

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, Morgane Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier.**

Décembre 2013

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 pour sa part porté 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, Morgane 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 :	<i>accès libre</i>
Couverture géographique :	France métropolitaine et DOM.
Niveau géographique	National : métropolitain + 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, Morgane Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier

RESUME 5

MOTS CLES : EAUX LITTORALES, EAUX COTIERES, SEDIMENT, METROPOLE, DOM, POLLUTION, SUBSTANCES CHIMIQUES, POCIS, SBSE. 5

ABSTRACT 6

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE 7

1 OBJECTIFS 10

2 METHODES 11

2.1 ECHANTILLONNAGE 11

2.2 ASPECTS ANALYTIQUES 12

2.2.1 ANALYSES SUR ECHANTILLONNEURS POCIS 13

2.2.2 ANALYSES PAR EXTRACTION SBSE 14

2.2.3 ANALYSES DANS LES SEDIMENTS 14

3 BILAN DES MESURES 14

3.1 MESURES DANS L'EAU 15

3.1.1 RESULTATS POCIS 15

3.1.2 RESULTATS SBSE 17

3.1.3 COMPARAISON AVEC LES SEUILS ENVIRONNEMENTAUX 20

3.1.4 COMPARAISON DES VALEURS MAXIMALES AVEC LES NORMES ENVIRONNEMENTALES 21

3.2 EXPLOITATION DES DONNEES DANS LES SEDIMENTS 23

3.2.1 RESULTATS DANS LES SEDIMENTS 23

3.2.2 COMPARAISON DES VALEURS MAXIMALES AVEC LES NORMES ENVIRONNEMENTALES 27

3.4 SUBSTANCES JAMAIS IDENTIFIEES ET SUBSTANCES A CONFIRMER OU INFIRMER DANS LES EAUX LITTORALES. 28

4. ORIGINE DES SUBSTANCES IDENTIFIEES ET RELATIONS AVEC LES USAGES. 29

4.1 DANS LES EAUX LITTORALES	29
4.2 DANS LES SEDIMENTS LITTORAUX	31
<u>5 PRINCIPAUX ACQUIS DE L'ETUDE PROSPECTIVE EN MILIEU LITTORAL : AVANTAGES ET LIMITES DES TECHNIQUES ANALYTIQUES, BILAN DES SUBSTANCES DETECTEES.</u>	<u>34</u>
5.1 LES TECHNIQUES ANALYTIQUES	34
5.2 BILAN DES SUBSTANCES IDENTIFIEES EN MILIEU MARIN, HIERARCHISATION DES SUBSTANCES ET CONCLUSIONS.	36
<u>ANNEXE 1 : LOCALISATION DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE ET NATURE DES PRESSIONS</u>	<u>40</u>
<u>ANNEXE 2 : SUBSTANCES NON DETECTEES DANS LES EAUX LITTORALES</u>	<u>42</u>
<u>ANNEXE 3 : SUBSTANCES DONT LA PRESENCE DANS LE MILIEU N'EST PAS SUFFISAMMENT ETABLIE ET QUI NECESSITENT DES ATTENTIONS ANALYTIQUES.</u>	<u>43</u>
<u>ANNEXE 4 : SUBSTANCES NON DETECTEES DANS LES SEDIMENTS MARINS</u>	<u>44</u>

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, Morgane 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 231 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 répliqués 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, Morgane 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, 231 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, Morgane 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 231 molécules recherchées ont pu être identifiées, 24 substances n'étant identifiée/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, Morgane 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 répliqués 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. 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

	EAU/POCIS			EAU/SBSE		SEDIMENTS	
Bassins Métropole/DOM	prévus	réalisés	recupérés	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%					

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.

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, 135 substances ont été recherchées sur l'eau, 34 sur les échantillonneurs POCIS et 101 sur les échantillonneurs SBSE et 128 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 ($\log K_{ow} > 3$) 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 contaminant 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 $K_{ow} > 3$) 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 $< 2 \text{ mm}$.

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.

8,0
0,1
0,1 La substance est considérée comme non détectée

8,0
8,0
8,0 La substance est détectée mais non quantifiée

8,0
18,7
15,3 La substance est détectée mais non quantifiable

18,7
19,2
13,7 La substance est détectée et quantifiée

3.1 Mesures dans l'eau

Interprétation des tableaux de données.

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.

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.

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 élevé 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 ± sd	DOM moyenne ± sd	METRO FD	METRO FQ	DOM FD	DOM FQ
bis Phénol A (BPA)	SBSE	373,7	DOM Guadeloupe	27,6 ± 1,2	206 ± 186	33%	5%	40%	10%
di isobutyl phthalate	SBSE	257,4	DOM Guyane	133 ± 59	89,4 ± 58,2	52%	33%	55%	40%
chlordecone/Képone	SBSE	190,0	DOM Guadeloupe	—	190 ± 48,6	0%	0%	5%	5%
di-n-butyl phthalate	SBSE	99,2	DOM Guyane	41 ± 17	52,8 ± 41,1	38%	14%	35%	15%
butyl benzyl phthalate	SBSE	63,7	DOM Guyane	17 ± 3	37,5 ± 31,5	90%	5%	50%	10%
phosphamidon	SBSE	26,2	METRO Rhône	26,2 ± 1,2	—	57%	5%	55%	0%
métolachlor/s-métolachlor	SBSE	21,5	METRO Adour	15,4 ± 7,9	21,5 ± 5	29%	10%	5%	5%
triclosan	SBSE	18,8	METRO Toulon	—	—	5%	0%	0%	0%
carbofuran	SBSE	17,8	METRO Thau	16,2 ± 3,6	—	24%	14%	5%	0%
4 octyl phénol éthoxylate	SBSE	15,9	METRO Toulon	15,9 ± 5,9	—	5%	5%	5%	0%
méthoprène	SBSE	14,3	METRO Toulon	—	—	5%	0%	5%	0%
dibenzothiophène	SBSE	8,2	METRO Loire	8,2 ± 2,5	—	5%	5%	0%	0%
3-5 di ter butylphénol	SBSE	3,4	DOM Guyane	—	3,4 ± 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
	triphénylène/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 maximales 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.

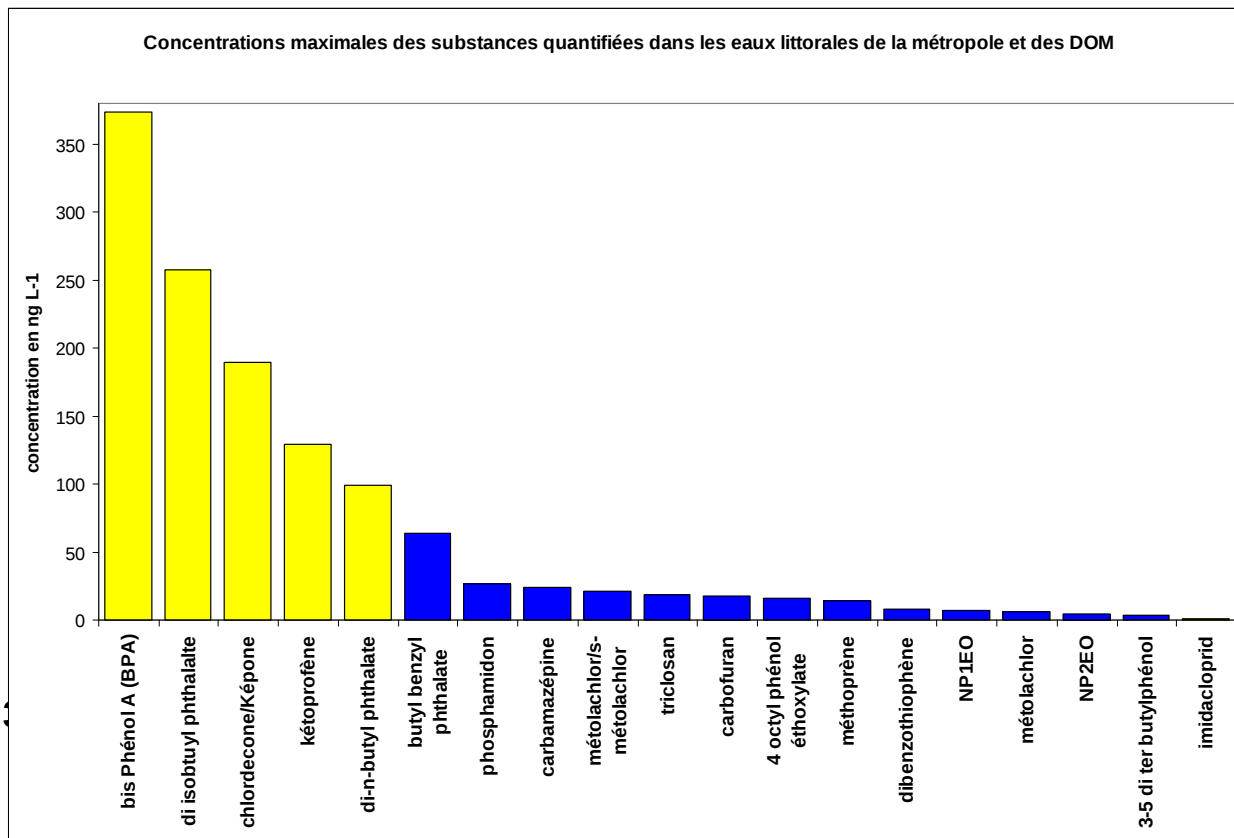
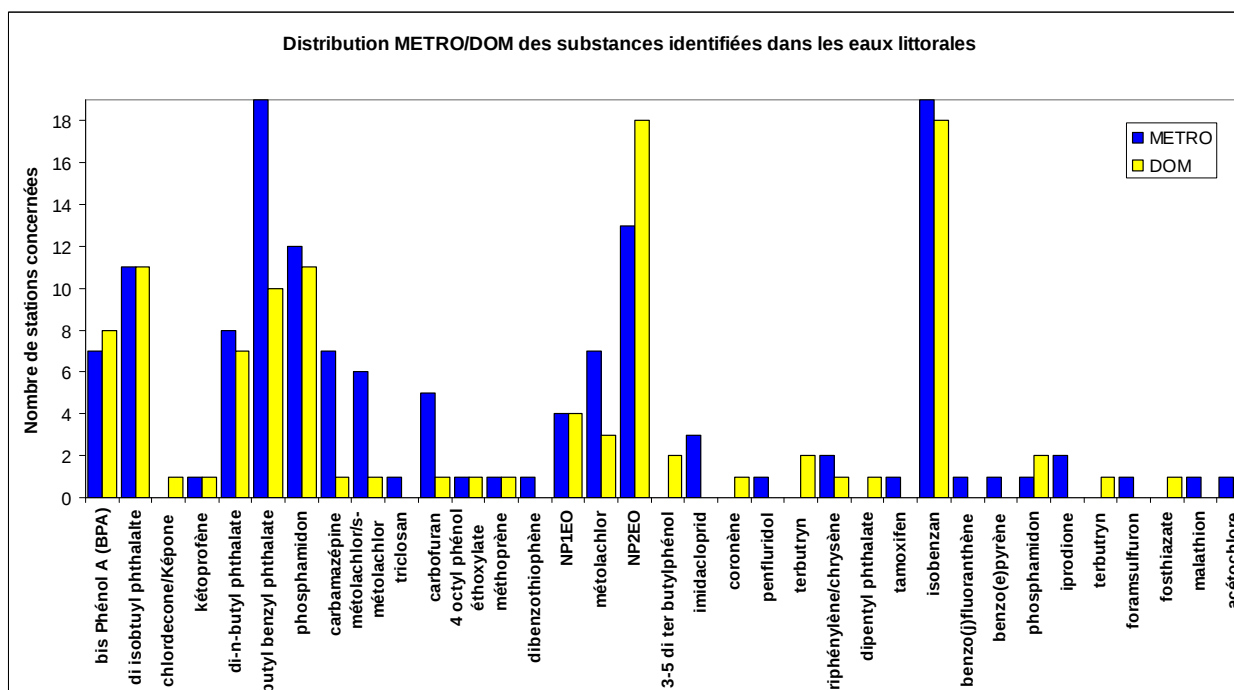


Figure 2 : Distribution par nombre de stations concernées des substances identifiées dans les eaux littorales de la métropole et des DOM



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
chlordecone/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 **benzylbutylphthalate** 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

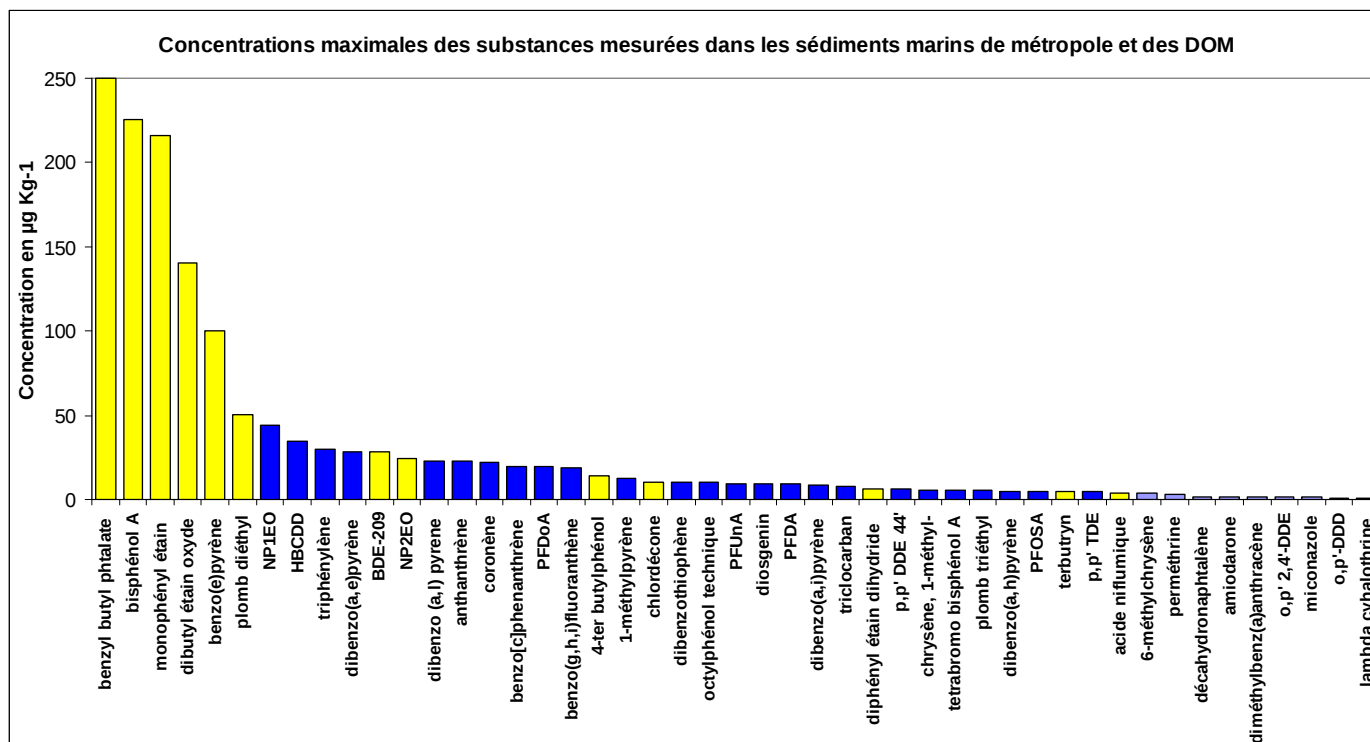
Pour ce qui concerne les pesticides, 4 produits de dégradation du **DDT** sont retrouvés sur plusieurs stations à la fois en métropole et dans les DOM mais les plus fortes concentrations se situent dans le delta du Rhône.

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.

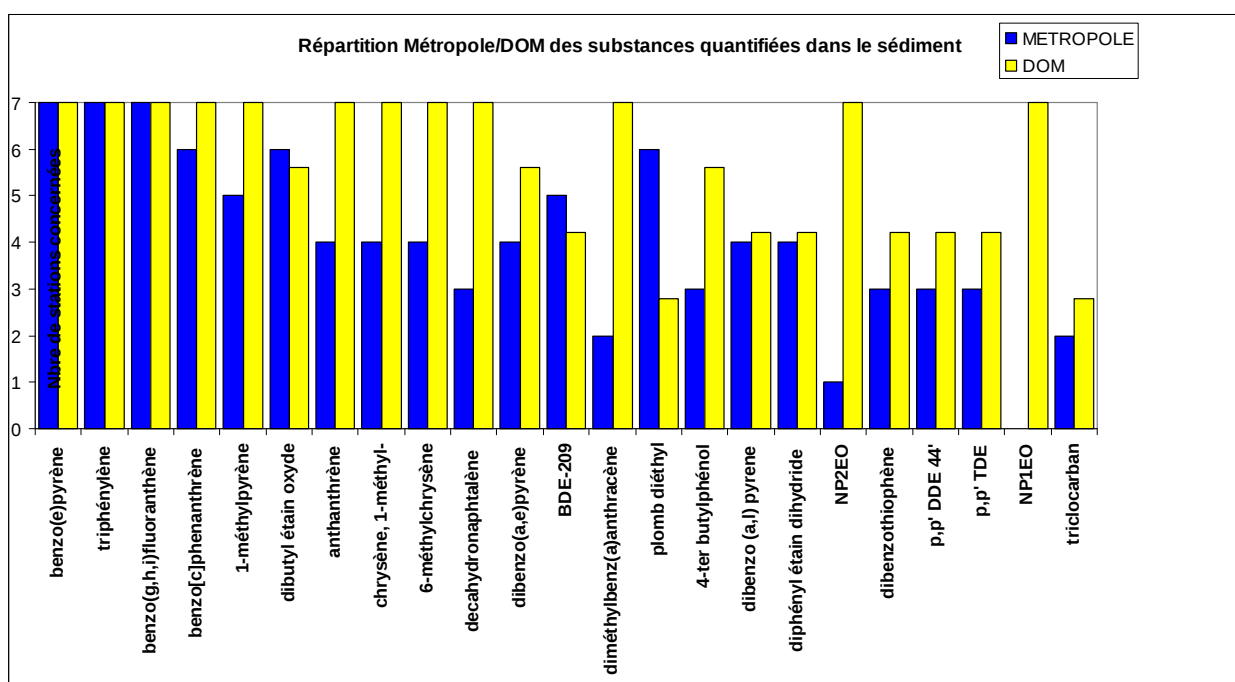
Tableau 6 : Liste des 47 substances quantifiées dans les sédiments de métropole et des DOM en $\mu\text{g kg}^{-1}$.

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



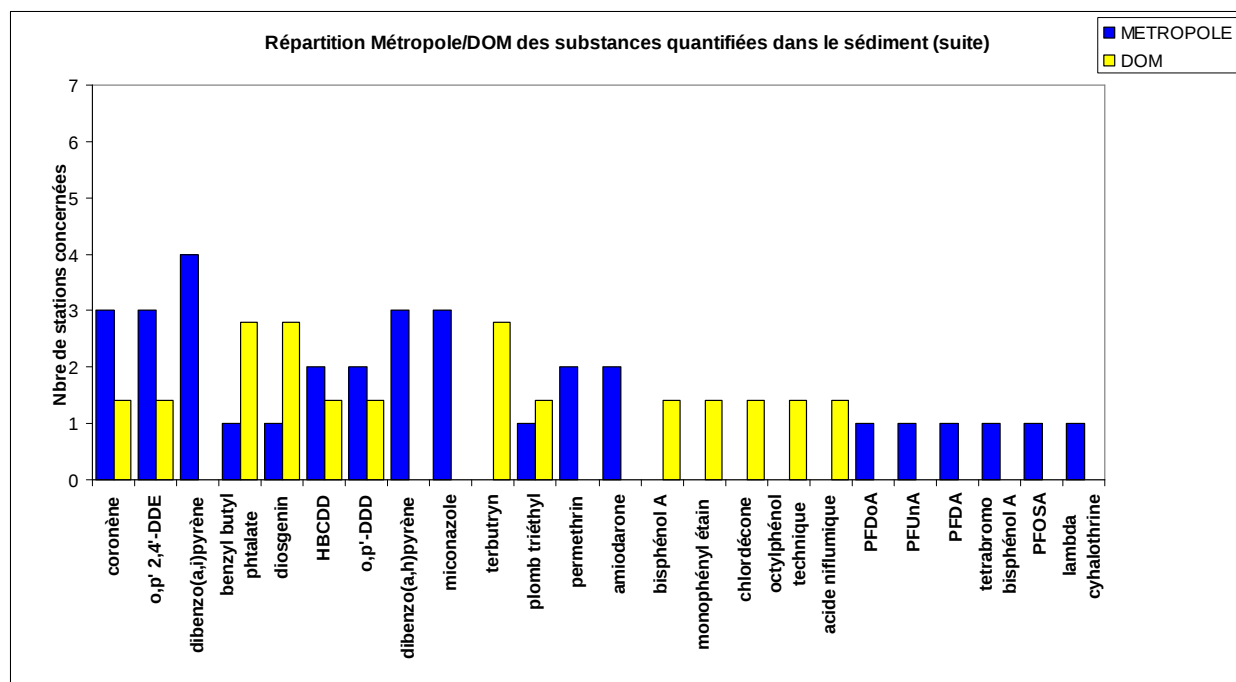


Tableau 7 : substances identifiées spécifiquement dans les sédiments marins de la métropole et des DOM

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

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 PNECsédiment 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	amiodarone	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
permethrin	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 mesuré dans un seul sédiment en Martinique sur « cohé du Lamentin » mais avec un risque environnemental élevé (65 fois la PNEC sédiment).

Le **benzylbutylphthalate** 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 PUnA 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 n'est quantifié qu'une fois à une valeur supérieure à sa PNEC, au port St Gilles sur l'île de la Réunion.

3.4 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 répliquats affichaient une valeur > LQ mais que l'une ou l'autre valeur était < LQ.

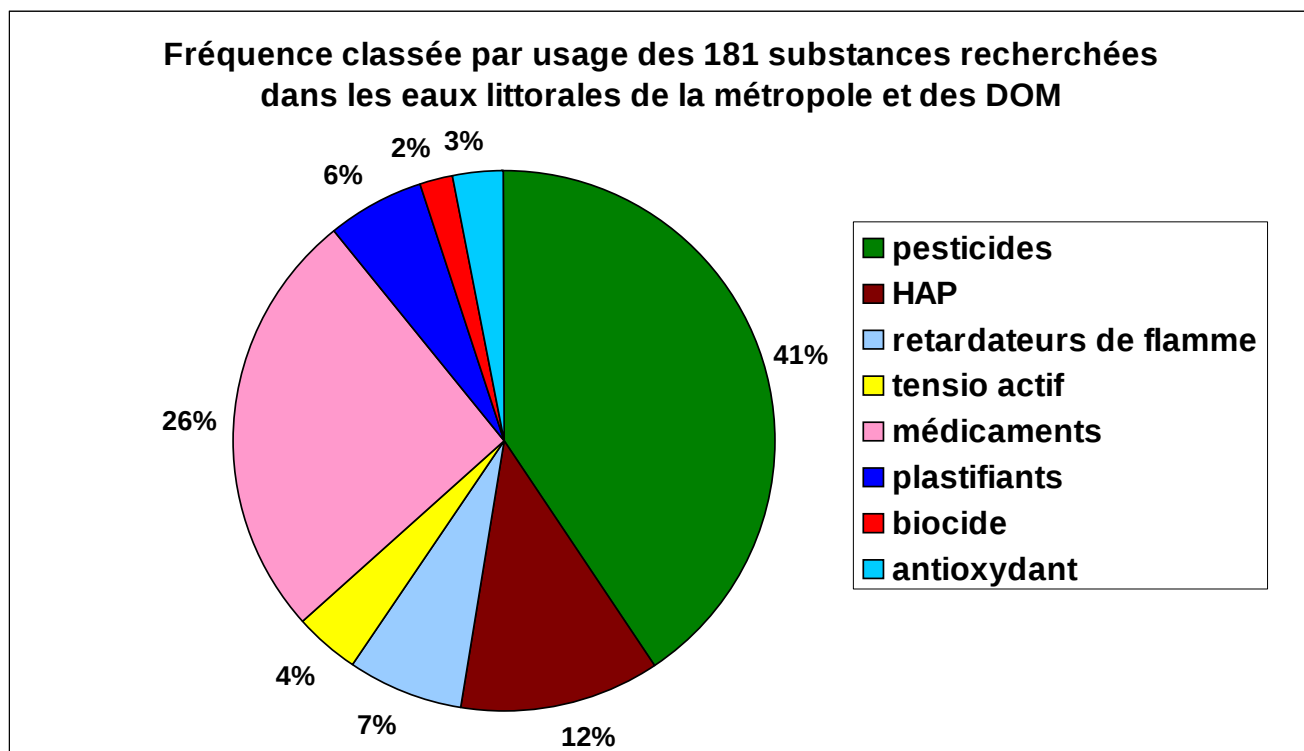
NB. Aucune hormone synthétique ou naturelle n'a été détectée lors de cette étude.

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 181 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

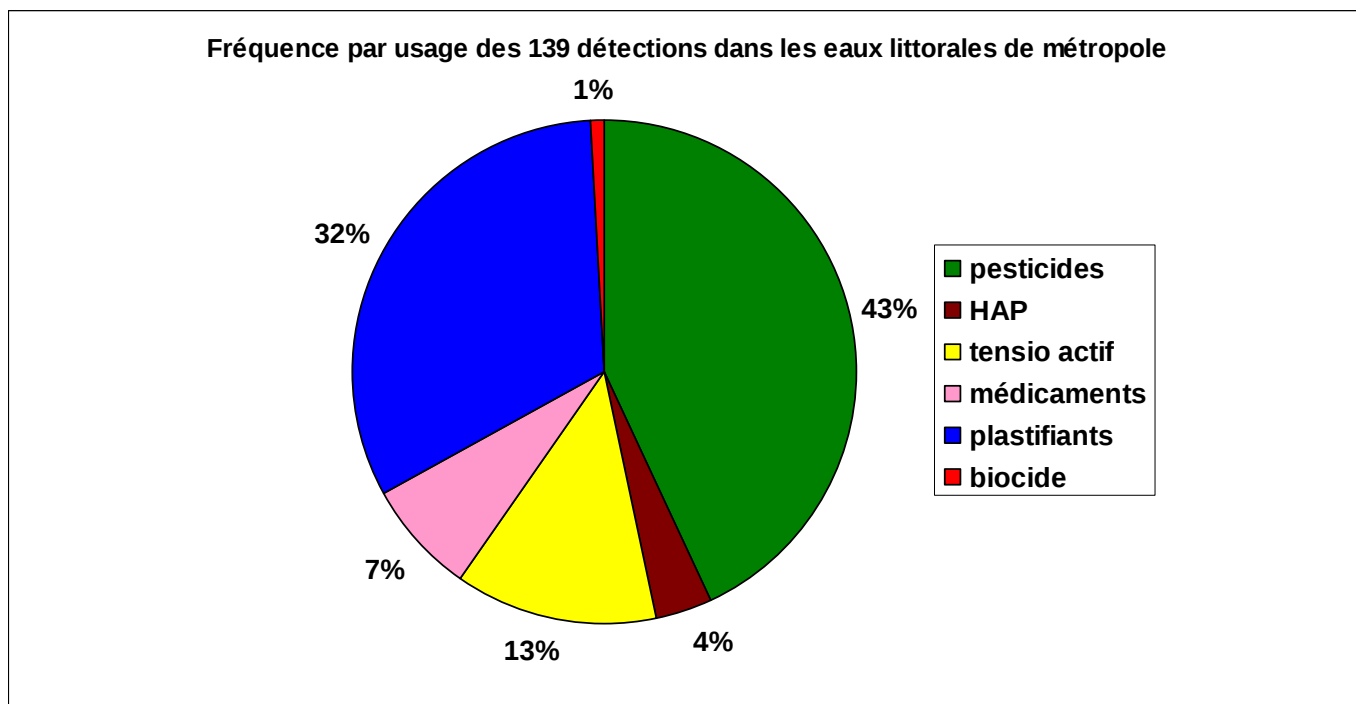
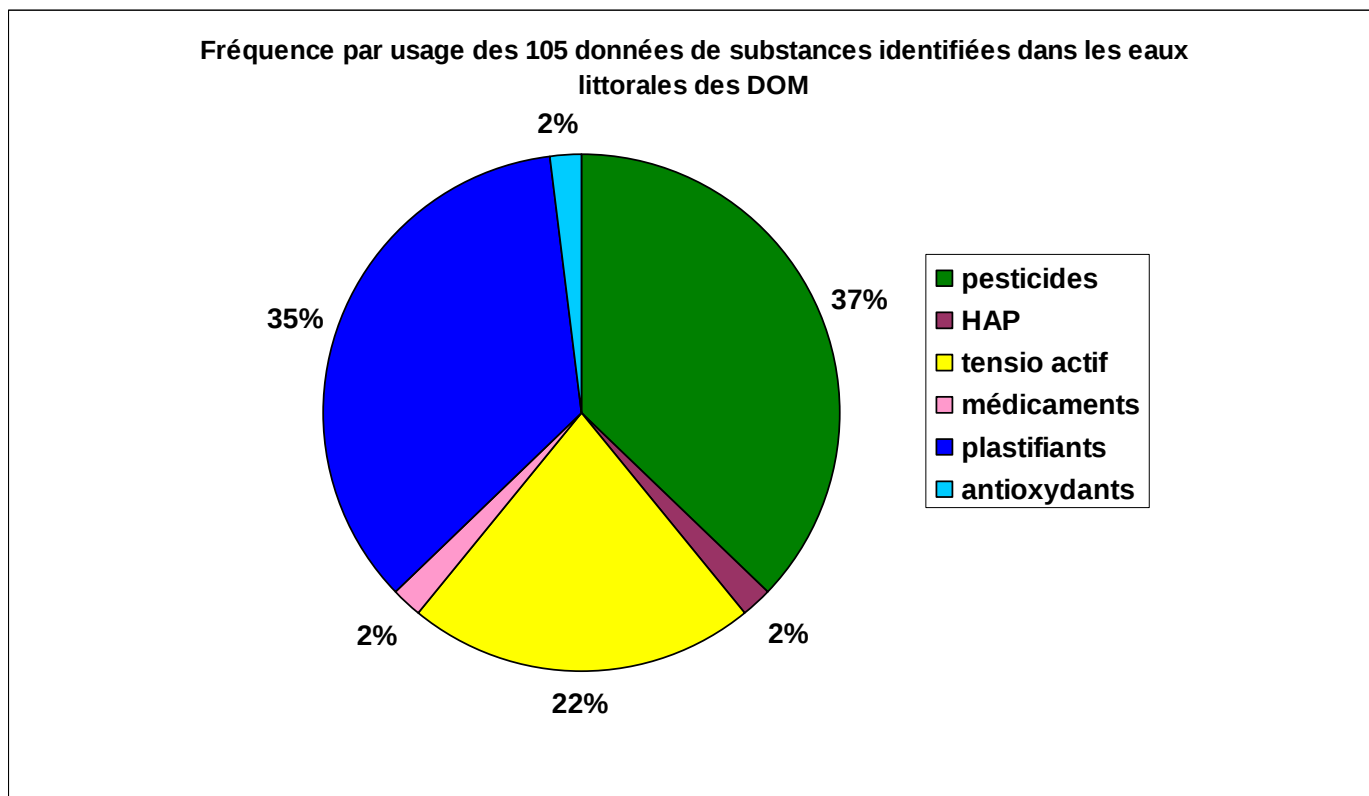


Figure 8 : Fréquence classée par usage des 107 détections dans les eaux littorales des DOM



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 132 substances recherchées dans les sédiments littoraux de la métropole et des DOM

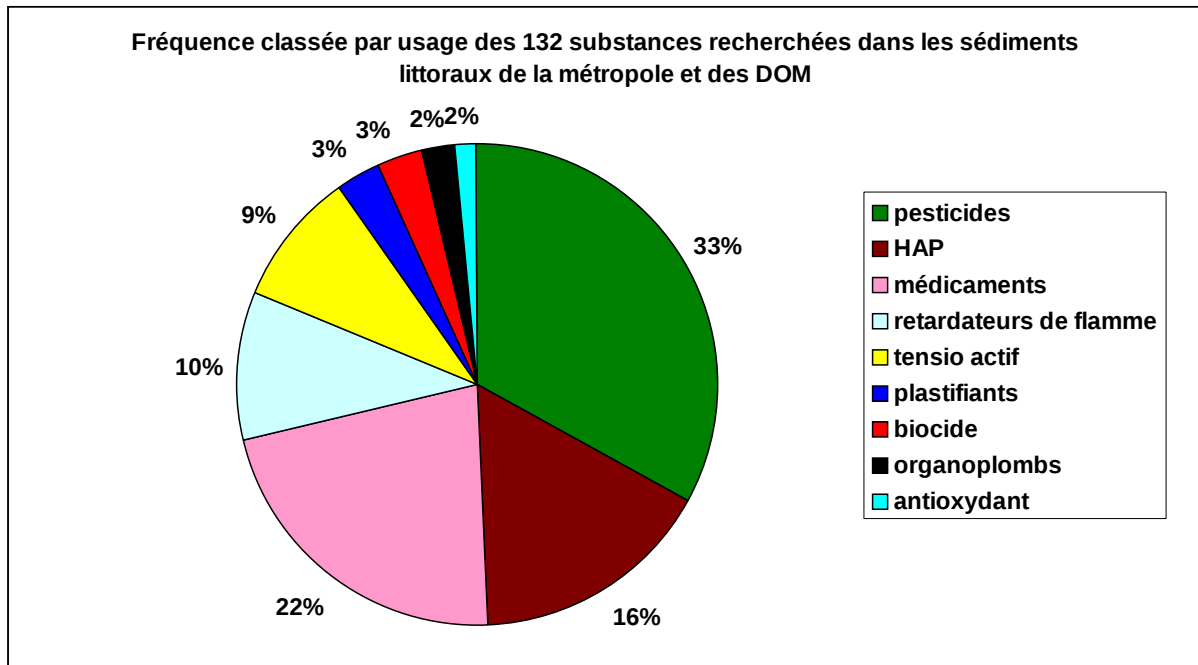


Figure 10 : Fréquence classée par usage des 126 détections dans les sédiments métropolitains

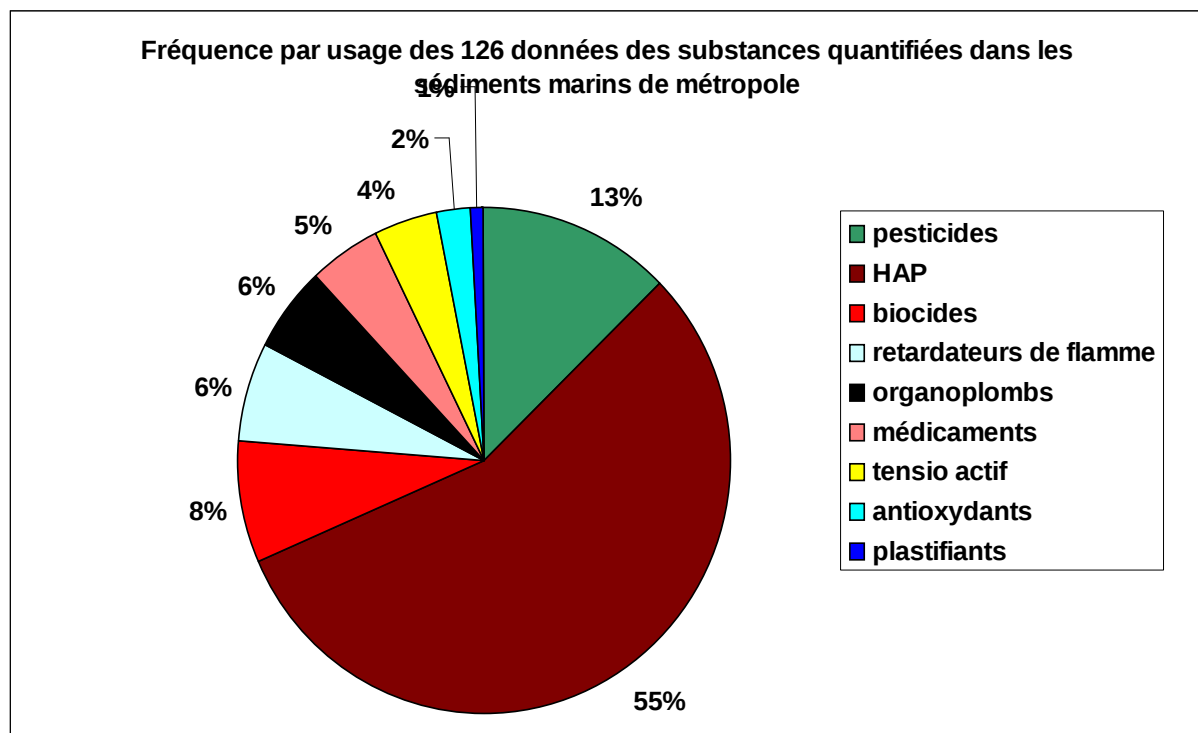
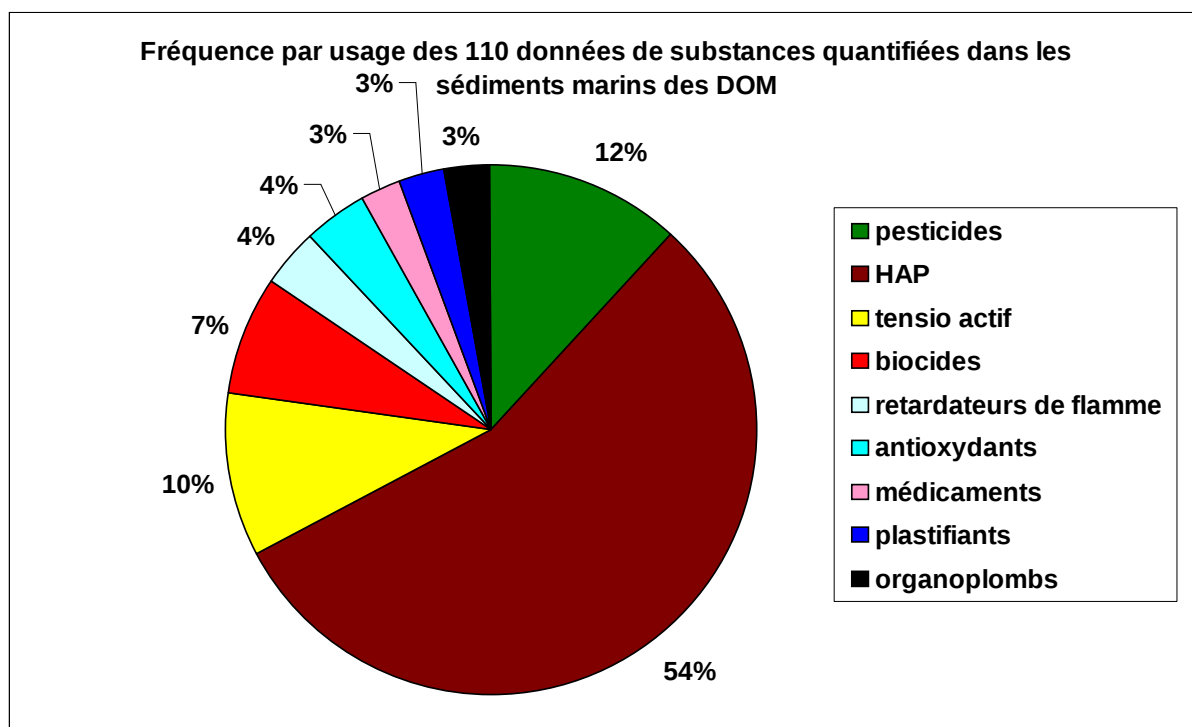


Figure 11 : Fréquence classée par usage des 110 détections dans les sédiments littoraux des DOM



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 $K_{ow} > 3$, 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 ($K_{ow} \approx 4$) 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	PFDaA	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 isobutyl phthalate	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 phthalate	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	monophénol 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
diphénol 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 isobutyl 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

	Lieux où utilisation de toutes les matrices : EP, BIOTE, SEDIMENTS et EAU
	Lieux de référence
	Lieux communs à l'étude "Niveaux de présence des contaminants émergents dans le milieu marin - PCDD/F, PBDE, HBCD dans les mollusques marins" - C

		MASSE D'EAU	LIEU	COORDONNEES		PRESSION
				X	Y	
AEAP	1	FRAC01/FRAC02	SRN Station 1 Dunkerque	51°04.30 N	02°20.20 E	activités portuaire, industriels, urbaines
			Station biote à indiquer			
	2	FRAC03/FRAC04	SRN Station 1 Boulogne/mer	50°45.24 N	01°33.00 E	activités portuaire, agro-industriels, agricoles, urbaines
	3	FRAC05	SRN Station ATSO St Valery sur Somme	50°14.00 N	01°28.50 E	activités agricoles, urbains
	4		en cours de détermination			Référence
AESN	5	FRHT03	Seine 1 (eau + sédiments + EP)	49°28'44.68" N	0°3'13.19"E	rejets urbains, agricoles, industriels, activités portuaires
			Villerville (biote)	49°24'14.68" N	0°7'25.20"E	rejets urbains, agricoles, industriels, activités portuaires
	6	FRHC14	Ouistreham (EP)	49°17'38.65" N	0°14'52.82"E	rejets urbains, agricoles, activités portuaires
	7	FRHC10	Gefosse (EP)	49°22'50.63"N	1° 6'22.89"E	rejets agricoles, conchyliculture
	8	FRHC01	Pirou (EP)	49°10'56.59"N	1°36'58.90"E	Référence : faibles pressions, plaisance
AELB			Pointe du Roselier (Biote)	48°33'36.37"N	1°43'12.95"E	agriculture intensive + agglomération
	9	FRGC05	Large les Rosaires (eau + sed + EP)	48°36'14.49"N	2°41'50.52"E	agriculture intensive + agglomération
	10	FRGT10	Le passage (a)	48°23'46.79"N	4°23'2.01"E	activités portuaires
	11	FRGT28	Pointe de Chemoulin	47°13'56.38"N	2°17'58.77"E	rejets urbains, agricoles + industriels
	12	FRGT31	Baie de l'Aiguillon	46°14'2.34"N	1° 9'46.61"E	agriculture et urbanisation : situation intermédiaire
	13	FRGC47	Ile d'Yeu	46°43'20.33"N	2°20'20.93"E	Référence
AEAG	14	FRFT01	Les Fontenelles	45°58'33.58"N	1° 6'40.05"E	
	15	FRFT34	Garonne Bouée 63A	44°59'14.64"N	0°32'33.60"E	rejets urbains, industriels, activités portuaires
	16	FRFC06	Comprian	44°40'26.82"N	1° 5'17.08"E	activités forestières, agricoles, touristique + rejets urbains
	17	FRFT07 adour aval	Adour2	43°31'41.59"N	1°30'54.16"E	rejets urbains, industriels, activités portuaires
	18	FRFT08 estuaire Bidassoa	Txingudi	43°21'38.57"N	1°46'51.94"E	rejets urbains, activités nautiques et aéronautisme
AERMC	19	FRDC02b	Hérault	43°16.538N	3°26.432E	Bassin versant agricole
	20	FRDT11	Thau nord	43°26.038N	3°39.832E	Lagune bassin versant urbanisé et agricole
	21	FREDT21	Emb. Rhône	43°19.182 N	4°52.016 E	Bassin versant du Rhône
	22	FRDC05	Golfe de Fos	43°25.639 N	4°56.333 E	Industries
	23	FRDC 07f	Sicié	43°03.283 N	5°49.111 E	Rejet urbain
	24	FREC02c	Emb. Golu	42°32.564 N	9°33.328 E	Bassin versant agricole et petite industrie

Guadeloupe	25	FRIC03	Petit cul de sac marin - sortie émissaire STEP de Jarry	61°33'20.75" O	16°13'50.57" N	STEP
	26	FRIC03	Marina Bas du Fort	61°31'49.80" O	16°13'21.00" N	pression diffuse + chantier nautique
	27	FRIC03	Terminal vraquier Jarry Nord	61°32'55.80" O	16°14'7.20" N	pression industrielle - PAG + SARA
		FRIC05	Sortie d'estuaire rivière Daudouin Moule	61°20'30.27" O	16°19'55.47" N	pressions diffuses urbaines + agricoles (canne) + industrielle (rejet distillerie Bonne Mère + zone d'activité)
	28	FRIC07A	Grand cul de sac marin sud - sortie estuaire Grande rivière à Goyaves	61°36'15" O	16°17'43" N	pressions diffuses urbaines + agricoles + industrielle (sucrerie Gardel)
	29	FRIC07A	Rivière Salee - sous décharge de la Cabanne	61°32'48" O	16°15'35" N	Décharge
Martinique	30	FRJT003	Cohé du lamenin	61° 1'41.33" O	14°35'59.36" N	urbain et agricole (banane et canne)
	31	FRJT002	Sortie port de plaisance du marin	60°52'5.54" O	14°28'0.34" N	plaisance
	32	FRJC001	Pointe du bout	61° 3'4.02" O	14°34'5.78" N	urbain
	33	FRJC017	Sortie STEP Ste Luce	60°55'44.66" O	14°27'49.29" N	urbain
Guyane	34	FRJC014	Fond de baie du Galion	60°56'26.78" O	14°43'21.99" N	urbain et agricole (banane et canne)
	35	FRKT001	Maroni-Mana	54° 0'45.89" O	5°32'42.52" N	Agriculture, eaux usées, orpaillage (Hg), dragage, fleuve f
		FRKT003	Sinamary	52°59'33.41" O	5°25'54.00" N	Agriculture, eaux usées, aval barrage
	36	FRKT005	Cayenne	52°21'55.03" O	4°54'14.67" N	Eaux usées, industries, dragage
		FRKT006	Mahury	52°19'40.81" O	4°44'34.34" N	Eaux usées, industries, dragage
	37	FRKT008	Oyapock	51°44'58.00" O	4° 0'2.98" N	Eaux usées, orpaillage (Hg), fleuve frontalier Brésil
La Réunion	38	/	Passoura (Centre spatial guyanais)	52°41'59.99" O	5° 9'1.98" N	Centre spatial guyanais (lanceur Ariane)
	39	/	Malmanoury	52°49'55.48" O	5°17'5.12" N	Centre spatial guyanais (lanceur Soyouz)
		LC05	MER - Saint Gilles	55°13'15.25" E	21° 3'12.03" S	intérêt car émissaire du seul cours d'eau de la façade ouest et forte pression urbaine domestique +- qualité de l'eau en mauvais état pesticides (BV suivi à Terre dans le cadre de la campagne 2012)
	40	LC05	PEPS - Port Saint Gilles	55°13'26.08" E	21° 3'18.52" S	Id° (mais plus sécurisé)
	41	LC01	PEPS - Ste Suzanne (Riv. st Jean)	55°36'42.52" E	20°54'5.25" S	intérêt vis à vis du suivi de molécules liées à la culture de la canne à sucre (BV suivi à Terre dans le cadre de la campagne 2012)
	42	LC03	PEPS - Riv. Du Mât	55°42'9.75" E	20°57'59.82" S	intérêt particulier vis à vis du suivi de molécules d'origine industrielle et élevage réalisé sur le BV durant cette campagne 2012
Mayotte	43	LC09	PEPS - Etang du Gol (Riv. St Etienne)	55°22'16.56" E	21°17'35.46" S	émissaire du seul cours d'eau de la façade sud - présente un intérêt sur des rejets domestiques (BV suivi à Terre dans le cadre de la campagne 2012)
	44	LC06	PEPS - Lagon Trou d'Eau	55°14'12.88" E	21° 5'51.86" S	Point de suivi représentatif d'une zone lagonnaire Réunionnaise connu pour sa sensibilité à l'eutrophisation (pression domestique et touristique)
		LC05	MER - Pente Externe Trou d'Eau	55°13'55.81" E	21° 6'9.84" S	Id° Peps - Trou d'Eau. Caractérisé par des résurgences de nappes à l'extérieur du lagon.
	45	FRMC12	Face à Mtsapéré	12°47'30.77" S	45°13'42.67" E	Urbaine
	46	FRMC10	Face à Majicavo	12°45'5.51" S	45°14'42.72" E	Urbaine
	47	FRMC10	Face à Mtsapéré (exutoire Majimbini)	12°47'32.21" S	45°13'24.67" E	Urbaine
	48	FRMC03	Baie de Boueni (priorité 2)	12°54'27.50" S	45°7'34.61" E	Agricole, Urbaine
	49	FRMC04	Exutoire de la rivière Ourouvéni	12°47'54.13" S	45°5'46.54" E	Agricole, Urbaine

NB. Toutes les informations des annexes 2, 3 et 4 sont à replacer dans le contexte de cette étude en tenant compte des limites analytiques précisées par les laboratoires.

ANNEXE 2 : Substances non détectées dans les eaux littorales

SUBSTANCES NON DETECTEES DANS LES EAUX LITTORALES	Code CAS	SUBSTANCES NON DETECTEES DANS LES EAUX LITTORALES	Code CAS
1,2,3,4,6,7-Hexachloronaphthalene	1335-87-1 / 103426-96-6	Flusilazole	85509-19-9
1,2,5,6,9,10-Hexabromocyclododecane (HBCD)	3194-55-6	Hexabromobiphenyl	36355-01-8
17-beta-Estradiol	50-28-2	Hexabromocyclododecane (HBCDD)	25637-99-4
1-methylcoronene	13119-86-3	Hexabromodiphenylether	36483-60-0
2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Decabromodiphenyl ether (BDE-209)	1163-19-5	hexachlorophene	70-30-4
BDE-183	207122-16-5	Hydroxyprogesterone caproate	630-56-8
2,2',4,5'-Tetrabromodiphenylether (BDE-49)	60044-24-8	Irganox 1076	2082-79-3
2,2',6,6'-Tetrachlorobisphenol A	79-95-8	Isoxaflutole	141112-29-0
2,6-Di-tert-butylphenol	128-39-2	Lambda cyhalothrine	91465-08-6
3,4-Dibromodiphenyl ether (BDE-12)	2050-47-7 / 83694-71-7	leptophos	21609-90-5
3,4-dichloroaniline	95-76-1	Lorazepam	846-49-1
4-Methylbenzylidene camphor	36861-47-9	Methomyl	16752-77-5
4-n-Octylphenol	1806-26-4	Methoxychlor	72-43-5
4-sec-Butyl-2,6-di-tert-butylphenol	17540-75-9	Methyl-paraben	99-76-3
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6	miconazole	22916-47-8
Acetazolamide	59-66-5	midazolam	59467-70-8
alpha-cypermethrin	67375-30-8	Monocrotophos	6923-22-4
Amiodarone	1951-25-3	Monolinuron	1746-81-2
astemizole	68844-77-9	niclofolan	10331-57-4
BDE-85	182346-21-0	Nonyl phenol, ethoxylated	9016-45-9
Benfluralin	1861-40-1	Norethindrone	68-22-4
benziodarone	68-90-6	Norflurazon	27314-13-2
Beta-sitosterol	83-46-5	Octabromodiphenyl ethers	32536-52-0
bithionol	97-18-7	Ofloxacin	82419-36-1
Carbamazepine	298-46-4	Oxazepam	604-75-1
Chlordane	57-74-9	oxyclozanide	2277-92-1
Chlordane alpha	5103-71-9	Parathion ethyl	56-38-2
Chlordane beta	5103-74-2	Parathion methyl	298-00-0
chlorpromazine	50-53-3	Pendimethalin	40487-42-1
Chrysene	218-01-9	Phloroglucinol	108-73-6
Chrysene, 1-methyl-	3351-28-8	pimozide	2062-78-4
Cyclophosphamide	50-18-0	Piperonyl butoxide	51-03-6
Cyhalothrine	68085-85-8		11081-15-5 / 27013-89-4
		p-Isocetylphenol	

Cyromazine	66215-27-8	Prochloraz	67747-09-5
Decahydronaphtalene (Dekalin)	91-17-8	prochlorperazine	58-38-8
Dextropropoxyphene	469-62-5	profuralin	26399-36-0
Diazepam	439-14-5	Propachlore	1918-16-7
Dichlorodiphenyldichloroethane - o,p' (o,p'-DDD)(mitotane)	53-19-0	Propazine	139-40-2
Dichlorodiphenyldichloroethane - p,p' (TDE)	72-54-8	Propyl-paraben	94-13-3
Dichlorodiphenyldichloroethylene - o,p' (2,4'-DDE)	3424-82-6	Pymétroline	123312-89-0
Dichlorodiphenyldichloroethylene - p,p' (DDE 44')	72-55-9	Quizalofop	76578-12-6
Diethyl phthalate (DEP)	84-66-2	Quizalofop ethyl P	100646-51-3
Diethylstilbestrol	56-53-1	Spinosad	168316-95-8
Difethialone	104653-34-1	Sulfamethazine	57-68-1
Diisononyl phtalate	28553-12-0	Sulfamethoxazole	723-46-6
Dimethoate	60-51-5	Tebufenozide	112410-23-8
Diosgenin / (20R,25R)-Spirost-5-en-3beta-ol	512-04-9	terofenamate	29098-15-5
Drospirenone	67392-87-4	Tetrabromodiphenyl ethers	40088-47-9
Estrone	53-16-7	tetramethrine	7696-12-0
Ethyl-paraben	120-47-8	Thiram	137-26-8
Exitiazox	78587-05-0	timiperone	57648-21-2
Fenarimol	60168-88-9	trans-nonachlor	39765-80-5
Fenchlorvos	299-84-3	Triclocarban	101-20-2
Fluazifop-p-butyl	79241-46-6	Triphenylene	217-59-4
Flubenzimine	37893-02-0		
flunarizine	52468-60-7		
Fluphenazine	69-23-8		

ANNEXE 3 : Substances dont la présence dans le milieu n'est pas suffisamment établie et qui nécessitent des attentions analytiques.

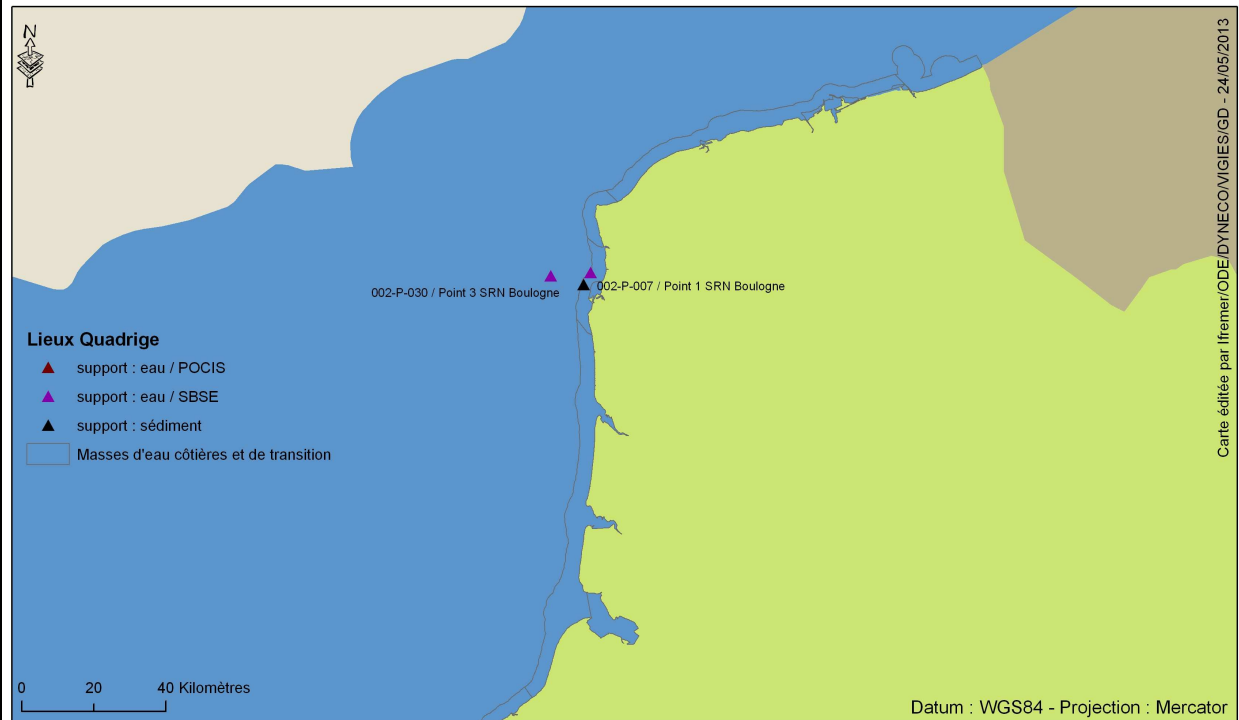
SUBSTANCES A INFIRMER ou CONFIRMER DANS LES EAUX LITTORALES	Code CAS
1-Methylpyrene	2381-21-7
1-Nitropyrene	5522-43-0
2,3',4,4'-Tetrabromdiphenylether (BDE-66)	84303-45-7
2,6-di-tert-butyl-4-phenylphenol	2668-47-5
3-Methylcholanthrene	56-49-5
4-Octylphenol polyethoxylate (OPE2O)	26636-32-8
6-Methylchrysene	1705-85-7
Acetochlor	34256-82-1
Anthanthrene	191-26-4
Benzo(g,h,i)fluoranthene	203-12-3
Benzo(j)fluoranthene	205-82-3
benzo[c]phenanthrene	195-19-7
Chlordane gamma	5566-34-7
Chlorthal-dimethyl	1861-32-1
Clotrimazole	23593-75-1
Deltamethrin	52918-63-5
Diazepam	439-14-5

SUBSTANCES A INFIRMER ou CONFIRMER DANS LES EAUX LITTORALES	Code CAS
Dipentyl phtalate	131-18-0
Econazole	27220-47-9
Endosulfan	959-98-8
Fenarimol	60168-88-9
Fenazaquin	120928-09-8
Fenpropatrin	39515-41-8
Fenthion	55-38-9
Flusilazole	51-03-6
Fluvalinate	69409-94-5
Mestranol	72-33-3
Mirex	2385-85-5
Norflurazon	27314-13-2
Permethrin	52645-53-1
phoxime	14816-18-3
Procymidon	32809-16-8
Prometryn	7287-19-6
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 4 : Substances non détectées dans les sédiments marins

SUBSTANCES NON DETECTEES DANS LES SEDIMENTS MARINS		Code CAS
1,2,3,4,6,7-Hexachloronaphthalene		103426-96-6
1,2,3,5,6,7-Hexachloronaphthalene		103426-97-7
1-Nitropyrene		5522-43-0
BDE-183		207122-16-5
BDE-85		182346-21-0
BDE-49		60044-24-8
2,2',6,6'-Tetrachlorobisphenol A		79-95-8
BDE-66		84303-45-7
2,6-Di-tert-butylphenol		128-39-2
BDE-12		83694-71-7
3,4-dichloroaniline		95-76-1
3,5-Di-tert-butylphenol		1138-52-9
3-Methylcholanthrene		56-49-5
BDE-15		2050-47-7
4-Methylbenzylidene camphor		36861-47-9
4-n-Octylphenol		1806-26-4
alpha-cypermethrin		67375-30-8
astemizole		68844-77-9
Benfluralin		1861-40-1
benziodarone		68-90-6
Benzo(j)fluoranthene		205-82-3
Beta-sitosterol		83-46-5
bithionol		97-18-7
Carbamazepine		298-46-4
chlorpromazine		50-53-3
Clotrimazole		23593-75-1
Deltamethrin		52918-63-5
Dextropropoxyphene		469-62-5
Diazepam		439-14-5
Dicofol		115-32-2
Diethylstilbestrol		56-53-1
Difethialone		104653-34-1
Diisobutyl phthalate		84-69-5

dimoxystrobine	149961-52-4
Di-n-butylphthalate (DBP)	84-74-2
Dipentyl phtalate	131-18-0
Drospirenone	67392-87-4
Econazole	27220-47-9
Estrone	53-16-7
Fenarimol	60168-88-9
Fenazaquin	120928-09-8
Fenchlorvos	299-84-3
Fenpropatrin	39515-41-8
Fentin acetate	
Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux Bassin : Artois-Picardie  0 20 40 Kilomètres Datum : WGS84 - Projection : Mercator Carte éditée par Ifremer/ODE/DYNECOVIGIES/GD - 24/05/2013	
	900-95-8

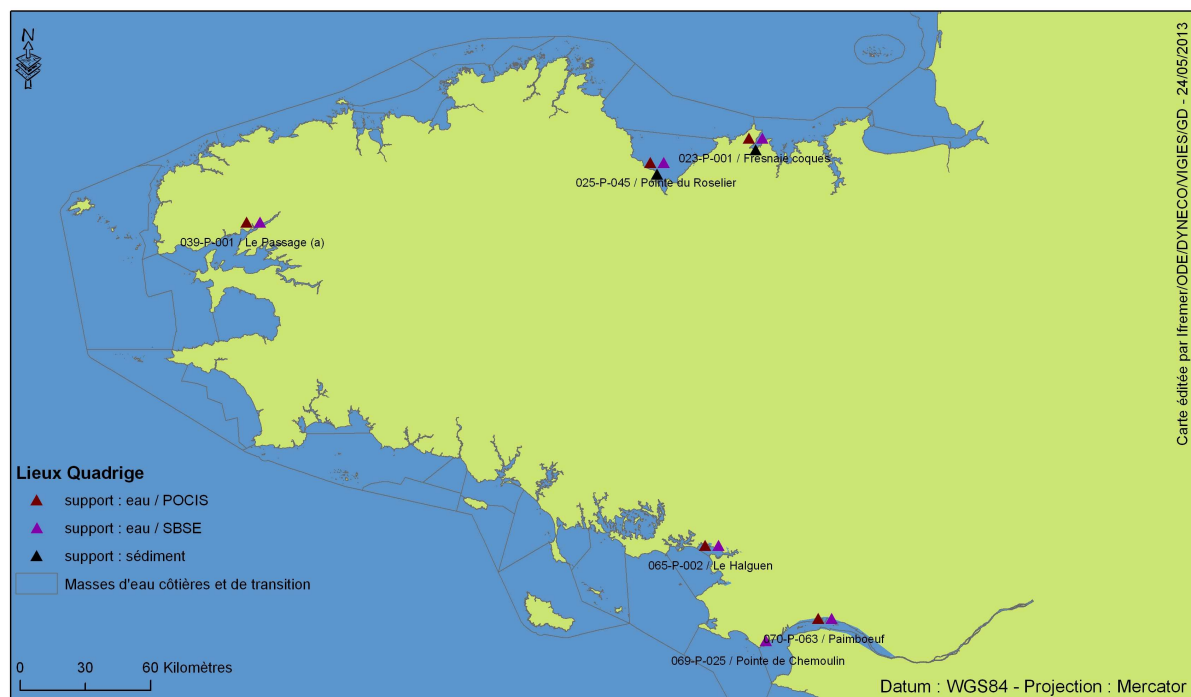
Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Seine-Normandie



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Loire-Bretagne



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Adour-Garonne

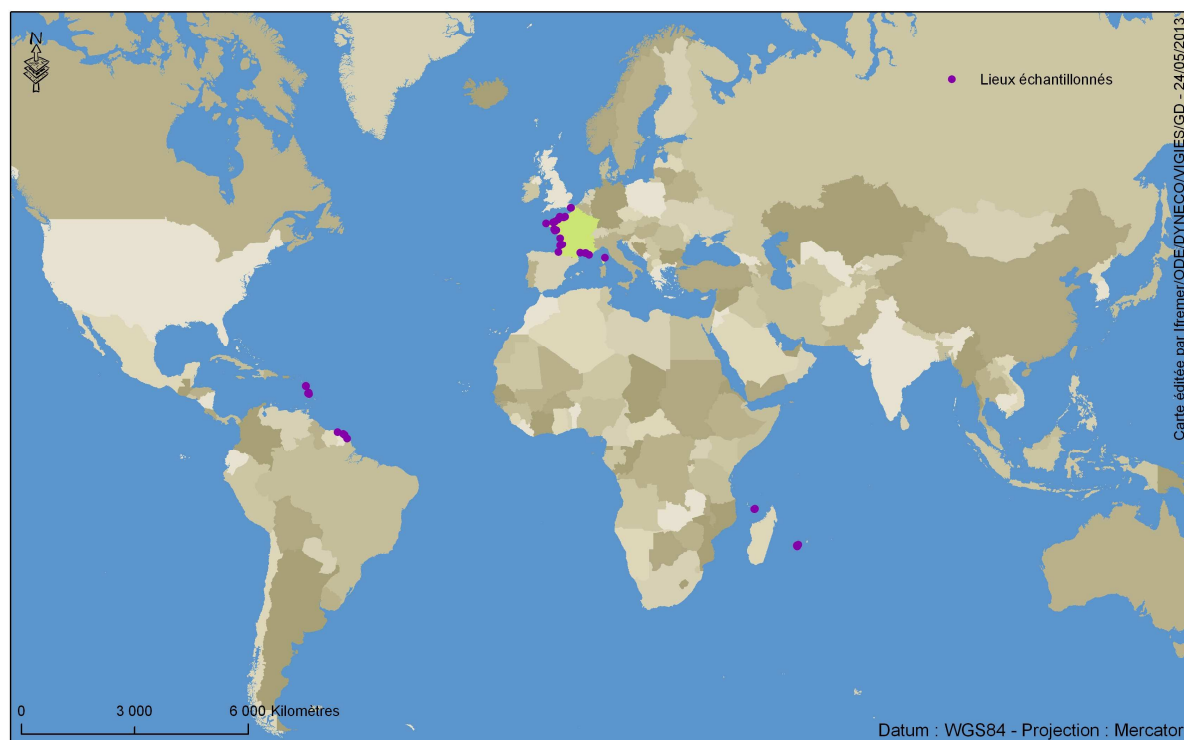


Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Méditerranée



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Mayotte



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Martinique



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Guadeloupe



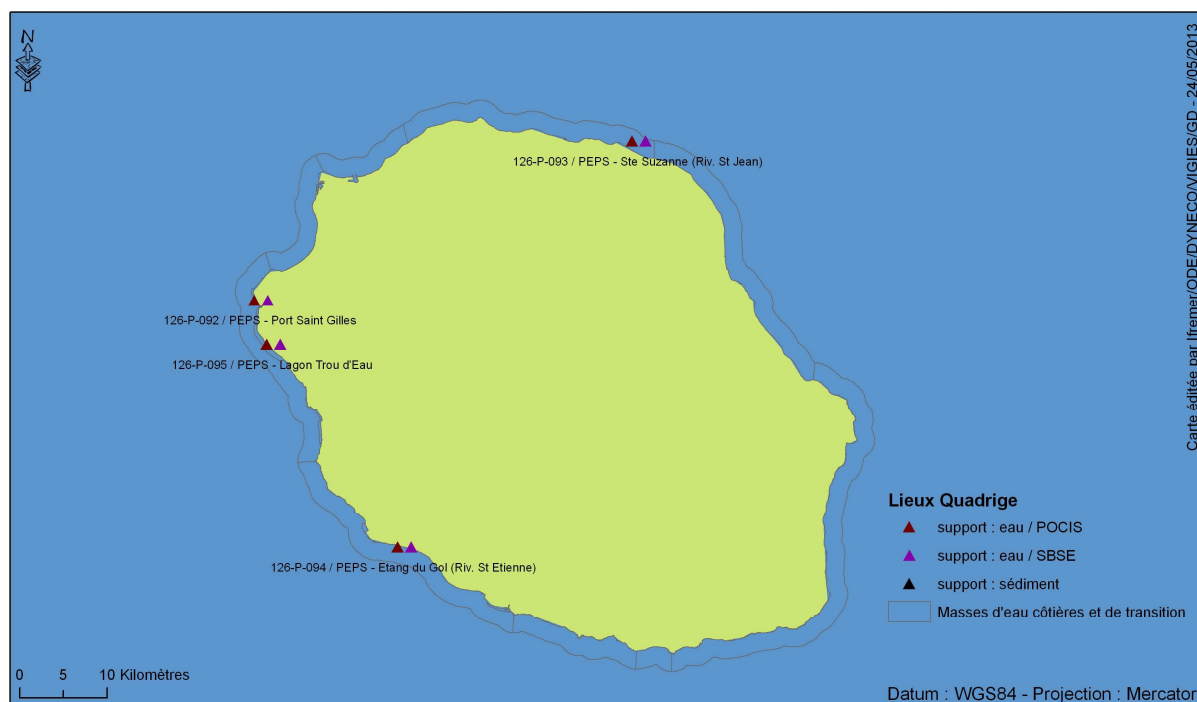
Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : Guyane française



Etude Prospective DCE 2012 (campagne exceptionnelle) Inventaire des lieux

Bassin : La Réunion



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, Morgane Le Moigne, Jean-Claude Masson, Pierre Priou, Céline Tixier.