5	–	5%	5%	0%	0%
3-5 di ter butylphénol	SBSE	3,4	DOM Guyane	–	3,4 \pm 4	0%	0%	10%	10%
coronène	SBSE	< 6,2	–	–	–	0%	0%	5%	0%
penfluridol	SBSE	< 4,8	–	–	–	5%	0%	0%	0%
terbutryn	SBSE	< 4	–	–	–	10%	0%	5%	0%
triphénylène/chrysène	SBSE	< 1	–	–	–	10%	0%	5%	0%
dipentyl phthalate	SBSE	< 0,8	–	–	–	0%	0%	5%	0%
tamoxifen	SBSE	< 0,7	–	–	–	5%	0%	0%	0%
isobenzan	SBSE	< 0,6	–	–	–	90%	0%	90%	0%
benzo(j)fluoranthène	SBSE	< 0,5	–	–	–	5%	0%	0%	0%
benzo(e)pyrène	SBSE	< 0,5	–	–	–	5%	0%	0%	0%
						0%	0%	0%	0%

3.1.3 Distribution des données POCIS + SBSE dans les eaux littorales de la métropole et des DOM.

Il faut noter que 3 pesticides ont été identifiées à la fois par la méthode POCIS et par l'extraction SBSE, il s'agit de l'herbicide **métolachlore** observé par les deux méthodes en métropole et dans les DOM mais à des concentrations différentes (les concentrations obtenues par SBSE sont environ 3 fois supérieures à celles mesurées sur membrane POCIS), de l'insecticide **phosphamidon**, identifié en métropole et dans les DOM par les deux techniques et de l'herbicide **terbutryne** détecté par les deux méthodes : la technique SBSE a permis la détection en estuaire de Loire et sur une station proche de Toulon que l'échantillonneur POCIS n'a pas révélé. En revanche les deux méthodes ont mis en

évidence une seule contamination par cette substance dans les DOM, sur la même station de Martinique. Les comparaisons en terme de concentrations sont difficiles, les concentrations sont notamment la conséquence de la partition géochimique de ces substances dans le milieu et du rendement spécifique de chaque technique, mais le fait qu'elles soient identifiées sur les mêmes sites par les deux méthodes est intéressant.

La figure 1 illustre la présence par concentration décroissante des valeurs maximales des 18 substances quantifiées dans l'eau. Elle montre que les 5 plus fortes concentrations sont observées dans les DOM et les plus faibles en métropole. La figure 2 montre la distribution de l'ensemble des substances identifiées dans les eaux littorales de la métropole et des DOM.

Le tableau 4 indique les substances identifiées spécifiquement dans les eaux littorales et non identifiées dans les eaux des DOM et inversement.

Tableau 4 : substances identifiées spécifiquement dans les eaux littorales de la métropole et des DOM

METRO	imidaclopride	pesticide
	iprodione	pesticide
	foramsulfuron	pesticide
	malathion	pesticide
	acétochlore	pesticide
	triclosan	biocide
	penfluridol	médicament
	tamoxifen	médicament
	triphenylène/chrysène	HAP
	benzo(j)fluoranthène	HAP
	benzo(e)pyrène	HAP
DOM	chlordécone	pesticide
	fosthiazate	pesticide
	coronène	HAP
	3- 5 diterbutyl phénol	antioxydant

On peut constater que, à la fois en métropole et dans les DOM, ces substances sont majoritairement des pesticides, ce qui suggère des usages particuliers sinon spécifiques à chaque territoire.

Figure 1 : Concentration maximale des substances quantifiées dans les eaux littorales de la métropole et des DOM. En jaune les substances quantifiées dans les DOM, en bleu les substances quantifiées en métropole.

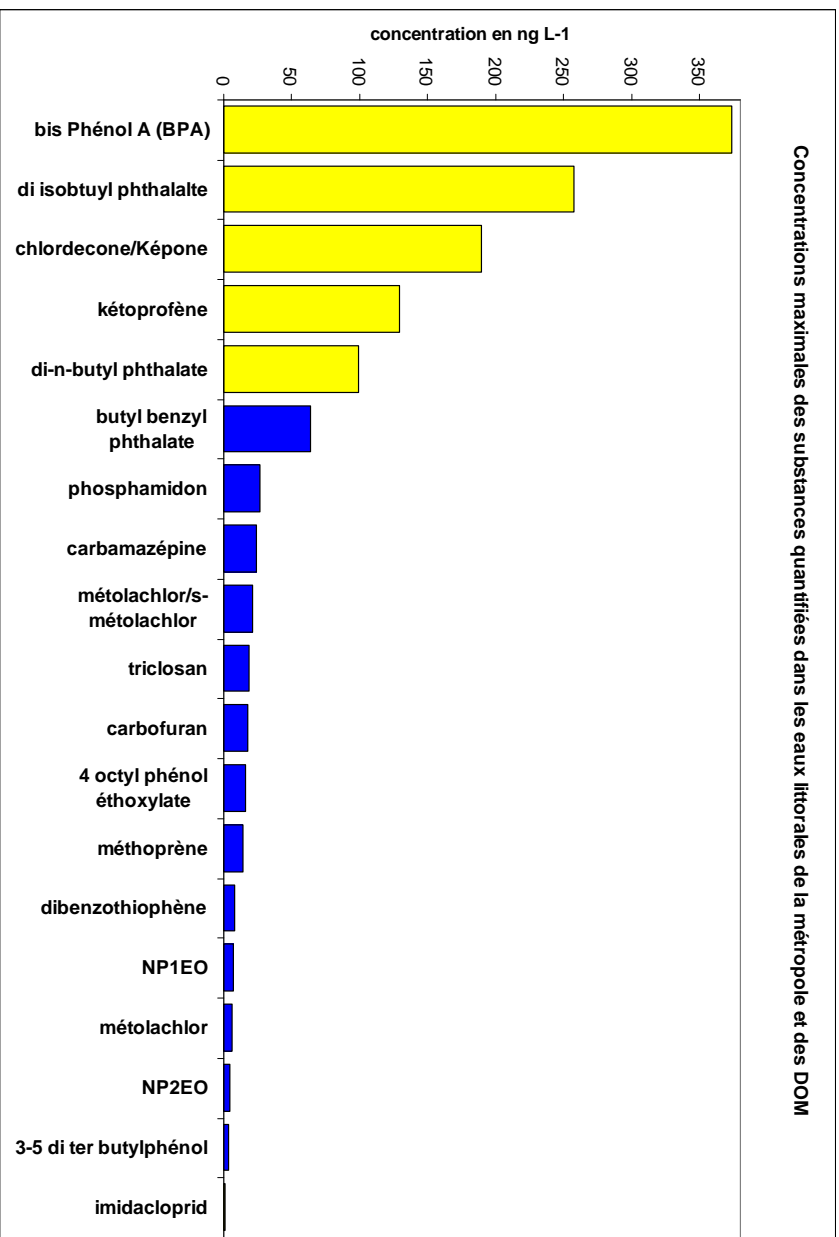
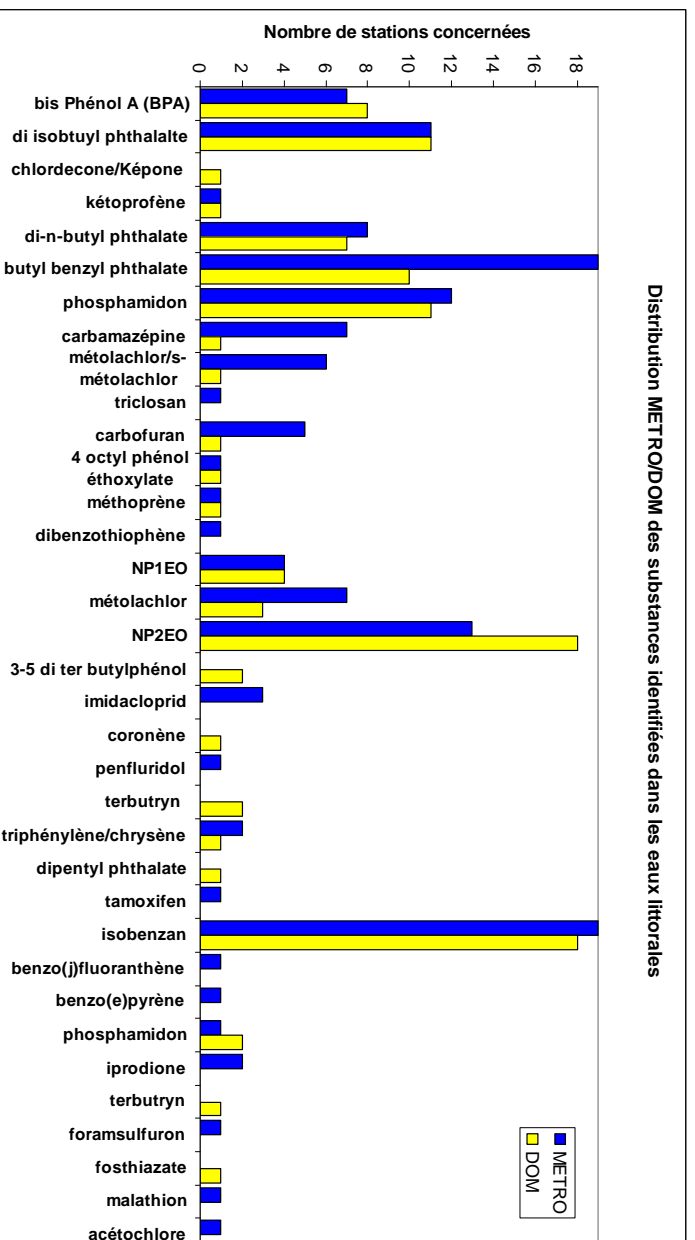


Figure 2 : Distribution par nombre de stations concernées des substances identifiées dans les eaux littorales de la métropole et des DOM



3.1.4 Comparaison des valeurs maximales avec les normes environnementales

Les concentrations mesurées dans l'eau brute ont été comparées avec les valeurs des concentrations prédites sans effets sur l'environnement (PNEC : Predicted No Effect Concentration) afin de mesurer le risque potentiel pour les organismes aquatiques. Ces seuils sont habituellement exprimés en $\mu\text{g L}^{-1}$, ici ils sont affichés en ng L^{-1} afin d'éviter les confusions et de permettre les comparaisons avec les concentrations mesurées dans le milieu. Les valeurs de PNEC sont issues des données prises en compte par le Groupe d'Experts Priorisation dans le cadre de la FRTE (Feuille de Route de la Transition Ecologique).

Le même exercice avec les moyennes plutôt qu'avec les valeurs maximales n'apporte pas d'informations supplémentaires puisque les risques les plus forts apparaissent pour des substances qui n'ont été mesurées que sur une seule station. Les résultats donnés dans le tableau 5 montrent que 4 substances dans l'eau présentent un risque pour l'environnement. Il est très élevé pour la chlordécone sur un site martiniquais. L'imidacloprid, le triclosan et le phosphamidon montre un rapport $[C]/\text{PNEC}$ supérieur à 1.

Tableau 5. PNEC eau des substances quantifiées dans les eaux littorales (en ng L^{-1}) et estimation du risque environnemental pour les plus fortes concentrations mesurées.

	$[C_{\text{max}}] > \text{PNEC}$
	$0,1 < [C_{\text{max}}]/\text{PNEC} < 1$
	$[C_{\text{max}}]/\text{PNEC} < 0,1$

En rouge, les substances dont la concentration dans le milieu est supérieure à la PNEC. En orange, les substances dont la concentration est proche de la PNEC.

substance	[Cmax]	PNEC	[Cmax]/PNEC
chlordécone/Képone	190	1	190
imidacloprid	1	0,1	10
triclosan	18,8	4,7	4
phosphamidon	26,2	8	3,275
carbofuran	17,8	20	0,89
métolachlor/s-métolachlor	21,5	38	0,565789474
bis Phénol A (BPA)	373,7	1600	0,2335625
méthoprène	14,3	89	0,160674157
di isobutyl phthalate	257,4	1800	0,143
kétoprofène	129,2	3120	0,041410256
dibenzothiophène	8,2	320	0,025625
NP1EO	6,8	330	0,020606061
NP2EO	4,4	420	0,01047619
di-n-butyl phthalate	99,2	10000	0,00992
carbamazépine	24,2	2500	0,00968
butyl benzyl phthalate	63,7	7500	0,008493333
4 octyl phénol éthoxylate	15,9	nd	
3-5 di ter butylphénol	3,4	nd	

3.2 Exploitation des données dans les sédiments

3.2.1 Résultats dans les sédiments

Les données relatives au sédiment sont regroupées dans le tableau 6, et illustrées dans les figures 3, 4 et 5.

Quarante-sept substances ont été quantifiées dans les sédiments soit 36% des 132 substances recherchées.

Les teneurs les plus élevées sont mesurées pour 2 plastifiants, le **benzylbutylphtalate** et le **Bisphénol A** à des concentrations maximales de 250 et 226 $\mu\text{g kg}^{-1}$ respectivement mais seule la station de Guadeloupe est concernée par la présence de Bisphénol A

Parmi les contaminants organo métalliques, les produits de dégradation du TBT sont retrouvés à des concentrations élevées, notamment le **dibutyl étain**. Il est mesuré sur 6 stations en métropole et dans 4 DOM avec une valeur maximale de 140 $\mu\text{g kg}^{-1}$, la moyenne étant environ 8 fois plus élevée dans les DOM qu'en métropole. Le **monophényl étain** atteint 216 $\mu\text{g kg}^{-1}$ mais sur une seule station, en Guadeloupe. Le **plomb diéthyle** est quantifié sur 6 des 7 stations métropolitaines, la valeur la plus élevée (50 $\mu\text{g kg}^{-1}$) étant observée dans le delta du Rhône.

Seize composés du groupe des HAP sont mesurés de manière régulière dans les sédiments, 3 d'entre eux, le **benzo(e)pyrène**, le **triphénylène** et le **benzo(g,h,i)fluoranthène** sont détectés sur l'ensemble des stations de métropole + DOM, la concentration la plus élevée étant relevée pour le benzo(e)pyrène à 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$ dans l'estuaire de l'Adour. A noter que 3 HAP (le benzo(j)fluoranthène, de dibenzo(a,c)anthracène et le dibenzo(a,j)anthracène n'ont pas été analysés.

Le retardateur de flamme bromo diphenyl ether **BDE 209** est mesuré sur 5 stations de métropole et dans 4 DOM, sa teneur la plus élevée étant de 28 $\mu\text{g kg}^{-1}$ à la Réunion. Le décabromodiphényléther est le mélange le plus utilisé en Europe et est constitué d'environ 97% de PBDE 209

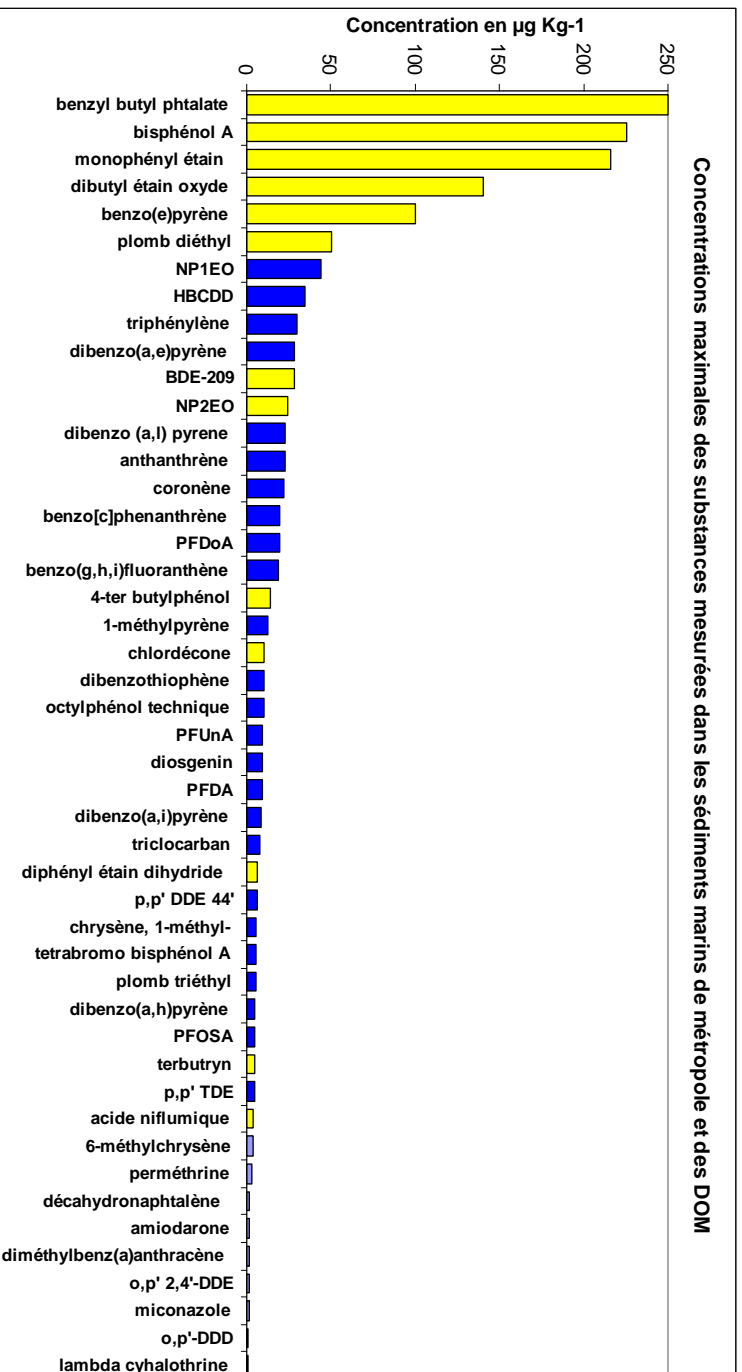
Pour ce qui concerne les pesticides, 4 produits de dégradation du **DDT** sont retrouvés sur plusieurs stations à la fois en métropole et dans les DOM mais les plus fortes concentrations se situent dans le delta du Rhône.

Enfin 3 tensio actif du groupe des octylphénol-alkylés sont mesurés à des concentrations entre 14 et 44 $\mu\text{g kg}^{-1}$, les nonylphénol éthoxylés **NP1EO** et **NP2EO** sont trouvés sur 100 % des stations des DOM tandis que le **4 ter butylphénol** est mesuré dans près de 50% des sédiments métropolitains et 80% des stations des DOM.

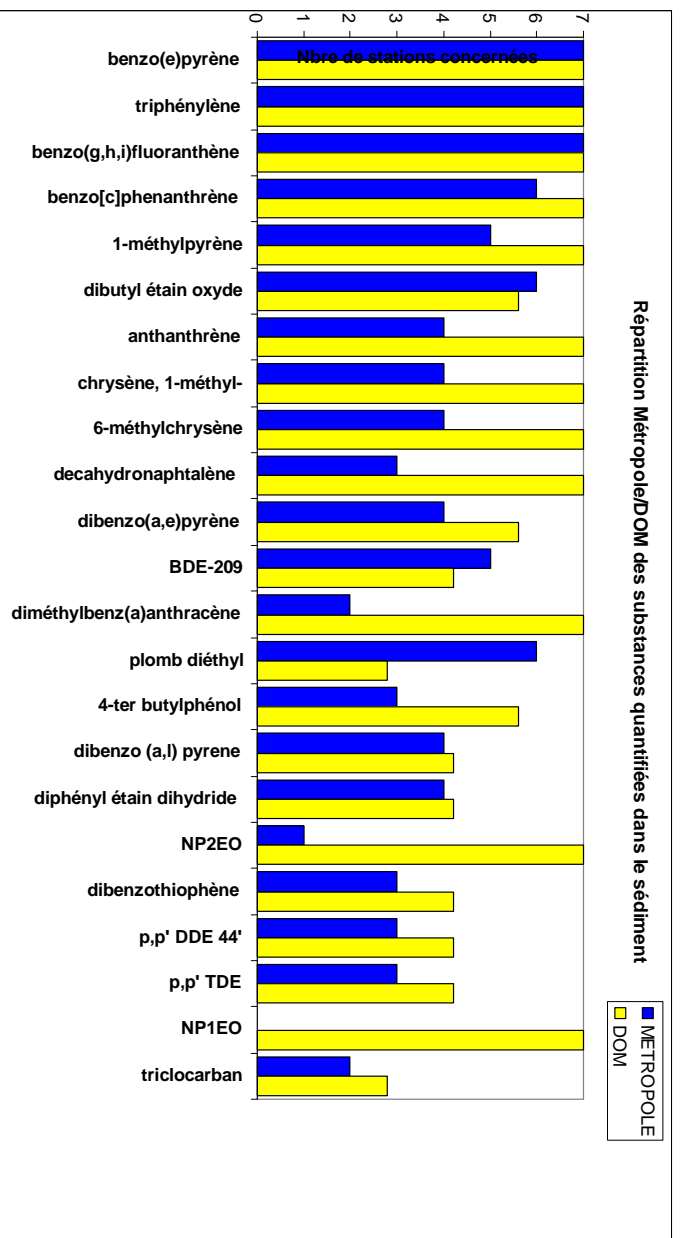
Tableau 6 : Liste des 47 substances quantifiées dans les sédiments de métropole et des DOM en $\mu\text{g kg}^{-1}$.

substance	[C] max	Station	METRO m \pm sd	DOM m \pm sd	METRO FQ	DOM FQ
benzyl butyl phtalate	250,2	DOM La Réunion	10,6 \pm 27,9	61,6 \pm 108	14%	40%
bisphénol A	225,9	DOM Guadeloupe	0	45,2 \pm 101	0%	20%
monophényl étain	216,3	DOM Guadeloupe	0	43,3 \pm 96,7	0%	20%
dibutyl étain oxyde	140,0	DOM La Réunion	4,1 \pm 3	34,2 \pm 59,5	86%	80%
benzo(e)pyrène	100,4	METRO Adour	28,9 \pm 38	7,2 \pm 4,4	100%	100%
plomb diéthyl	50,1	METRO Rhône	9 \pm 18	8,6 \pm 18,8	86%	40%
NP1EO	43,9	DOM Guadeloupe		13,3 \pm 17,1	0%	100%
HBCDD	35,0	METRO Rhône	5,3 \pm 13,1	0,6 \pm 1,4	29%	20%
triphénylène	30,0	METRO Adour	8,1 \pm 11,1	2 \pm 1,1	100%	100%
dibenzo(a,e)pyrène	28,6	METRO Adour	8,1 \pm 11,4	1,3 \pm 0,8	57%	80%
BDE-209	28,3	DOM La Réunion	2,6 \pm 4,3	9,8 \pm 10	71%	60%
NP2EO	24,2	DOM Guadeloupe	0,4 \pm 1	7,5 \pm 9,4	14%	100%
dibenzo (a,l) pyrene	23,2	METRO Adour	6,8 \pm 9,4	1 \pm 1	57%	60%
anthanthrène	22,9	METRO Adour	5,9 \pm 8,6	2,8 \pm 3,4	57%	100%
coronène	21,8	METRO Boulogne	5,6 \pm 9,1	2,6 \pm 5,7	43%	20%
benzo[c]phenanthrène	19,9	METRO Adour	4,8 \pm 7,2	1,1 \pm 0,8	86%	100%
PFDoA	19,5	METRO Villerville	2,8 \pm 7,4		14%	0%
benzo(g,h,i)fluoranthène	18,9	METRO Adour	4,8 \pm 6,9	2,2 \pm 1,3	100%	100%
4-ter butylphénol	14,4	DOM La Réunion	1,7 \pm 2,1	9 \pm 4,3	43%	80%
1-méthylpyrène	12,4	METRO Adour	3,1 \pm 4,5	1,5 \pm 1,3	71%	100%
chlordécone	10,4	DOM Martinique	0	2,1 \pm 4,6	0%	20%
dibenzothiophène	10,2	METRO Adour	2,5 \pm 3,8	1,2 \pm 1,6	43%	60%
octylphénol technique	10,2	DOM Guadeloupe	0	2 \pm 4,5	0%	20%
PFUnA	9,7	METRO Villerville	1,4 \pm 3,7		14%	0%
diosgenin	9,6	METRO Boulogne	1,4 \pm 3,6	2,5 \pm 3,8	14%	40%
PFDA	9,3	METRO Villerville	1,3 \pm 3,5		14%	0%
dibenzo(a,i)pyrène	9,0	METRO Adour	2,7 \pm 3,7		57%	0%
triclocarban	7,8	METRO Référence Med	2 \pm 3,4	1,9 \pm 2,7	29%	40%
diphényl étain dihydride	6,1	DOM Guadeloupe	0,2 \pm 0,2	1,3 \pm 2,7	57%	60%
p,p' DDE 44'	6,1	METRO Rhône	0,9 \pm 2,3	0,7 \pm 0,7	43%	60%
chrysène, 1-méthyl-	5,8	METRO Adour	1,5 \pm 2,2	1,1 \pm 0,8	57%	100%
tetrabromo bisphénol A	5,6	METRO Boulogne	0,8 \pm 2,5		14%	0%
plomb triéthyl	5,5	METRO Rhône	0,1 \pm 0,32	0,2 \pm 0,3	14%	20%
dibenzo(a,h)pyrène	5,0	METRO Adour	1,3 \pm 2,2		43%	0%
terbutryn	5,0	DOM Guad + Réunion	0	0,1 \pm 0,1	0%	40%
PFOSA	5,0	METRO Villerville	0,7 \pm 1,9		14%	0%
p,p' TDE	4,4	METRO Rhône	0,7 \pm 1,6	0,2 \pm 0,2	43%	60%
acide niflumique	3,8	DOM Guadeloupe	0	0,8 \pm 1,7	0%	20%
6-méthylchrysène	3,7	METRO Adour	1 \pm 1,4	0,5 \pm 0,3	57%	100%
permethrin	3,4	METRO Boulogne	0,7 \pm 1,3		29%	0%
decahydronaphtalène	1,6	DOM Guyane	0,1 \pm 0,2	0,8 \pm 0,5	43%	100%
amiodarone	1,5	METRO Rhône	0,4 \pm 0,7		29%	0%
diméthylbenz(a)anthracène	1,5	METRO Adour	0,3 \pm 0,6	0,7 \pm 0,4	29%	100%
o,p' 2,4'-DDE	1,3	METRO Rhône	0,2 \pm 0,3	0,01 \pm 0,1	43%	20%
miconazole	1,2	METRO Boulogne	0,2 \pm 0,3		43%	0%
o,p'-DDD	1,2	METRO Rhône	0,2 \pm 0,5	0,01 \pm 0,1	29%	20%
lambda cyhalothrine	1,1	METRO Boulogne	0,1 \pm 0,2		14%	0%

Figure 3 : Concentration maximales des 47 substances quantifiées dans les sédiments de la métropole et des DOM. En jaune les substances quantifiées dans les DOM, en bleu les substances quantifiées en métropole.



Figures 4 et 5: Répartition métropole/DOM des substances quantifiées dans le sédiment



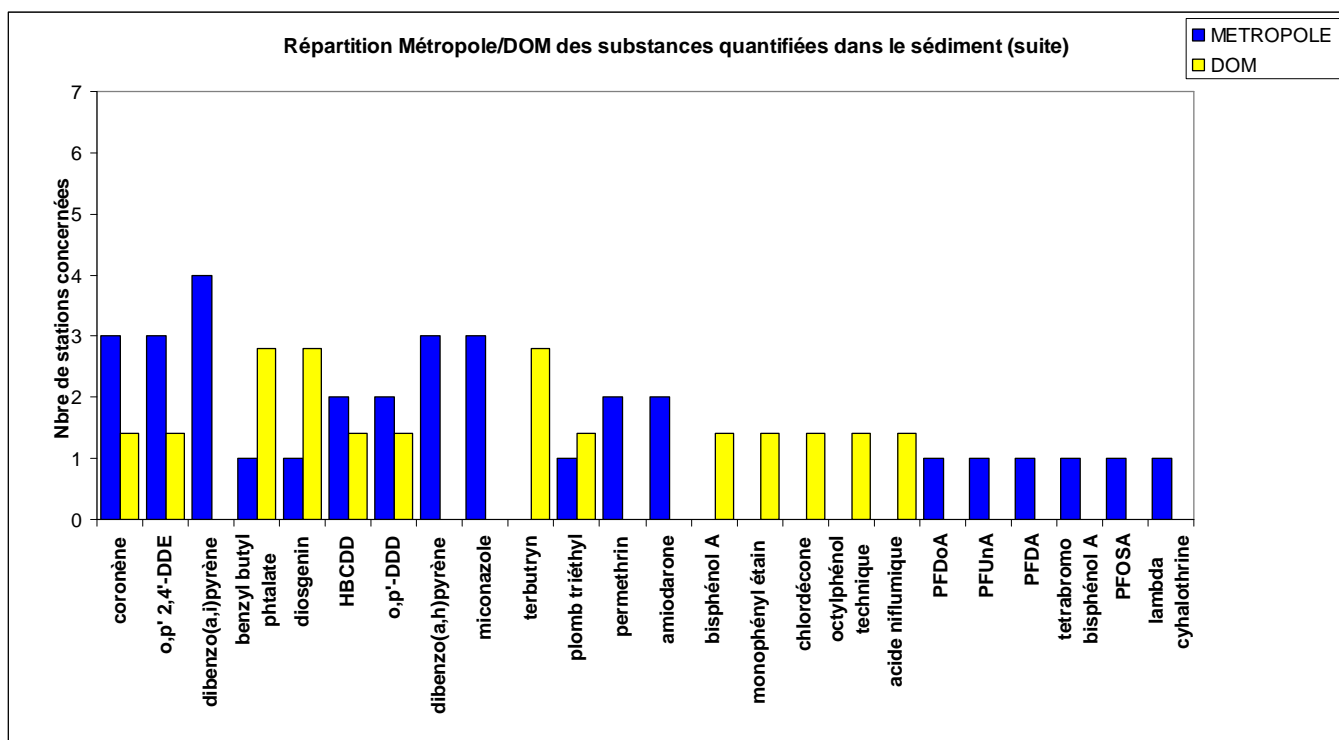


Tableau 7 : substances identifiées spécifiquement dans les sédiments marins de la métropole et des DOM

METRO	PFDA	DOM	bisphénol A
	PFDoA		monophényl étain
	PFUnA		NP1EO
	PFOSA		chlordécone
	dibenzo(a,i)pyrène		octylphénol technique
	dibenzo(a,h)pyrène		terbutryne
	tétrabromo bisphénol A		acide niflumique
	perméthrine		
	amiodarone		
	miconazole		
	lambda cyhalothrine		

Le tableau 7 indique que les substances quantifiées de manière spécifique en métropole et dans les DOM sont majoritairement des substances d'origine industrielle ou domestique contrairement à ce qui a été observé pour la matrice Eau. Ce constat est essentiellement expliqué par le comportement géochimique de ces substances et leur affinité pour les matières en suspension qui constituent in fine le sédiment.

3.2.2 Comparaison des valeurs maximales avec les normes environnementales

Les concentrations mesurées dans les sédiments ont été comparées avec les valeurs des concentrations prédites sans effets sur l'environnement (PNEC : Predicted No Effect Concentration) calculées pour le compartiment sédiment afin de mesurer le risque potentiel pour les organismes benthiques. Les valeurs de PNEC sédiment sont issues des données prises en compte par le Groupe d'Experts Priorisation dans le cadre de la FRTE (Feuille de Route de la Transition Ecologique). Le rapport [concentration maximale]/PNEC exprime l'échelle du risque environnemental d'une substance donnée. Le tableau 8 regroupe ces données pour les 47 substances détectées dans les sédiments marins.

Tableau 8. PNEC sédiment des substances quantifiées dans les sédiments marins (en µg Kg⁻¹ de sédiment sec) et estimation du risque environnemental.

substance	[C]max	PNEC	[C]/PNEC	substance	[C]max	PNEC	[C]/PNEC
dibutyl étain oxyde	140	0,003	48275,86	dibenzo (a,l) pyrene	23,21	113,4	0,20
plomb diéthyl	50,08	0,68	73,65	p,p' TDE	4,43	22,6	0,20
chlordecone	10,38	0,159	65,28	diosgenin	9,61	52,7	0,18
benzyl butyl phtalate	250,16	7,5	33,35	coronene	21,79	129,6	0,17
PFUnA	9,69	0,89	10,89	anthanthrene	22,87	142	0,16
benzo[c]phenanthrene	19,9	1,87	10,64	benzo(e)pyrene	100,4	629	0,16
PFDA	9,33	1,46	6,39	PFOSA	5	38,4	0,13
bisphénol A	225,92	60	3,77	triphenylene	30	397	0,08
terbutryn	0,2	0,077	2,60	dibenzothiophene	10,18	147	0,07
PFDoA	19,49	8,86	2,20	1-Methylpyrene	12,38	186	0,07
plomb triéthyl	0,86	0,68	1,26	HBCDD	35	709	0,05
NP1EO	43,9	50,8	0,86	diphényl étain dihydride	6,11	183	0,03
monophényl étain	216,32	283,1	0,76	chrysene, 1-methyl-	5,84	178,5	0,03
benzo(g,h,i)fluoranthene	18,94	28,2	0,67	amidarone	1,53	48,1	0,03
octylphénol technique	10,16	16,9	0,60	dibenzo(a,i)pyrene	9,04	298,1	0,03
triclocarban	7,83	15,7	0,50	6-Methylchrysene	3,66	178,5	0,02
perméthrin	3,38	7,22	0,47	BDE-209	28,32	1509	0,02
NP2EO	24,2	52,75	0,46	dibenzo(a,h)pyrene	5	298,1	0,02
lambda cyhalothrine	0,58	1,49	0,39	o,p'-DDD	0,74	71,9	0,01
acide niflumique	3,8	9,91	0,38	tetrabromo bisphénol A	5,6	647	0,01
decahydronaphtalene	1,61	5,04	0,32	o,p' 2,4'-DDE	1,28	191,8	0,01
p,p' DDE 44'	6,1	22,8	0,27	dimethylbenz(a)anthrac	1,49	278,5	0,01
dibenzo(a,e)pyrene	28,64	113,4	0,25	miconazole	0,76	3074	0,00
4-ter butylphénol	14,43	63,74	0,23				

	[Cmax] > PNEC
	0,1 < [Cmax]/PNEC < 1
	[Cmax]/PNEC < 0,1

Onze substances ont été mesurées à des concentrations supérieures voire très supérieures à la PNEC. Ces onze substances appartiennent à des familles et des usages très hétérogènes.

La concentration la plus élevée du métabolite de TBT, le **dibutyl oxyde d'étain**, atteint 50 000 fois la PNEC sédiment, cette concentration a été mesurée sur une station de l'île de la Réunion. La moyenne observée pour cette substance sur 6 stations métropolitaines est de $4,8 \pm 2,6 \mu\text{g Kg}^{-1}$ soit 1600 fois la PNEC sédiment.

Les deux formes organiques du plomb sont aussi observées à des valeurs supérieures à la PNEC notamment le **plomb diéthyl** à l'embouchure du Rhône (près de 75 fois la PNEC). Sur 5 autres stations métropolitaines, la valeur moyenne est de $2,6 \pm 1,1 \mu\text{g Kg}^{-1}$ soit près de 4 fois la PNEC sédiment de ce composé. Le plomb triéthyl n'est mesuré sur le littoral métropolitain que sur une station en Méditerranée et la station de Cayenne en Guyane.

La **chlordécone** est mesurée dans un seul sédiment en Martinique sur « cohé du Lamentin » mais avec un risque environnemental élevé (65 fois la PNEC sédiment).

Le **benzylbutylphtalate** a été quantifié sur une station en métropole (Boulogne/Mer) à une valeur 10 fois supérieure à la PNEC et sur 2 stations dans les DOM, au port St Gilles à la Réunion (33 fois la PNEC) et dans l'exutoire Majimbini à Mayotte (7,8 fois la PNEC sédiment).

Les **alkylperfluorés** PFDA, PFDoA et PFUnA ne sont quantifiés que sur le site de Villerville en estuaire de Seine mais à des valeurs supérieures à leur PNEC sédiment.

Le **Bisphénol A** n'a été quantifié que sur la station « Rivière salée » en Guadeloupe à une concentration de 3,8 fois la PNEC sédiment.

Parmi les HAP quantifiés, le **benzo[c]phénanthrène** est mesuré sur 6 stations de la métropole à une concentration moyenne de $5,6 \pm 7,6 \mu\text{g Kg}^{-1}$ soit 3 fois la PNEC sédiment. La valeur la plus forte est observée à la sortie du fleuve Adour sur la côte basque.

Enfin le pesticide terbutryn est quantifié deux fois à une valeur supérieure à sa PNEC, au port St Gilles sur l'île de la Réunion et à Rivière salée en Guadeloupe.

3.3 Substances jamais identifiées et substances à confirmer ou infirmer dans les eaux littorales.

Les listes de ces substances sont disponibles en annexes 2, 3 et 4. Ces listes ont été construites à partir des listes initiales de substances à rechercher desquelles ont été soustraites les substances effectivement identifiées ou quantifiées dans l'eau et le sédiment.

La liste des substances à confirmer est issue des données SBSE, lorsqu'un ou deux répliqués affichaient une valeur > LQ mais que l'une ou l'autre valeur était < LQ.

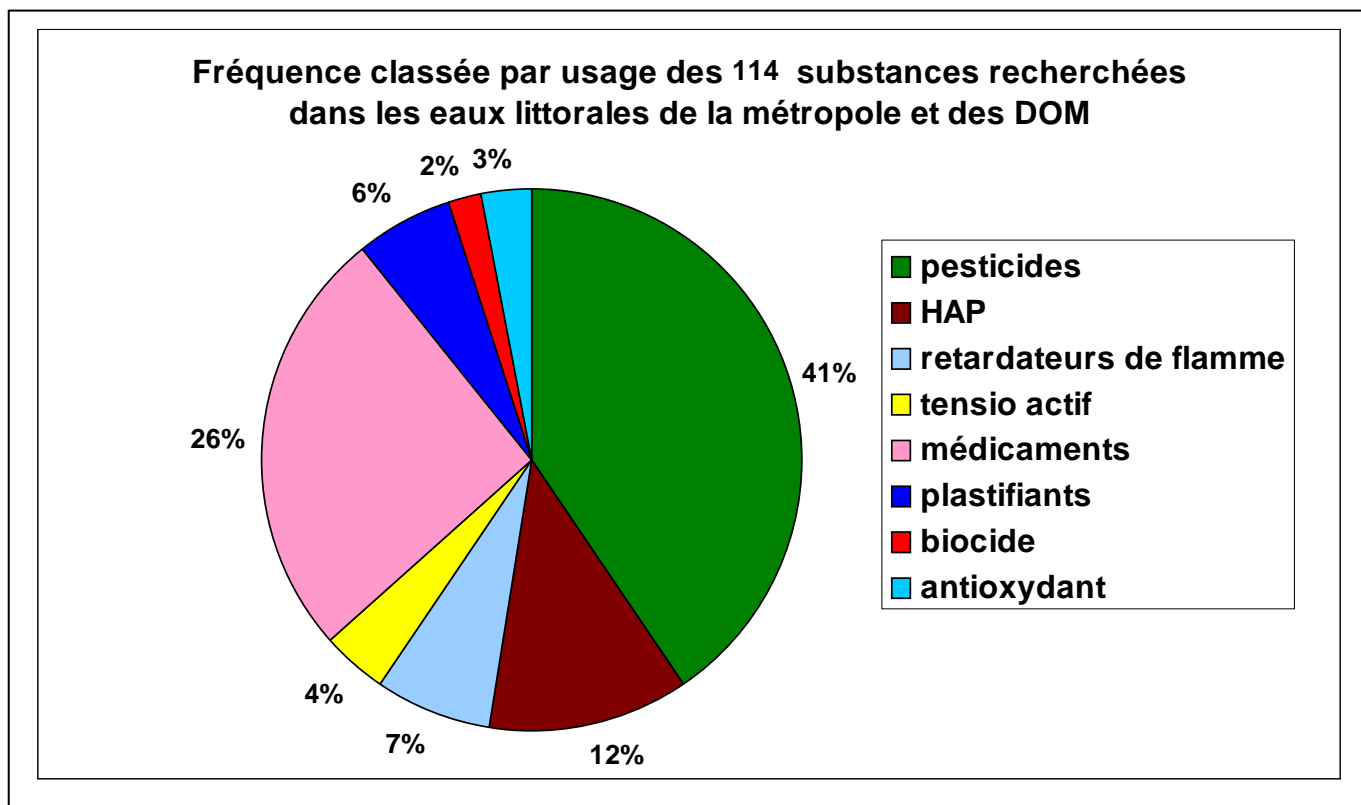
NB. Aucune hormone synthétique ou naturelle n'a été détectée lors de cette étude.

4. Origine des substances identifiées et relations avec les usages.

4.1 Dans les eaux littorales

La figure 6 représente la répartition par catégorie d'usage de l'ensemble des substances recherchées dans les eaux littorales à la fois par la méthode des POCIS et par les systèmes SBSE. Quelques substances recherchées par les deux méthodes ne sont comptabilisées qu'une fois. Cette représentation permet la comparaison avec les figures 7 et 8 des substances effectivement détectées.

Figure 6 : Fréquence classée par usage des 114 substances recherchées dans les eaux littorales de la métropole et des DOM



En distinguant la métropole des DOM pour les eaux littorales et pour les sédiments, les substances ont été classées par grands types d'usage en reprenant les classifications proposées par le CEP dans le cadre de la FRTE (Feuille de Route de la Transition Ecologique) et par l'Onema (http://www.onema.fr/IMG/pdf/Substances_Recherche_CampExMetro_Usages.pdf) et en procédant à

quelques modifications (ainsi le phosphamidon (fosfamidone en italien) n'est pas un biocide selon nos informations mais un insecticide organophosphoré d'usage ancien, en revanche les métabolites de TBT ont été considérés comme biocide et non comme « antisalissures » et les métabolites de l'acide perfluorocanoïque (PFDA) ont été classées comme produits industriels. Par ailleurs il s'est révélé très hasardeux d'associer précisément une substance à une source industrielle, agricole ou domestique. L'absence, jusqu'au début des années 2000, de véritables structures de collecte et de traitement des déchets a entraîné la multiplication de zones de dépôts sauvages responsables d'une forte dispersion environnementale de certaines substances (ingrédients des plastiques notamment tels que les phtalates, les PBDE et les alyphénols). De même, la plupart des congénères de HAP identifiés dans cette étude ont une empreinte pyrolytique liée à des usages de carburants (trafic auto, chauffage). Il apparaît cependant, en métropole et plus encore dans les DOM, que les usages domestiques et les rejets agricoles constituent l'essentiel des apports au milieu littoral des substances identifiées lors de cette campagne. Tant que la part précise des apports industriels, agricoles et domestiques de chaque substance ne sera pas précisée, les relations avec les sources de contamination seront difficiles à établir. Compte-tenu du très faible nombre de données exploitables, c'est l'ensemble des données positives qui a été traité, ensemble des données d'identification en métropole (139 données, figure 7) et ensemble des données d'identification dans les DOM (105 données, figure 8).

Figure 7 : Fréquence classée par usage des 139 détections dans les eaux littorales de métropole

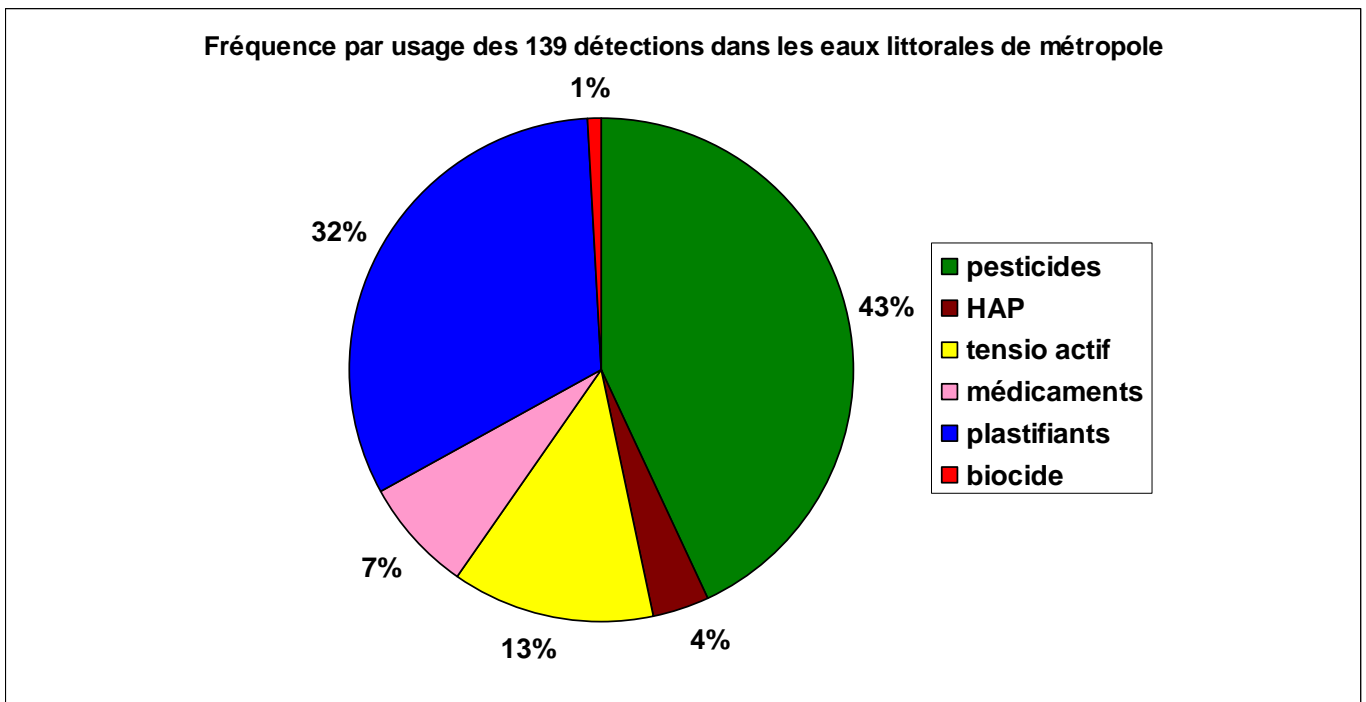
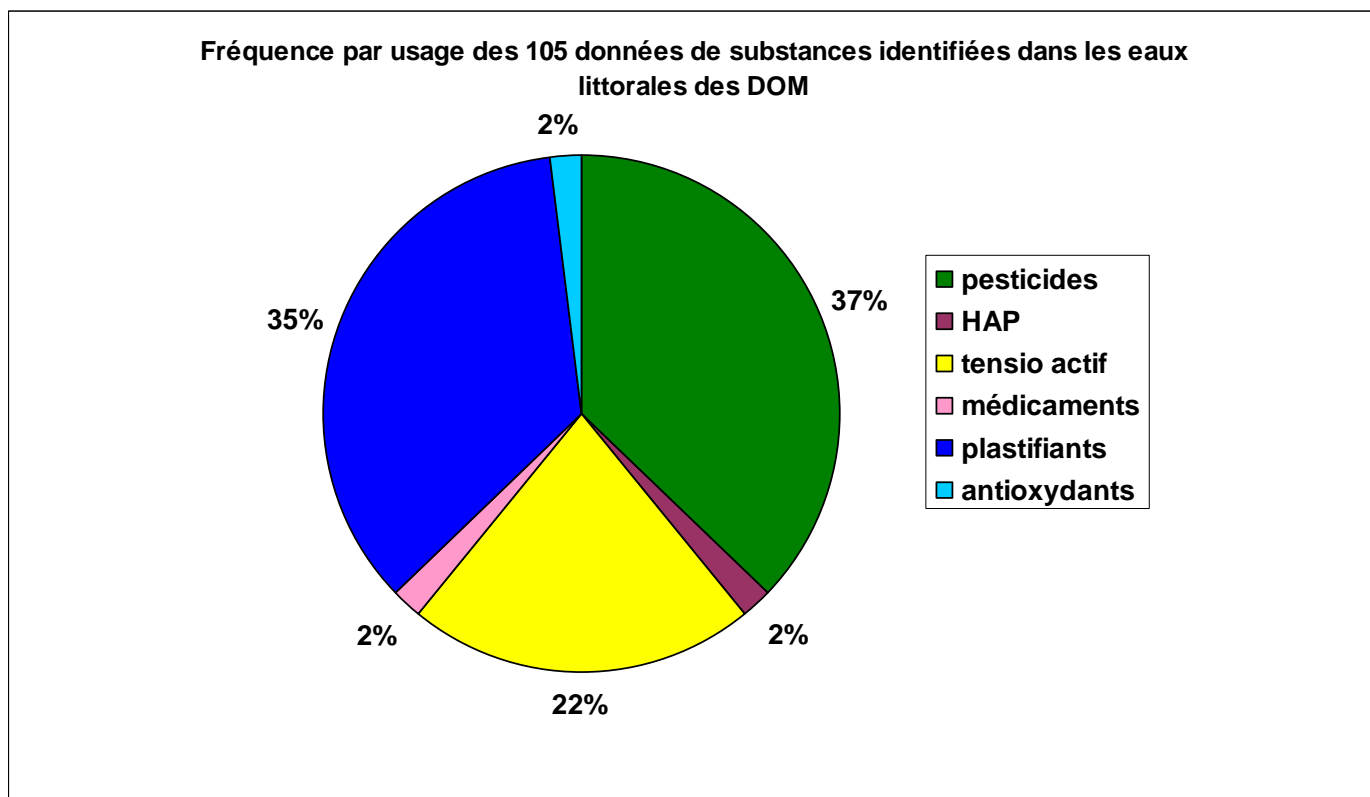


Figure 8 : Fréquence classée par usage des 105 détections dans les eaux littorales des DOM



Il n'y a pas de différences majeures entre les deux profils de fréquence entre les eaux littorales et les eaux des DOM. Les fréquences de détection des pesticides et des plastifiants sont à peu près identiques et majoritaires et compte-tenu du nombre de données, les différences en pourcentage sont probablement peu significatives. La troisième catégorie est constituée par les produits tensioactifs. Deux autres catégories d'usage, médicaments et HAP apparaissent avec une fréquence plus forte en métropole semble t'il. Le triclosan apparaît comme biocide en métropole pour avoir été identifié sur un site et de même le 3.5 diterbutylphénol, antioxydant, apparaît pour avoir été mesuré

4.2 Dans les sédiments littoraux

Le même exercice appliqué aux 47 substances quantifiées dans les sédiments marins produit les figures 9, 10 et 11.

Figure 9 : Fréquence classée par usage des 127 substances recherchées dans les sédiments littoraux de la métropole et des DOM

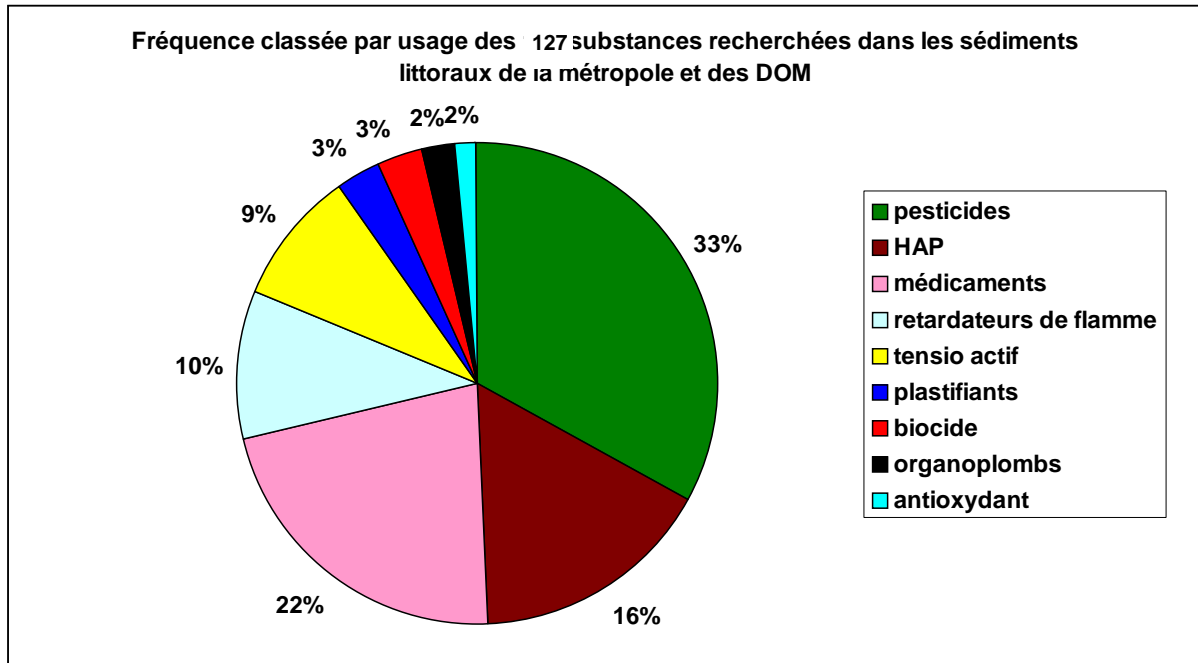


Figure 10 : Fréquence classée par usage des 126 détections dans les sédiments métropolitains

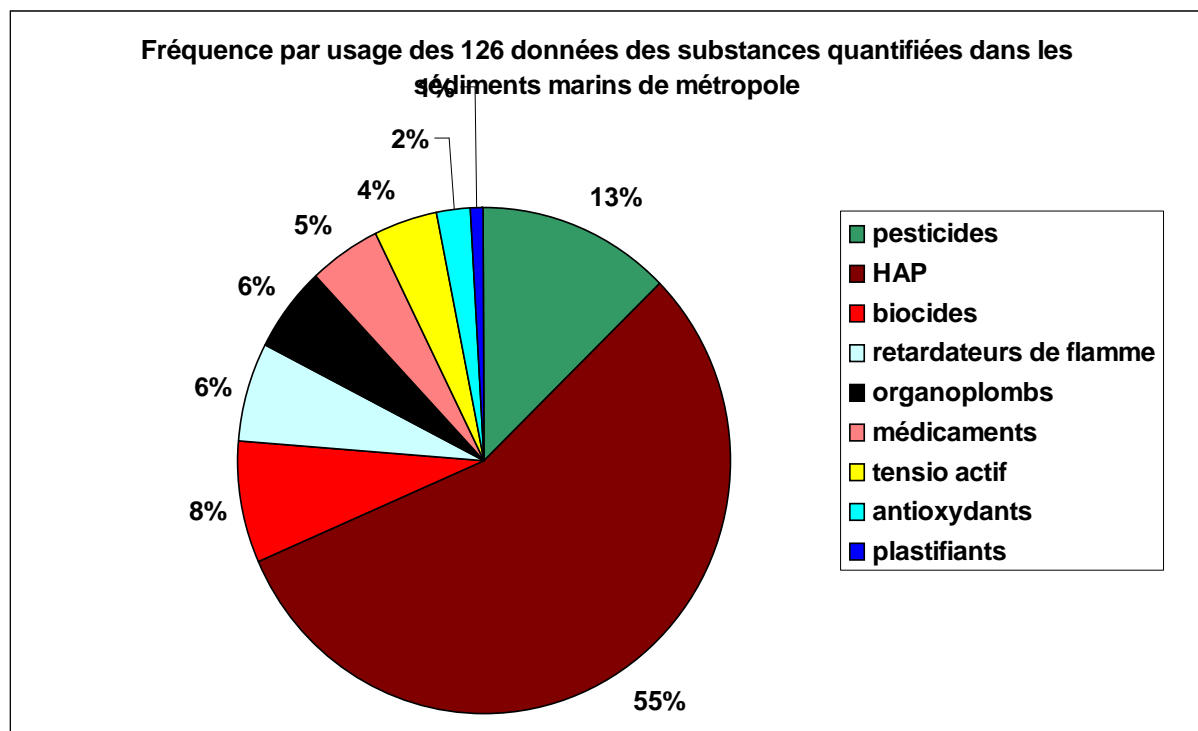
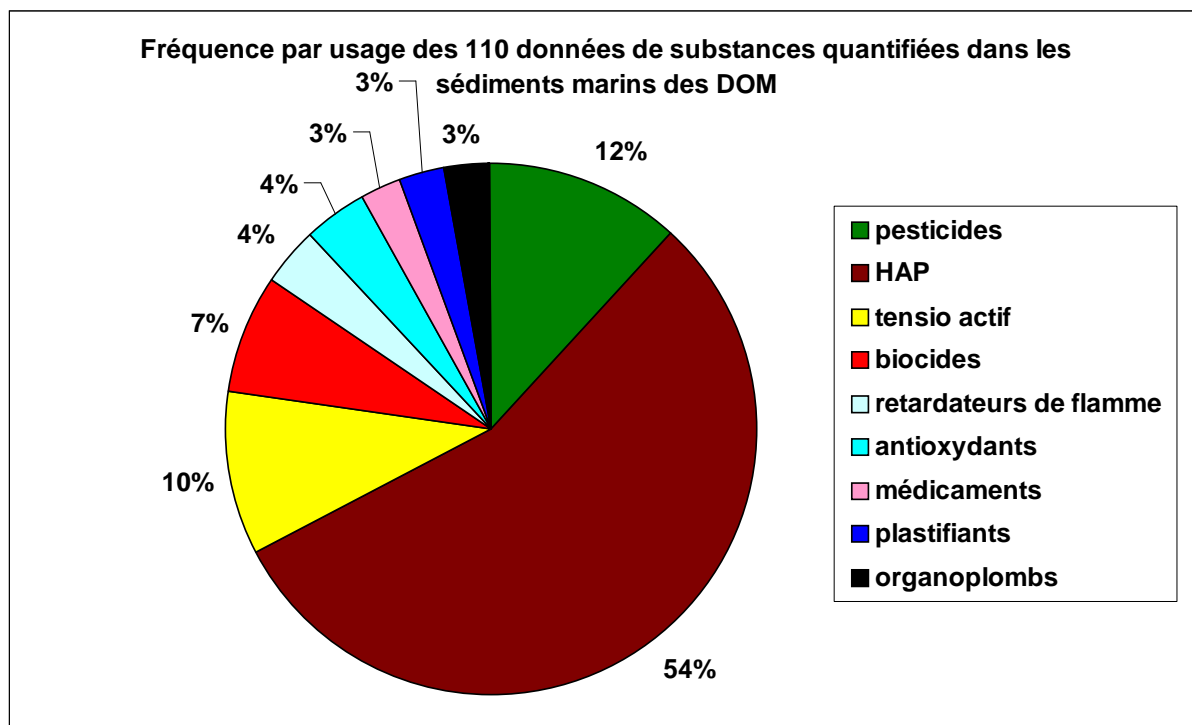


Figure 11 : Fréquence classée par usage des 110 détections dans les sédiments littoraux des DOM



La répartition des contaminants dans les sédiments de la métropole et des DOM est semblable pour les deux classes de contaminants HAP et pesticides avec 55-54% et 13-12% des données respectivement. Chaque molécule de HAP est retrouvée à des fréquences à peu près équivalentes en métropole et dans les DOM. En revanche, même si la proportion de pesticides quantifiés est proche en métropole et dans les DOM, il s'agit cette fois de substances différentes suggérant des usages spécifiques. Diverses autres classes de contaminants se partagent les 32 et 34% restants. La seule information significative est la présence de nonyphénols éthoxylés responsable de 10% des quantifications réalisées sur les sédiments des DOM quand ces substances ne représentent qu'un pour cent des données recueillies en métropole. Ces NP1EO et NP2EO sont quantifiés dans chaque sédiment des 5 DOM.

Le travail opéré sur les pressions telles qu'elles avaient été prises en charge dans la sélection des stations n'est pas exploitable. à cause de la diversité des substances détectées qui n'a pu être reliée à des pressions spécifiques mais aussi à cause de la confusion entre la nature de la substance, son usage et son origine en amont.

5- Principaux acquis de l'étude prospective en milieu littoral : avantages et limites des techniques analytiques, bilan des substances détectées.

5.1 Les techniques analytiques

Les échantillonneurs POCIS

Les POCIS présentent une alternative intéressante à la mesure des contaminants trace dans les eaux littorales. Compte tenu des facteurs de dilution qui gouvernent les niveaux de présence des contaminants solubles dans les eaux littorales, la solution de l'échantillonneur passif POCIS immergé pendant plusieurs semaines et concentrant les substances hydrophiles a permis de détecter près de 40% des substances recherchées et d'en quantifier près de la moitié. Les substances hydrophiles identifiées sont en majorité des pesticides, l'industrie phytosanitaires produisant aujourd'hui des molécules plus solubles dont le comportement biogéochimique semble moins impactant pour le milieu naturel que les substances de plus vieille génération (ceci est particulièrement vrai pour herbicides). Il faut noter aussi la présence en fortes concentrations des deux médicaments, carbamazépine et kétoprofène, qui concerne pour le premier un nombre significatif de stations en métropole et montre une contamination assez généralisée par ce type de substance.

Il ne faut pas négliger la fragilité des systèmes POCIS *in situ*. Le bilan de cette campagne a montré que la réussite de la mise à l'eau et de la récupération des échantillonneurs est très dépendante des conditions météorologiques en mer et des accidents divers (perte, vol etc...). Sur les 42 systèmes initialement prévus, seuls 32 ont été récupérés et l'un d'entre eux n'était plus exploitable. Ce qui donne un rendement de 74%. Pour exprimer une concentration par litre d'eau de mer, la technique des POCIS nécessite, après dosage direct dans la phase, de connaître entre autres paramètres, le taux d'échantillonnage (Rs) en Litre par jour par gramme de phase, ce qui n'est pas le cas pour toutes les substances recherchées, y compris celles qui ont été quantifiées dans la phase.

Enfin, une seule mesure par substance a été réalisée par le laboratoire prestataire limitant tout traitement statistique des données par substance.

L'extraction par SBSE

La technique d'extraction par les SBSE, qu'on a souvent associés à tort à des échantillonneurs passifs, permet la mesure de substances plus hydrophobes que celles captées par les POCIS, sans système de concentration du contaminant. Bien qu'il dépende étroitement de la nature de la substance, le rendement de ce système apparaît moins performant dans notre étude puisque 22% des substances sont effectivement identifiées. D'autre part les informations fournies par cette méthode n'apportent que des données ponctuelles sur un échantillon d'eau indépendamment, de l'historique de la contamination ambiante avec tous les risques de « manquer » un certain nombre

de molécules.

Les rendements des deux systèmes sont très relatifs puisqu'ils dépendent intrinsèquement de la méthode mais aussi de la présence réelle dans le milieu des substances recherchées ou de leur absence.

Les mesures en triplicats ont mis en évidence une forte variabilité des résultats de la mesure qui, par conséquent, a beaucoup limité les possibilités de quantification mais pose aussi la question de la pertinence des analyses après extraction par SBSE. La question se pose de la présence aussi généralisée de deux biocides le phosphamidon et l'isobenzan pourtant confirmés par le laboratoire. Conformément aux attentes, ce sont effectivement des substances plus hydrophobes que celles retenues par les POCIS qui ont été mesurées avec notamment une prédominance des phtalates, des octylphénols et de certains pesticides aujourd'hui interdits (carbofuran, métolachlore, chlordécone, terbutryn) en raison de leur rémanence dans le milieu (elle même souvent liée à leur hydrophobicité).

Il faut noter que 3 herbicides ont été détectés à la fois en POCIS et en SBSE avec une bonne cohérence des résultats en terme de sites.

Concernant les phtalates, le laboratoire analytique précise que les valeurs élevées pourraient être dues à des contamination lors de prélèvement ou de son conditionnement.

La comparaison des valeurs obtenues avec les EP POCIS et la méthode SBSE et les valeurs habituellement mesurées par les méthodes classiques ne semble pas pertinente. Les concentrations dans l'eau de la plupart des substances de cet inventaire exceptionnel ne sont pas disponibles et les conditions analytiques très différentes notamment pour les extractions SBSE qui se font sur eaux non filtrées par thermo désorption et non par des procédés chimiques..

Mesures dans les sédiments

37% d'une liste importante de substances recherchées sont identifiés dans ce compartiment. Les données du sédiment montrent une contamination généralisée (mais relative puisque seulement 12 stations sont traitées) par les produits de dégradation du plomb (trace de l'usage aujourd'hui interdit du plomb dans l'essence) et du TBT (interdit aussi mais utilisé très longtemps en tant que biocide des peintures antisalissures). Seize HAP sont mesurés dans les sédiments et trois sont présents sur l'ensemble des stations de métropole + DOM.

De fortes concentrations en phtalate et bisphénol A sont mesurées mais de manière isolée puisqu'elle ne concernent qu'une part faible des sites et la question de la contamination par des outils ou contenants en plastique lors de l'échantillonnage se pose aussi ici. Enfin il faut noter la présence de retardateurs de flamme dans les sédiments marins notamment le BDE 209 présent sur 67% des sédiments analysés.

Globalement, ces analyses sont bien maîtrisées par les laboratoires quand en ils assurent aussi la partie échantillonnage. Seules les valeurs supérieures au seuil de quantification nous été

transmises et aucune analyse n'a été répliquée ce qui réduit considérablement les possibilités de traitement statistique.

5.2 Bilan des substances identifiées en milieu marin, hiérarchisation des substances et conclusions.

Le pourcentage des valeurs des substances quantifiées par rapport au nombre d'analyses est très faible. Au total 15 316 analyses ont été réalisées et 605 valeurs se sont situées au dessus de la LQ, soit 4% des mesures, toutes techniques et milieux confondus. Néanmoins 68 des 231 molécules recherchées ont été identifiées, 24 substances n'étant identifiée/quantifiées qu'une seule fois sur une seule station. Le tableau 9 dresse le bilan des substances détectées et des substances quantifiées dans les deux compartiments. Le total est inférieur à la somme des substances détectées dans l'eau + somme des substances détectées dans le sédiment car plusieurs molécules ont été détectées dans les deux compartiments.

Tableau 9 : bilan des substances détectées et quantifiées dans l'eau et les sédiments marins

	eau (SBSE + POCIS)	sédiment	Total substances différentes
substances identifiées	32	37	60
substances quantifiées	19	47	56

Neuf substances ont été détectées à la fois dans l'eau et dans les sédiments (tableau 10). Ce sont des HAP (4), des plastifiants (2), alkylphénols (2) et un pesticide, la chlordécone détectée en SBSE et dans le sédiment. Sur ces 9 substances communes, 7 ont été détectées par SBSE et 2 seulement par les POCIS. La partition de ces substances, ayant pour la plupart un $Kow > 3$, les conduit effectivement vers les MES et le sédiment et l'extraction SBSE permet de les identifier dans l'eau brute. En revanche la détection des NP1EO et NP2EO ($Kow \approx 4$) par les POCIS est surprenante.

Tableau 10 : Liste des 9 substances identifiées à la fois dans l'eau et dans les sédiments marins

Substance	eau SBSE	eau POCIS	sédiment
benzy butyl phtalate	x	—	x
bisphénol A	x	—	x
benzo(e)pyrène	x	—	x
coronène	x	—	x
triphénylène	x	—	x
dibenzothiophène	x	—	x
chlordécone	x	—	x
NP1EO	—	x	x
NP2EO	—	x	x

Enfin la terbutryne a été détectée à la fois dans l'eau par les deux méthodes SBSE + POCIS et dans le sédiment.

Les tableaux 11 et 12 listent les substances en milieu littoral de la métropole et des DOM en fonction des fréquences de quantification. Dans le choix qui doit être fait des substances à surveiller en priorité, le paramètre FQ apparaît plus déterminant que la concentration.

NB : Ces tableaux sont construits à partir d'un nombre réduit d'échantillons et à partir de techniques encore en développement.

Tableau 11 : Hiérarchisation de la fréquence des substances en milieu littoral métropolitain

Substance	FQ	compartiment	Substance	FQ	compartiment
benzo(e)pyrène	100%	sédiment	triclocarban	29%	sédiment
triphénylène	100%	sédiment	HBCDD	29%	sédiment
benzo(g,h,i)fluoranthène	100%	sédiment	o,p'-DDD	29%	sédiment
benzo[c]phenanthrène	86%	sédiment	permethrin	29%	sédiment
dibutyl étain oxyde	86%	sédiment	amiodarone	29%	sédiment
plomb diéthyl	86%	sédiment	métolachlor	29%	Eau POCIS
1-méthylpyrène	71%	sédiment	NP1EO	19%	Eau POCIS
BDE-209	71%	sédiment	NP2EO	14%	sédiment
anthanthrène	57%	sédiment	benzyl butyl phtalate	14%	sédiment
chrysène, 1-méthyl-	57%	sédiment	diosgenin	14%	sédiment
6-méthylchrysène	57%	sédiment	plomb triéthyl	14%	sédiment
dibenzo(a,e)pyrène	57%	sédiment	PFDoA	14%	sédiment
dibenzo (a,l) pyrene	57%	sédiment	PFUnA	14%	sédiment
diphényl étain dihydride	57%	sédiment	PFDA	14%	sédiment
dibenzo(a,i)pyrène	57%	sédiment	tetrabromo bisphénol A	14%	sédiment
décahydronaphtalène	43%	sédiment	PFOSA	14%	sédiment
4-ter butylphénol	43%	sédiment	lambda cyhalothrine	14%	sédiment
dibenzothiophène	43%	sédiment	di-n-butyl phthalate	14%	Eau SBSE
p,p' DDE 44'	43%	sédiment	carbofuran	14%	Eau SBSE
p,p' TDE	43%	sédiment	imidacloprid	14%	Eau POCIS
coronène	43%	sédiment	métolachlor/s-métolachlor	10%	Eau SBSE
o,p' 2,4'-DDE	43%	sédiment	bis Phénol A (BPA)	5%	Eau SBSE
dibenzo(a,h)pyrène	43%	sédiment	butyl benzyl phthalate	5%	Eau SBSE
miconazole	43%	sédiment	phosphamidon	5%	Eau SBSE
NP2EO	43%	Eau POCIS	4 octyl phénol éthoxylate	5%	Eau SBSE
di isobtuyl phthalalte	33%	Eau SBSE	dibenzothiophène	5%	Eau SBSE
carbamazépine	33%	Eau POCIS	kétoprofène	5%	Eau POCIS
diméthylbenz(a)anthracène	29%	sédiment			

En métropole, les 15 substances quantifiées aux plus hautes fréquences (> 50%, soit un site sur 2) sont quantifiées dans les sédiments. Ce sont les congénères de la famille des HAP (11 substances), des formes organiques de l'étain (deux substances), le plomb diéthyle et le congénère 209 des PBDE.

Tableau 12 : Hiérarchisation de la fréquence des substances en milieu littoral des DOM

Substance	FQ	compartiment	Substance	FQ	compartiment
benzo(e)pyrène	100%	sédiment	triclocarban	40%	sédiment
triphénylène	100%	sédiment	benzyl butyl phtalate	40%	sédiment
benzo(g,h,i)fluoranthène	100%	sédiment	diosgenin	40%	sédiment
benzo[c]phenanthrène	100%	sédiment	terbutryn	40%	sédiment
plomb diéthyl	100%	sédiment	coronène	20%	sédiment
1-méthylpyrène	100%	sédiment	o,p' 2,4'-DDE	20%	sédiment
anthanthrène	100%	sédiment	HBCDD	20%	sédiment
chrysène, 1-méthyl-	100%	sédiment	o,p'-DDD	20%	sédiment
6-méthylchrysène	100%	sédiment	NP1EO	20%	Eau POCIS
dibenzo (a,l) pyrene	100%	sédiment	plomb triéthyl	20%	sédiment
decahydronaphtalène	100%	sédiment	bisphénol A	20%	sédiment
4-ter butylphénol	100%	sédiment	monophényl étain	20%	sédiment
diméthylbenz(a)anthracène	100%	sédiment	chlordécone	20%	sédiment
NP2EO	100%	sédiment	octylphénol technique	20%	sédiment
NP1EO	100%	sédiment	acide niflumique	20%	sédiment
NP2EO	85%	Eau POCIS	métolachlor	15%	Eau POCIS
dibutyl étain oxyde	80%	sédiment	di-n-butyl phthalate	15%	Eau SBSE
dibenzo(a,e)pyrène	80%	sédiment	bis Phénol A (BPA)	10%	Eau SBSE
BDE-209	60%	sédiment	butyl benzyl phthalate	10%	Eau SBSE
diphényl étain dihydride	60%	sédiment	3-5 di ter butylphénol	10%	Eau SBSE
dibenzothiophène	60%	sédiment	carbamazépine	5%	Eau POCIS
p,p' DDE 44'	60%	sédiment	métolachlor/s-métolachlor	5%	Eau SBSE
p,p' TDE	60%	sédiment	kétoprofène	5%	Eau POCIS
di isobtuyl phtalate	40%	Eau SBSE	chlordecone/Képone	5%	Eau SBSE

Dans les DOM, les 22 substances quantifiées aux plus hautes fréquences (> 50%, soit un site sur 2) sont mesurées dans les sédiments. Ce sont des congénères de la famille des HAP (13 substances), des alkylphénols (3 substances : nonylphénols mono et diéthoxylés et 4-ter butylphénol), des formes organiques de l'étain (2 substances), des produits de métabolisation de l'insecticide DDT (2 produits), du plomb diéthyle et du congénère 209 des PBDE.

Les concentrations les plus élevées : l'étude de la répartition des plus fortes concentrations entre la métropole et les DOM montre que les 5 concentrations (5 sur 19 molécules) les plus élevées mesurées dans l'eau et les 6 plus fortes (6 sur 47 molécules) concentrations mesurées dans les sédiments sont observées dans les DOM.

Le choix du compartiment à surveiller : les substances mesurées aux plus fortes fréquences sont mesurées dans les sédiments.

Le risque environnemental : la référence à la la PNEC indique le dépassement de la norme pour 4 pesticides dans l'eau brute et 11 substances diverses dans les sédiments.

Les usages/ les familles de composés : l'exploitation des données par usage ou nature des substances montre que les plastifiants et les pesticides sont majoritaires dans les eaux brutes, à la fois en métropole et dans les DOM alors que ce sont les HAP qui dominent dans les sédiments en métropole et dans les DOM.

ANNEXE 1 : Localisation des stations d'échantillonnage et nature des pressions
Métropole

	MASSE D'EAU	LIEU	COORDONNEES DECIMALES (WGS84)		Matrices	Pressions	
			Longitude	Latitude			
METROPOLE	BASSIN AP	FRAC01/ FRAC02	Point 1 SRN Dunkerque	2.3334994588	51.0686501641	SBSE	activites portuaire, industriels, urbaines
		FRAC03/ FRAC04	Point 1 SRN Boulogne	1.5486581799	50.7531320816	SBSE Sédiments	activites portuaire, agro-industriels, agricoles, urbaines
			Point 3 SRN Boulogne	1.4494895347	50.7481307969	SBSE	activites portuaire, agro-industriels, agricoles, urbaines
	BASSIN SN	FRHT03	Villerville	0.1236660472	49.4040781596	Sédiments	rejets urbains, agricoles, industriels, activités portuaires
		FRHC14	Ouireham 1 mille	-0.2428388157	49.3109047477	SBSE	rejets urbains, agricoles, activités portuaires
		FRHC03	Pointe Agon sud	-1.6070239316	48.9993805459	SBSE	
		FRHC10	Baie des Veys-centre extérieur	-1.11395	49.43056667	SBSE	rejets agricoles, conchyliculture
	BASSIN LB	FRGC05	Fresnaye coques	-2.29246803	48.63230448	POCIS - SBSE Sédiments	Point de référence Manche-Atlantique
			Pointe du Roselier	-2.714688	48.554026	POCIS - SBSE Sédiments	agriculture intensive + agglomération
		FRGT10	Le passage (a)	-4.3838927272	48.3963318846	POCIS - SBSE	activités portuaires
		FRGT28	Pointe de Chemoulin	-2.299646	47.23233	SBSE	rejets urbains, agricoles + industriels
		FRGT28	Paimboeuf	-2.028833	47.2947	SBSE	rejets urbains, agricoles + industriels
		FRGT31	Le Halguen	-2.492189	47.501564	POCIS - SBSE	
	BASSIN AG	FRFT01	Les Fontennes	-1.1111240789	45.9759963468	POCIS - SBSE	
		FRFT34	Lormont	-0.534649	44.878087	POCIS - SBSE	rejets urbains, industriels, activités portuaires
		FRFC06	Comprian	-1.099283	44.680217	SBSE	activités forestières, agricoles, touristique + rejets urbains
		FRFT07	Aval pont rose	-1.4832257791	43.4987530733	POCIS - SBSE Sédiments	rejets urbains, industriels, activités portuaires
	BASSIN RM&C	FRDT11	Thau 4	3.6638707281	43.4339714171	POCIS - SBSE	Lagune bassin versant urbanisé et agricole
		FREDT21	15C - Rhône	4.8655630493	43.318980679	POCIS - SBSE Sédiments	Bassin versant du Rhône
		FRDC04	16B-Ponteau	5.0068985188	43.3556494982	POCIS - SBSE	
FRDC 07f		21C - Sicié	5.8167533587	43.0541507389	POCIS - SBSE	Rejets urbains	
FREC02c		32C - Emb. Golu	9.5595053744	42.5435070248	POCIS - SBSE Sédiments	Bassin versant agricole et petite industrie Point de référence Méditerranée	

DOM

	MASSE D'EAU	LIEU	COORDONNEES DECIMALES (WGS84)		MATRICES	Pressions		
			Longitude	Latitude				
DOM	Guadeloupe	FRIC03	Petit cul de sac marin - sortie émissaire STEP de Jarry	-	61.5557634278817	16.2307141420237	SBSE + POCIS	STEP
		FRIC03	DDE04-port de commerce Pte à Pitre	-61.5487897113	-	16.235428523	SBSE + POCIS	diffuse + chantier nautique + port de commerce
		FRIC07A	Grand cul de sac marin sud - sortie estuaire Grande rivière à Goyaves	-	61.6041671695836	16.2952776101388	SBSE + POCIS	diffuses urbaines + agricoles + industrielle
		FRIC07A	Rivière salée - sous décharge de la Gabarre	-	61.5466666666667	16.2597223898612	SBSE + POCIS Sédiments	Décharge
	Martinique	FRJT003	Cohé du lamentin	-61.0277847309	-	14.599641088	SBSE + POCIS Sédiments	urbain et agricole (banane et canne)
		FRJT002	Sortie port de plaisance du marin	-	60.8682055924361	14.4667612150473	SBSE + POCIS	plaisance
		FRJC001	Pointe du bout	-61.0511177382	-	14.5681418296	SBSE + POCIS	urbaine
		FRJC014	Fond de baie du Galion	-	60.9407724803862	14.7227750955542	SBSE + POCIS	urbain et agricole (banane et canne à sucre)
	Guyane	FRKT001	Maroni-Mana	-	54.0127469322068	5.54514484007242	SBSE	Agriculture, eaux usées, orpillage (Hg), dragage, fleuve frontalier Surinam
		FRKT005	Cayenne 2	-52.36528611	-	4.904075	SBSE + POCIS Sédiments	Eaux usées, industries, dragage
		FRKT008	Oyapock	-	51.7494447797224	4.00082780124724	SBSE	Eaux usées, orpillage (Hg), fleuve frontalier Brésil
		/	Passoura (Centre spatial guyanais)	-	52.6999969824985	5.15055019110842	SBSE + POCIS	Centre spatial guyanais (lanceur Ariane)
	Mayotte	/	Gouloué	45.2180999798833	-12.8046298531483	-	SBSE + POCIS Sédiments	Urbaine
		FRMC08	Mamoudzou (Décharge Hamaha)	45.2457996378998	-12.7515298732649	-	SBSE + POCIS	Décharge
		FRMC12	Mamoudzou (STEP Baobab)	45.2285204184269	-12.7918799034399	-	SBSE + POCIS	STEP
		FRMC04	Exutoire de la rivière Ourouvéni	45.1008197545765	-12.7961496680748	-	SBSE + POCIS	Agricole, Urbaine
La Réunion	FRLC05	Saint Gilles - Port	55.22561667	-21.05413333	-	SBSE + POCIS Sédiments	forte pression urbaine domestique + pesticides	
	FRLC01	Rivière Sainte Suzanne (embouchure)	55.61178333	-20.9015	-	SBSE + POCIS	culture de la canne à sucre	
	FRLC09	Etang du Gol	55.37126667	-21.29318333	-	SBSE + POCIS		
	FRLC06	La Saline- Trou d'Eau	55.23688333	-21.09775	-	SBSE + POCIS	Domestique et touristique	

ANNEXE 2 : Substances recherchées

Support	Substances	Code CAS
SBSE	Benzo(g,h,i)fluoranthène	203-12-3
SBSE	Benzo(j)fluoranthène	205-82-3
SBSE	Butyl benzyl phtalate	85-68-7
SBSE	Carbofuran	1563-66-2
SBSE	Chlordane alpha	5103-74-2
SBSE	Chlordane gamma	5566-34-7
SBSE	Chlordécone	143-50-0
SBSE	Clotrimazole	23593-75-1
SBSE	Coronene	191-07-1
SBSE	Alpha-cyperméthrine	67375-30-8
SBSE	Dibenzo(a,c)anthracene	215-58-7
SBSE	Dibenzo[a,e]pyrène	192-65-4
SBSE	1-Methylchrysene	3351-28-8
SBSE	1-Methylpyrene	2381-21-7
SBSE	1-Nitropyrene	5522-43-0
SBSE	2,2',6,6'-Tetrachlorobisphenol A	79-95-8
SBSE	2,6-Di-tert-butylphenol	128-39-2
SBSE	3,5-Di-tert-butylphenol	1138-52-9
SBSE	3-Methylcholanthrene	56-49-5
SBSE	Triphenylene	217-59-4
SBSE	4-Octylphenol polyethoxylate	26636-32-8
SBSE	6-Methylchrysene	1705-85-7
SBSE	7,12-Dimethylbenzo(a)anthracene	57-97-6
SBSE	Anthanthrene	191-26-4
SBSE	Acetochlore	34256-82-1
SBSE	Benfluraline	1861-40-1
SBSE	Bisphenol A	80-05-7
SBSE	Benzo(c)phenanthrene	195-19-7
SBSE	Benzo(e)pyrène	192-97-2
SBSE	Fluvalinate	69409-94-5
SBSE	Fosthiazate	98886-44-3
SBSE	Iprodione	36734-19-7
SBSE	Leptophos	21609-90-5
SBSE	Malathion	121-75-5
SBSE	Mestranol	72-33-3
SBSE	Méthoxychlore	72-43-5
SBSE	mirex	2385-85-5
SBSE	Methoprene	40596-69-8
SBSE	Metolachlore	51218-45-2
SBSE	Monolinuron	1746-81-2
SBSE	Norflurazone	27314-13-2

SBSE	Parathion éthyl	56-38-2
SBSE	Parathion méthyl	298-00-0
SBSE	Polybromodiphényléther congénère 49	243982-82-3
SBSE	Tétrabromodiphényl éther (congénère 66)	189084-61-5
SBSE	pentabromodiphényl éther (congénère 85)	182346-21-0
SBSE	Pendiméthaline	40487-42-1
SBSE	Dibenzo[a,h]pyrène	189-64-0
SBSE	Dibenzo[a,i]pyrène	189-55-9
SBSE	Dibenzo(aj)anthracene	224-41-9
SBSE	Dibenzo[a,l]pyrène	191-30-0
SBSE	Dibenzothiophène	132-65-0
SBSE	Dichlorodiphényl dichloréthane op'	53-19-0
SBSE	Dichlorodiphényl dichloréthane pp'	72-54-8
SBSE	Dichlorodiphényl dichloroéthylène op'	3424-82-6
SBSE	Dichlorodiphényl dichloroéthylène pp'	72-55-9
SBSE	Diazépam	439-14-5
SBSE	Dicofol	115-32-2
SBSE	Decahydronaphtalene	91-17-8
SBSE	Deltaméthrine	52918-63-5
SBSE	dimoxystrobine	149961-52-4
SBSE	Dipentyl phtalate	131-18-0
SBSE	Diisobutyl phtalate	84-69-5
SBSE	n-Butyl Phtalate	84-74-2
SBSE	Econazole	27220-47-9
SBSE	Alpha endosulfan	959-98-8
SBSE	Beta endosulfan	33213-65-9
SBSE	Fénarimol	60168-88-9
SBSE	Fénazaquin	120928-09-8
SBSE	Fenchlorphos	299-84-3
SBSE	Fenpropathrine	39515-41-8
SBSE	Fenthion	55-38-9
SBSE	Fluazifop-P-butyl	79241-46-6
SBSE	Flusilazole	85509-19-9
SBSE	Triclosan	3380-34-5
SBSE	Trifloxystrobine	141517-21-7
SBSE	Terbutryne	886-50-0
SBSE	Hexabromodiphényl éther	36483-60-0
SBSE	Para-octylphénol linéaire	1806-26-4
SBSE	Penfluridol	26864-56-2
SBSE	Perméthrine cis	61949-76-6
SBSE	Perméthrine trans	61949-77-7
SBSE	Phosphamidon	13171-21-6
SBSE	Phoxime	14816-18-3
SBSE	Prochloraz	67747-09-5

SBSE	Procymidone	32809-16-8
SBSE	Profluralin	26399-36-0
SBSE	Prométryne	7287-19-6
SBSE	Pymétrozine	123312-89-0
SBSE	Pyriproxifène	95737-68-1
SBSE	Propachlore	1918-16-7
SBSE	Propazine	139-40-2
SBSE	Quizalofop ethyl P	100646-51-3
SBSE	Tamoxifen	10540-29-1
SBSE	Fluvalinate-tau	102851-06-9
SBSE	Tetrabromobisphenol A	79-94-7
SBSE	Chlorthal-diméthyl	1861-32-1
SBSE	Télodrine	297-78-9
SBSE	Tetramethrin	7696-12-0
SBSE	trans-Nonachlor	39765-80-5
SBSE	Triadiménol	55219-65-3

POCIS	Diméthoate	60-51-5
POCIS	Estrone	53-16-7
POCIS	Fénarimol	60168-88-9
POCIS	Fluazifop-P-butyl	79241-46-6
POCIS	Flusilazole	85509-19-9
POCIS	Foramsulfuron	173159-57-4
POCIS	Fosthiazate	98886-44-3
POCIS	Imidaclopride	138261-41-3
POCIS	Iprodione	36734-19-7
POCIS	Kétoprofène	22071-15-4
POCIS	Malathion	121-75-5
POCIS	Midazolam	59467-70-8
POCIS	Metolachlore	51218-45-2
POCIS	Monolinuron	1746-81-2
POCIS	Norflurazone	27314-13-2
POCIS	Phosphamidon	13171-21-6
POCIS	Prochloraz	67747-09-5
POCIS	Pymétrozine	123312-89-0
POCIS	Propachlore	1918-16-7
POCIS	Propazine	139-40-2
POCIS	Quizalofop ethyl P	100646-51-3
POCIS	Timiperone	57648-21-2
POCIS	Terbutryne	886-50-0
POCIS	p-Nonylphénol diéthoxylate	20427-84-3
POCIS	p-Nonylphénol monoéthoxylate	104-35-8
POCIS	17 beta-Estradiol	50-28-2

POCIS	4-Octylphenol polyethoxylate	26636-32-8
POCIS	Acetochlore	34256-82-1
POCIS	Bisphenol A	80-05-7
POCIS	Carbamazépine	298-46-4
POCIS	Carbofuran	1563-66-2
POCIS	Cyromazine	66215-27-8
POCIS	Diazépam	439-14-5
POCIS	Drospirenone	67392-87-4

Support	Substances	Code CAS
Sédiment	Dibenzo[a,i]pyrène	189-55-9
Sédiment	Dibenzo[a,l]pyrène	191-30-0
Sédiment	Dibenzothiophène	132-65-0
Sédiment	Dichlorodiphényl dichloréthane op'	53-19-0
Sédiment	Dichlorodiphényl dichloréthane pp'	72-54-8
Sédiment	Dichlorodiphényl dichloroéthylène op'	3424-82-6
Sédiment	Dichlorodiphényl dichloroéthylène pp'	72-55-9
Sédiment	Dextropropoxyphene	469-62-5
Sédiment	Diazépam	439-14-5
Sédiment	Dibutyletain cation	14488-53-0
Sédiment	Diethylstilbestrol	56-53-1
Sédiment	Difethialone	104653-34-1
Sédiment	Diosgenin	512-04-9
Sédiment	Diphenyltin	1011-95-6
Sédiment	Drospirenone	67392-87-4
Sédiment	Decahydronaphtalene	91-17-8
Sédiment	Plomb diethyl	24952-65-6
Sédiment	dimoxystrobine	149961-52-4
Sédiment	Dipentyl phtalate	131-18-0
Sédiment	Diisobutyl phtalate	84-69-5
Sédiment	n-Butyl Phtalate	84-74-2
Sédiment	Econazole	27220-47-9
Sédiment	Estrone	53-16-7
Sédiment	Fénarimol	60168-88-9
Sédiment	Fénazaquin	120928-09-8
Sédiment	Fenclorphos	299-84-3
Sédiment	Fenproprathrine	39515-41-8
Sédiment	Fenthion	55-38-9
Sédiment	Flubenzimine	37893-02-0
Sédiment	Flunarizine	52468-60-7
Sédiment	Fluphenazine	69-23-8
Sédiment	Flusilazole	85509-19-9
Sédiment	Fluvalinate	69409-94-5

Sédiment	Somme de 3 Hexabromocyclododecanes (HBCDDs)	25637-99-4
Sédiment	Hexabromobiphenyl technique	36355-01-8
Sédiment	Hexachlorophene	70-30-4
Sédiment	Hydroxyprogesterone caproate	630-56-8
Sédiment	Iprodione	36734-19-7
Sédiment	Kétoprofène	22071-15-4
Sédiment	Leptophos	21609-90-5
Sédiment	Mestranol	72-33-3
Sédiment	Méthoxychlore	72-43-5
Sédiment	Miconazole	22916-47-8
Sédiment	Midazolam	59467-70-8
Sédiment	mirex	2385-85-5
Sédiment	N-méthylperfluorooctanesulfonamide	31506-32-8
Sédiment	Methoprene	40596-69-8
Sédiment	Metolachlore	51218-45-2
Sédiment	Norethindrone	68-22-4
Sédiment	Norflurazone	27314-13-2
Sédiment	Oxyclozanide	2277-92-1
Sédiment	1,2,3,4,6,7-Hexachloronaphthalene	103426-96-6
Sédiment	1-Methylpyrene	2381-21-7
Sédiment	1-Nitropyrene	5522-43-0
Sédiment	2,2',6,6'-Tetrachlorobisphenol A	79-95-8
Sédiment	2-(3-trifluorométhylphénoxy)nicotinamide	4394-00-7
Sédiment	2,6-Di-tert-butylphénol	128-39-2
Sédiment	Dichloroaniline-3,4	95-76-1
Sédiment	3,5-Di-tert-butylphénol	1138-52-9
Sédiment	3-Méthylcholanthrene	56-49-5
Sédiment	Triphenylene	217-59-4
Sédiment	4-Méthylbenzylidène camphor	36861-47-9
Sédiment	4-tert-butylphénol	98-54-4
Sédiment	6-Méthylchrysène	1705-85-7
Sédiment	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène	57-97-6
Sédiment	Amiodarone	1951-25-3
Sédiment	Anthanthrene	191-26-4
Sédiment	Astemizole	68844-77-9
Sédiment	Benfluraline	1861-40-1
Sédiment	Bisphénol A	80-05-7
Sédiment	Bithionol	97-18-7
Sédiment	Benzo(c)phénanthrène	195-19-7
Sédiment	Benzo(e)pyrène	192-97-2
Sédiment	Benzo(g,h,i)fluoranthène	203-12-3
Sédiment	Butyl benzyl phtalate	85-68-7
Sédiment	Monométhylchrysène	
Sédiment	Carbamazépine	298-46-4

Sédiment	Chlordécone	143-50-0
Sédiment	Chlorpromazine	50-53-3
Sédiment	Clotrimazole	23593-75-1
Sédiment	Coronene	191-07-1
Sédiment	Lambda cyhalothrine	91465-08-6
Sédiment	Alpha-cyperméthrine	67375-30-8
Sédiment	Dibenzo[a,e]pyrène	192-65-4
Sédiment	Dibenzo[a,h]pyrène	189-64-0
Sédiment	4-n-Octylphenol monoethoxylate	51437-89-9
Sédiment	4-n-Octylphenol diethoxylate	51437-90-2
Sédiment	3,4-Dibromodiphenyl ether	189084-59-1
Sédiment	Dibromodiphenyl ether (congénère 15)	2050-47-7
Sédiment	Polybromodiphényléther congénère 183	207122-16-5
Sédiment	Polybromodiphényléther congénère 209 pur	1163-19-5
Sédiment	Polybromodiphényléther congénère 49	243982-82-3
Sédiment	Tétrabromodiphényl éther (congénère 66)	189084-61-5
Sédiment	pentabromodiphényl éther (congénère 85)	182346-21-0
Sédiment	Pendiméthaline	40487-42-1
Sédiment	Penfluridol	26864-56-2
Sédiment	Perméthrine	52645-53-1
Sédiment	Perfluorodécanoate	335-76-2
Sédiment	Perfluorododécanoate	307-55-1
Sédiment	Perfluorooctane sulfonamide	754-91-6
Sédiment	Perfluoroundécanoate	2058-94-8
Sédiment	Phenyltin	2406-68-0
Sédiment	Pimozide	2062-78-4
Sédiment	Piperonyl butoxyde	51-03-6
Sédiment	Prochloraz	67747-09-5
Sédiment	Prochlorperazine	58-38-8
Sédiment	Profluralin	26399-36-0
Sédiment	Prométryne	7287-19-6
Sédiment	Pyriproxifène	95737-68-1
Sédiment	Propazine	139-40-2
Sédiment	Spinosad	168316-95-8
Sédiment	Sulfluramid	4151-50-2
Sédiment	Tamoxifen	10540-29-1
Sédiment	Tétrabromobisphénol A	79-94-7
Sédiment	Tébufénozide	112410-23-8
Sédiment	Plomb tetraethyl	78-00-2
Sédiment	Timiperone	57648-21-2
Sédiment	Triphénylétain cation	668-34-8
Sédiment	trans-Nonachlor	39765-80-5
Sédiment	Triclosan	3380-34-5
Sédiment	Terbutryne	886-50-0

Sédiment	Para-tert-octylphénol ramifiés	140-66-9
Sédiment	p-Nonylphénol diéthoxylate	20427-84-3
Sédiment	p-Nonylphénol monoéthoxylate	104-35-8
Sédiment	Triclocarban	101-20-2
Sédiment	Plomb triethyl	78-00-2
Sédiment	4-sec-Butyl-2,6-di-tert-butylphenol	17540-75-9

NB. Toutes les informations des annexes 3, 4 et 5 sont à replacer dans le contexte de cette étude en tenant compte des limites analytiques précisées par les laboratoires.

ANNEXE 3 : Substances non détectées dans les eaux littorales

Substances non détectées dans les Eaux Littorales	Code CAS	Substances non détectées dans les Eaux Littorales	Code CAS
Benzo(g,h,i)fluoranthène	203-12-3	Fénazaquin	120928-09-8
Chlordane alpha	5103-74-2	Fenchlorphos	299-84-3
Chlordane gamma	5566-34-7	Fenpropathrine	39515-41-8
Clotrimazole	23593-75-1	Fenthion	55-38-9
Alpha-cyperméthrine	67375-30-8	Fluazifop-P-butyl	79241-46-6
Dibenzo(a,c)anthracene	215-58-7	Flusilazole	85509-19-9
Dibenzo[a,e]pyrène	192-65-4	Trifloxystrobine	141517-21-7
1-Methylchrysene	3351-28-8	Hexabromodiphényl éther	36483-60-0
1-Methylpyrene	2381-21-7	Para-octylphénol linéaire	1806-26-4
1-Nitropyrene	5522-43-0	Perméthrine cis	61949-76-6
2,2',6,6'-Tetrachlorobisphenol A	79-95-8	Perméthrine trans	61949-77-7
2,6-Di-tert-butylphénol	128-39-2	Phoxime	14816-18-3
3-Methylcholanthrene	56-49-5	Prochloraz	67747-09-5
6-Methylchrysene	1705-85-7	Procymidone	32809-16-8
7,12-Dimethylbenzo(a)anthracene	57-97-6	Profluralin	26399-36-0
Anthanthrene	191-26-4	Prométryne	7287-19-6
Benfluraline	1861-40-1	Pymétrozine	123312-89-0
Benzo(c)phenanthrene	195-19-7	Pyriproxyfène	95737-68-1
Fluvalinate	69409-94-5	Propachlore	1918-16-7
Leptophos	21609-90-5	Propazine	139-40-2
Mestranol	72-33-3	Quizalofop ethyl P	100646-51-3
Méthoxychlore	72-43-5	Fluvalinate-tau	102851-06-9
mirex	2385-85-5	Tetrabromobisphenol A	79-94-7
Monolinuron	1746-81-2	Chlorthal-diméthyl	1861-32-1
Norflurazone	27314-13-2	Tetramethrin	7696-12-0
Parathion éthyl	56-38-2	trans-Nonachlor	39765-80-5
Parathion méthyl	298-00-0	Triadiménol	55219-65-3
Polybromodiphényléther congénère 49	243982-82-3	Diméthoate	60-51-5
Tétrabromodiphényl éther (congénère 66)	189084-61-5	Estrone	53-16-7
pentabromodiphényl éther (congénère 85)	182346-21-0	Fénarimol	60168-88-9
Pendiméthaline	40487-42-1	Fluazifop-P-butyl	79241-46-6
Dibenzo[a,h]pyrène	189-64-0	Flusilazole	85509-19-9
Dibenzo[a,i]pyrène	189-55-9	Midazolam	59467-70-8
Dibenzo(aj)anthracene	224-41-9	Monolinuron	1746-81-2

Dibenzo[a,l]pyrène	191-30-0	Norflurazone	27314-13-2
Dichlorodiphényl dichloréthane op'	53-19-0	Prochloraz	67747-09-5
Dichlorodiphényl dichloréthane pp'	72-54-8	Pymétrozine	123312-89-0
Dichlorodiphényl dichloroéthylène op'	3424-82-6	Propachlore	1918-16-7
Dichlorodiphényl dichloroéthylène pp'	72-55-9	Propazine	139-40-2
Diazépam	439-14-5	Quizalofop ethyl P	100646-51-3
Dicofol	115-32-2	Timiperone	57648-21-2
Decahydronaphtalene	91-17-8	17 beta-Estradiol	50-28-2
Deltaméthrine	52918-63-5	Cyromazine	66215-27-8
dimoxystrobine	149961-52-4	Diazépam	439-14-5
Econazole	27220-47-9	Drospirenone	67392-87-4
Alpha endosulfan	959-98-8	Fénarimol	60168-88-9
Beta endosulfan	33213-65-9		

ANNEXE 4 : Substances dont la présence dans le milieu n'est pas suffisamment établie et qui nécessitent des attentions analytiques.

SUBSTANCES A INFIRMER ou CONFIRMER DANS LES EAUX LITTORALES	Code CAS	SUBSTANCES A INFIRMER ou CONFIRMER DANS LES EAUX LITTORALES	Code CAS
1-Methylpyrene	2381-21-7	Dipentyl phtalate	131-18-0
1-Nitropyrene	5522-43-0	Econazole	27220-47-9
2,3',4,4'-Tetrabromdiphenylether (BDE-66)	84303-45-7	Endosulfan	959-98-8
2,6-di-tert-butyl-4-phenylphenol	2668-47-5	Fenarimol	60168-88-9
3-Methylcholanthrene	56-49-5	Fenazaquin	120928-09-8
4-Octylphenol polyethoxylate (OPE2O)	26636-32-8	Fenpropatrin	39515-41-8
6-Methylchrysene	1705-85-7	Fenthion	55-38-9
Acetochlor	34256-82-1	Flusilazole	51-03-6
Anthanthrene	191-26-4	Fluvalinate	69409-94-5
Benzo(g,h,i)fluoranthene	203-12-3	Mestranol	72-33-3
Benzo(j)fluoranthene	205-82-3	Mirex	2385-85-5
benzo[c]phenanthrene	195-19-7	Norflurazon	27314-13-2
Chlordane gamma	5566-34-7	Permethrin	52645-53-1
Chlorthal-dimethyl	1861-32-1	phoxime	14816-18-3
Clotrimazole	23593-75-1	Procymidon	32809-16-8
Deltamethrin	52918-63-5	Prometryn	7287-19-6
Diazepam	439-14-5	Propachlore	1918-16-7
Dibenzo (a,l) pyrene	189-55-9	Propazine	139-40-2
Dibenzo(a,c)anthracene	215-58-7	Pymétrozine	123312-89-0
Dibenzo(a,e)pyrene	192-65-4	Pyriproxyfen	95737-68-1
Dibenzo(a,h)pyrene	189-64-0	Quizalofop ethyl P	100646-51-3
dibenzo(a,j)anthracene	224-41-9	Tau-fluvalinate	102851-06-9
Dibenzo(a,l)pyrene	191-30-0	Tétrabromo bisphenol A (TBBPA)	79-94-7
Dicofol	115-32-2	Tétrachloro bisphénol A	
dimoxystrobine	149961-52-4	Triadimenol	55219-65-3
Di-n-butylphthalate (DBP)	84-74-2	Trifloxystrobin	141517-21-7

ANNEXE 5 : Substances non détectées dans les sédiments marins

Substances non détectées dans les sédiments	Code CAS
Dextropropoxyphene	469-62-5
Diazépam	439-14-5
Diethylstilbestrol	56-53-1
Difethialone	104653-34-1
Drospirenone	67392-87-4
dimoxystrobine	149961-52-4
Dipentyl phtalate	131-18-0
Diisobutyl phtalate	84-69-5
n-Butyl Phtalate	84-74-2
Econazole	27220-47-9
Estrone	53-16-7
Fénarimol	60168-88-9
Fénazaquin	120928-09-8
Fenchlorphos	299-84-3
Fenpropathrine	39515-41-8
Fenthion	55-38-9
Flubenzimine	37893-02-0
Flunarizine	52468-60-7
Fluphenazine	69-23-8
Flusilazole	85509-19-9
Fluvalinate	69409-94-5
Hexabromobiphenyl technique	36355-01-8
Hexachlorophene	70-30-4
Hydroxyprogesterone caproate	630-56-8
Iprodione	36734-19-7
Kétoprofène	22071-15-4
Leptophos	21609-90-5
Mestranol	72-33-3
Méthoxychlore	72-43-5
Midazolam	59467-70-8
mirex	2385-85-5
N-methylperfluorooctanesulfonamide	31506-32-8
Methoprene	40596-69-8
Metolachlore	51218-45-2
Norethindrone	68-22-4
Norflurazone	27314-13-2
Oxyclozanide	2277-92-1
1,2,3,4,6,7-Hexachloronaphthalene	103426-96-6
1-Nitropyrene	5522-43-0
2,2',6,6'-Tetrachlorobisphenol A	79-95-8

Substances non détectées dans les sédiments	Code CAS
2,6-Di-tert-butylphenol	128-39-2
Dichloroaniline-3,4	95-76-1
3,5-Di-tert-butylphenol	1138-52-9
3-Methylcholanthrene	56-49-5
4-Methylbenzylidene camphor	36861-47-9
Astemizole	68844-77-9
Benfluraline	1861-40-1
Bithionol	97-18-7
Carbamazépine	298-46-4
Chlorpromazine	50-53-3
Clotrimazole	23593-75-1
Alpha-cyperméthrine	67375-30-8
4-n-Octylphenol monoethoxylate	51437-89-9
4-n-Octylphenol diethoxylate	51437-90-2
3,4-Dibromodiphenyl ether	189084-59-1
Dibromodiphenyl ether (congénère 15)	2050-47-7
Polybromodiphényléther congénère 183	207122-16-5
Polybromodiphényléther congénère 49	243982-82-3
Tétrabromodiphényl éther (congénère 66)	189084-61-5
pentabromodiphényl éther (congénère 85)	182346-21-0
Pendiméthaline	40487-42-1
Penfluridol	26864-56-2
Pimozide	2062-78-4
Piperonyl butoxyde	51-03-6
Prochloraz	67747-09-5
Prochlorperazine	58-38-8
Profluralin	26399-36-0
Prométryne	7287-19-6
Pyriproxyfène	95737-68-1
Propazine	139-40-2
Spinosad	168316-95-8
Sulfluramid	4151-50-2
Tamoxifen	10540-29-1
Tébufénozide	112410-23-8
Plomb tetraethyl	78-00-2
Timiperone	57648-21-2
Triphenyletain cation	668-34-8
trans-Nonachlor	39765-80-5
Triclosan	3380-34-5
4-sec-Butyl-2,6-di-tert-butylphenol	17540-75-9

ANNEXE 6 : Cartographie des lieux de l'étude

Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)

Inventaire des lieux

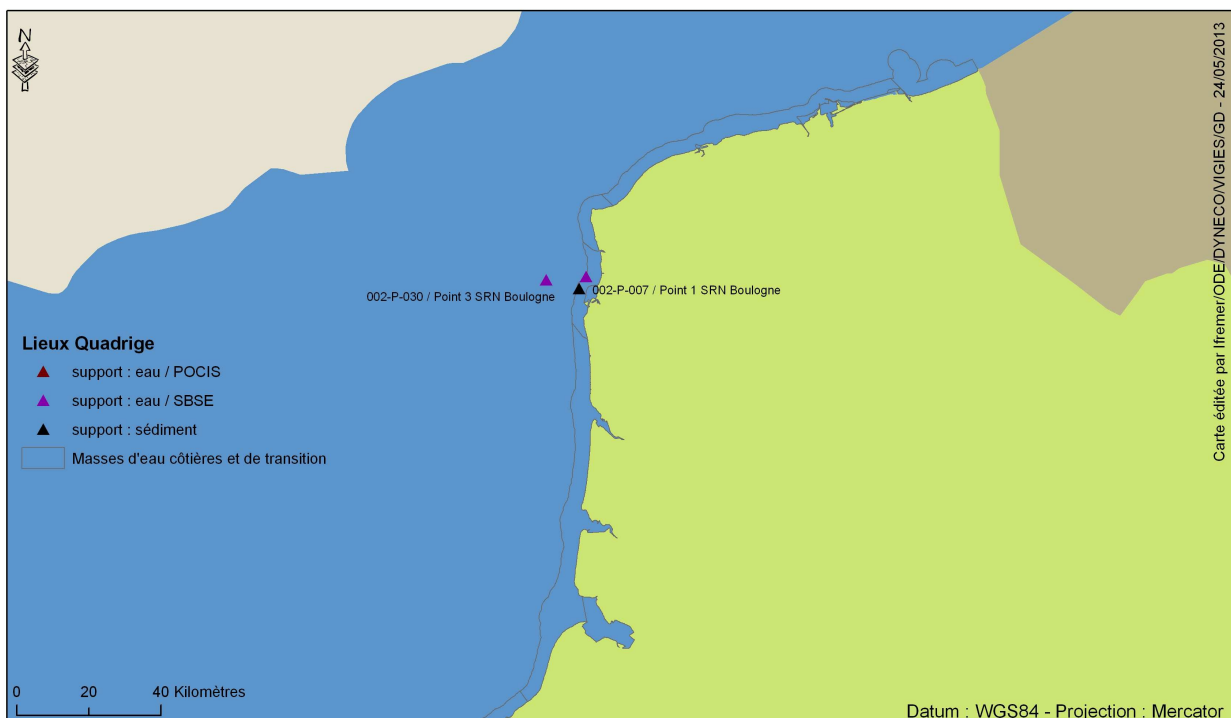
Bassin : Seine-Normandie



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)

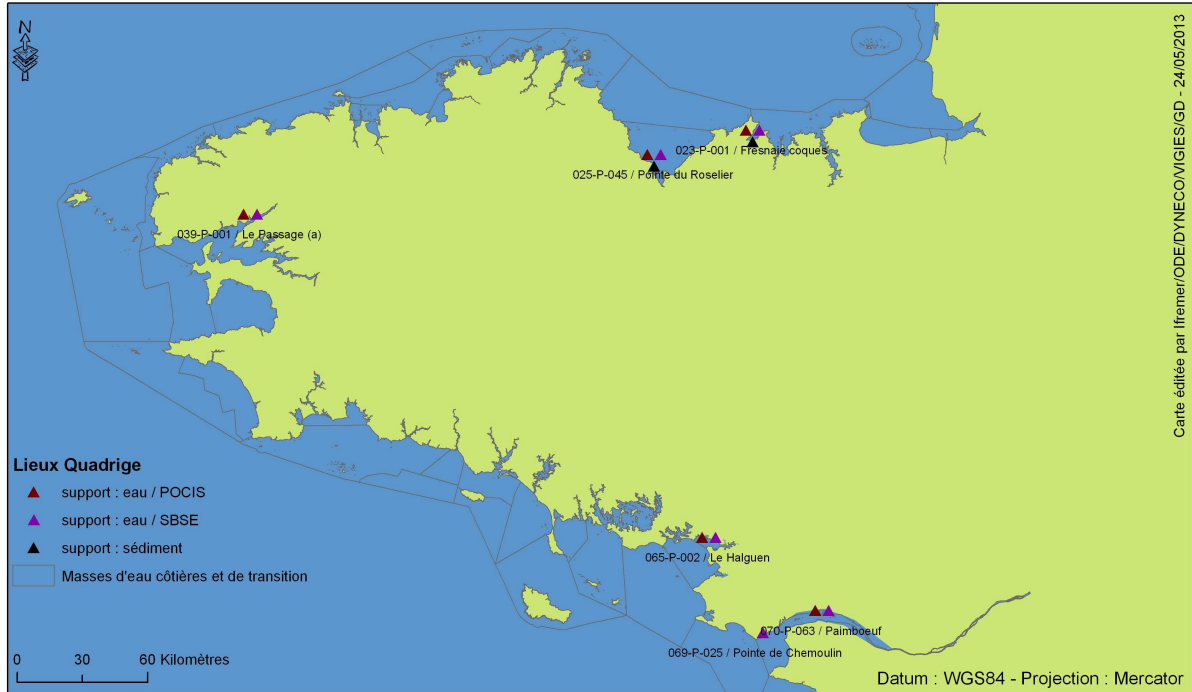
Inventaire des lieux

Bassin : Artois-Picardie



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)
Inventaire des lieux

Bassin : Loire-Bretagne



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Adour-Garonne



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)
Inventaire des lieux

Bassin : Méditerranée



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)
Inventaire des lieux

Bassin : Martinique



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)
Inventaire des lieux

Bassin : Guadeloupe



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)
Inventaire des lieux

Bassin : Guyane française



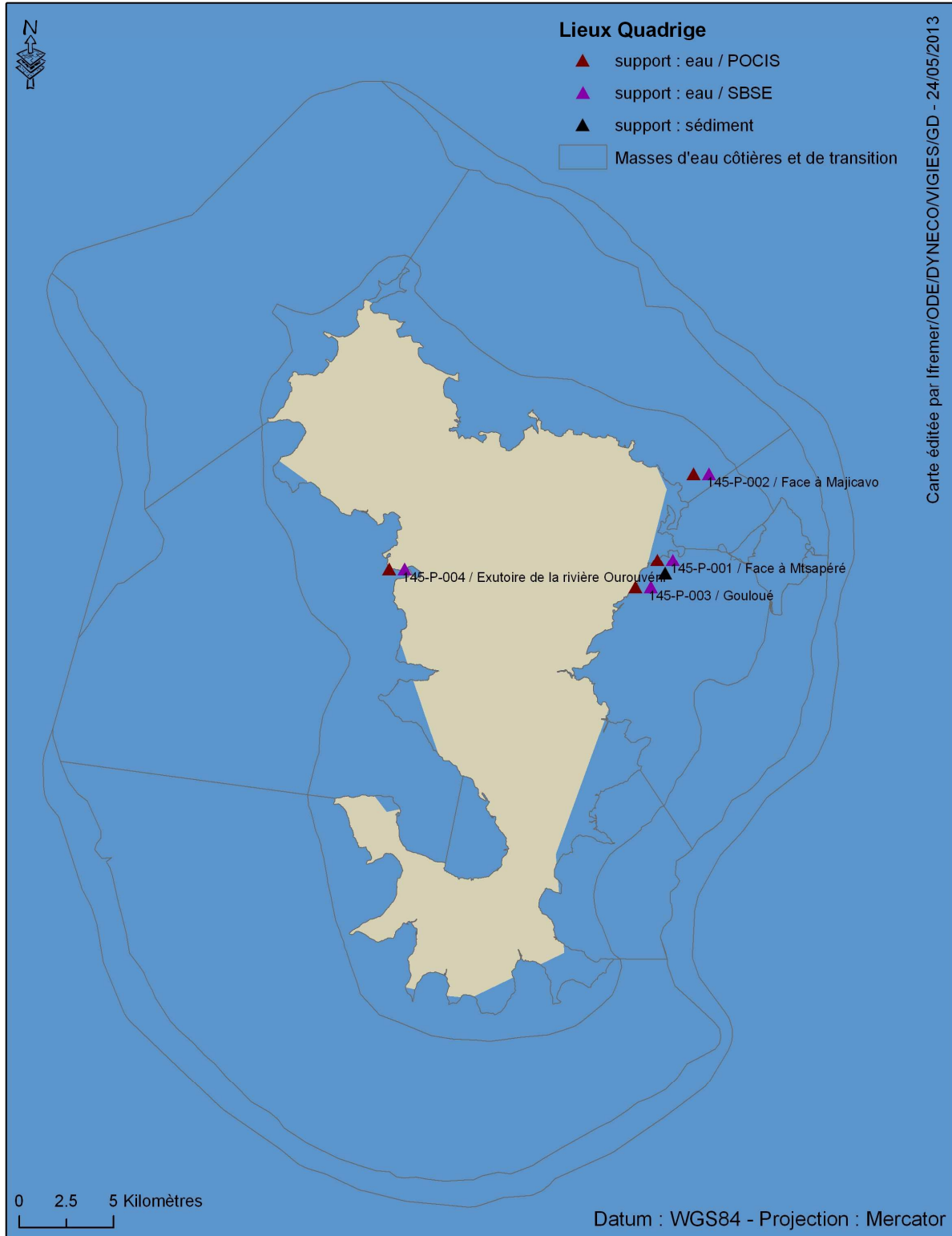
Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle)
Inventaire des lieux

Bassin : La Réunion



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Mayotte



Partenaire : Onema

Adresse :

Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00

Numéro de téléphone

www.onema.fr

Site web

Rapport de l'étude prospective sur les contaminants émergents dans les eaux littorales de la métropole et des DOM

Alain Abarnou, Gilles Bocquené, Maryline Champin, Gaétane Durand, Jean-Louis Gonzalez, Morgan Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier.