

Réseau national de surveillance
de la qualité des eaux
et des sédiments des ports maritimes
Bilan national du RÉPOM



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Auteurs	Commentaires
1	Tristan BATAILLE	Ingénieur chargé d'études - CETMEF/DELCE/DEML
	Céline LE GUYADER	Chargée d'études - CETMEF/DELCE/DEML
	André SIMON	Dessinateur - CETMEF/DELCE/DEML
2		Validation par Michel ALBRECHT - chef de la DEML
3		Transmission par Joël L'HER - chef de DELCE et par Olivier PIET, directeur par interim du CETMEF

Affaire suivie par

Michel ALBRECHT – DELCE/Division Environnement Marin et Littoral
Tél. : 02 98 05 67 20 / fax : 02 98 05 67 21
Courriel : Michel.Albrecht@developpement-durable.gouv.fr
Adresse postale : CETMEF – DELCE 155, rue Pierre Bouguer BP 5 29280 Plouzané

Référence Intranet

http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr

PREFACE

Le REPOM, « REseau national de surveillance de la qualité des eaux et des sédiments des PORTS Maritimes » a été créé en 1997 par le Directeur de l'Eau du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Dans le contexte de la mise en œuvre alors récente des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), ce réseau devait permettre aux gestionnaires des milieux aquatiques, et plus particulièrement des milieux littoraux, de disposer de données fiables leur permettant de guider et d'évaluer leurs actions.

Un suivi de la contamination des eaux et des sédiments des bassins portuaires de 192 ports maritimes (dont 4 situés en outre mer) couvrant tous les secteurs d'activité (militaire, commerce, pêche, plaisance) a ainsi été mis en place par les services de police de l'eau en milieu littoral.

Après 10 ans d'existence, il est apparu nécessaire d'effectuer un bilan du réseau REPOM. Ce travail important de collecte, de traitement et de synthèse des données a été confié au CETMEF et a été réalisé en collaboration étroite avec les cellules qualité des eaux littorales.

L'analyse des résultats a été menée par façade et par type de port, selon leur activité et leur exposition océanique. Ce bilan permet de dresser une carte nationale de l'état et de l'évolution de la contamination des bassins portuaires, au vu des paramètres suivis. Il fournit ainsi un outil d'anticipation aux services de police de l'eau en milieu littoral notamment pour les opérations de dragage et d'immersion.

Le suivi réalisé dans le cadre du REPOM reflète la contamination liée aux activités spécifiques des ports, aux activités industrielles situées dans les bassins portuaires, mais aussi aux apports des bassins versants amonts, cette contamination pouvant être récente ou historique.

Il ressort notamment de ce suivi une contamination importante des sédiments portuaires par deux polluants, le tributylétain et le cuivre, dont les principales sources en milieu portuaire sont la diffusion provenant des peintures antisalissures des navires et les rejets liés aux activités de carénage et de réparation navale.

Le Bilan du REPOM nous rappelle que la qualité des eaux littorales, situées à l'interface Terre Mer, ne peut être appréhendée que via une gestion intégrée du territoire de l'amont à l'aval.

Odile Gauthier



Directrice de l'Eau et de la Biodiversité

Contributions

La rédaction de ce document a été assurée par :

Tristan Bataille
Céline Le Guyader
André Simon

CETMEF/DELCE/DEML
CETMEF/DELCE/DEML
CETMEF/DELCE/DEML

Ont participé à son élaboration :

L'ensemble des Services Police des Eaux Littorales qui ont ainsi permis le recensement exhaustif des données du réseau.

Une analyse plus fine de l'évolution des contaminants portuaires a été rendue possible en particulier grâce à la collaboration des services suivants :

- Eric Pain	DDE 50/SM/DPEL/SPEL
- Arnaud Rouilly	DDEA 44/SEER/CEMP
- René Soulard	DDEA 85/SEMR/PoliceEau
- Marie-Christine Bertrand	DDE13/Art maritime/SEEM
- Agnès Rosso-Darmet	DDEA 83/SMS/PL/CQEL

Comité de pilotage et relecteurs :

- Les cinq SPELs citées précédemment,

- Loïc Abalea	MEDDM/DGALN/DEB/LM
- Anne Fontaine	MEDDM/DGALN/DEB/LM/LM1 (chef de bureau)
- Sarah Jung	MEDDM/DGALN/DEB/LM/LM1
- Caroline Bagot	MEDDM/DGALN/DEB/LM/LM1
- Michel Albrecht	CETMEF/DELCE/DEML
- Katrin Moosbrugger	MEDDM/DGITM/DST/PTF2 (chef de bureau)
- Catherine Cumunel	MEDDM/DGITM/DST/PTF2
- Philippe Féra	Agence de l'Eau Loire Bretagne
- Antoine Huguet	IFREMER
- Donald Jaskierowicz	État major de la Marine
- François Fouchier	DREAL PACA
- Christian Carrere	SPEL 40
- Marielle Olivier	SPEL 76

Résumé

Ce bilan, réalisé par l'équipe projet de la Division Environnement Marin et Littoral du CETMEF, a pour objectif de dresser un état des lieux des dix années de suivis du RÉseau national de surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments dans les PORTs Maritimes (RÉPOM).

Créé en 1997 par le Directeur de l'Eau, le RÉPOM a pour objectif le suivi national de la qualité des eaux et des sédiments des ports maritimes en s'appuyant sur les services chargés de la police des eaux littorales. Ceci s'est inscrit dans le contexte de la mise en oeuvre alors récente des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et de la nécessité pour les gestionnaires des milieux aquatiques, et plus particulièrement des milieux littoraux, de disposer d'information leur permettant de guider et d'évaluer leurs actions (circulaire du 7 mars 1997).

Après 10 ans de suivis, il est apparu nécessaire d'effectuer un bilan du réseau RÉPOM. L'analyse des données acquises de 1997 à 2006 cherchera à déterminer quel est l'état des lieux et l'éventuelle évolution de la qualité des sédiments et des eaux des zones portuaires à une échelle nationale à partir des données acquises.

L'étude est décomposée en deux parties selon les deux programmes existants :

Les données du **programme Sédiment** donnent des informations sur la contamination des sédiments par plusieurs familles de substances chimiques. Nous chercherons à déterminer les substances qui sont peu ou pas présentes dans les sédiments portuaires, celles qui sont présentes dans certains sites particuliers et celles qui sont largement diffusées dans les milieux portuaires. Nous nous interrogerons sur l'effet de l'activité et de l'exposition océanique sur la qualité des sédiments observés. Une agrégation au niveau national sera ainsi réalisée. L'agrégation des données par bassin et pour les différents contaminants permettra d'identifier les substances dépassant des niveaux de référence en fonction des secteurs.

Des analyses locales au travers de cartes réalisées pour les contaminants chimiques permettront d'affiner les éléments déjà observés. Ces analyses sur le programme sédiment seront cartographiées dans le CD-ROM qui accompagne ce rapport.

Les données du **programme Eau** seront utilisées pour mettre en évidence les sites portuaires qui présenteraient des niveaux élevés en sels nutritifs et/ou en microorganismes.

Sommaire

1. Contexte	9
2. Le réseau RÉPOM.....	11
3. Programme SEDIMENT.....	13
3.1 Paramètres mesurés	13
3.2 Méthode d'analyse	13
3.3 Répartition des données	17
3.4 Paramètres descriptifs du sédiment.....	19
3.5 Contaminants chimiques.....	21
3.5.1 France.....	21
3.5.2 Zones géographiques (Bassins).....	22
3.5.3 Analyse en fonction de l'activité.....	29
3.5.4 Analyse en fonction de la classe des ports maritimes.....	33
3.5.5 Analyse par contaminants.....	35
3.5.5.1 Métaux	35
3.5.5.2 Polychlorobiphényles (PCB).....	52
3.5.5.3 Tributylétain (TBT).....	56
3.5.5.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	59
3.6 Outre-Mer.....	63
3.6.1 Saint-Pierre et Miquelon.....	63
3.6.2 Martinique.....	63
3.6.3 Guadeloupe.....	63
3.7 Synthèse pour le programme Sédiment	64
4. Programme EAU.....	66
4.1 Paramètres mesurés.....	66
4.2 Répartition des données.....	66
4.3 Paramètres microbiologiques.....	68
4.3.1 Éléments de contexte.....	68
4.3.2 Méthode d'analyse.....	68
4.3.3 Résultats.....	68
4.3.3.1 Escherichia coli.....	68
4.3.3.2 Entérocoques intestinaux.....	70
4.3.3.3 Bilan microbiologie.....	70

4.4 Éléments nutritifs.....	72
4.4.1 Éléments de contexte.....	72
4.4.2 Méthode d'analyse.....	72
4.4.3 Azote.....	73
4.4.3.1 Ammonium.....	73
4.4.3.2 Nitrates.....	75
4.4.3.3 Nitrite.....	75
4.4.3.4 Bilan azote.....	75
4.4.4 Phosphates.....	77
4.4.5 Bilan éléments nutritifs.....	77
4.5 Outre-Mer.....	79
4.5.1 Microbiologie.....	79
4.5.2 Éléments nutritifs.....	79
4.6 Synthèse pour le programme Eau.....	80
 <i>Bibliographie.....</i>	 81
 <i>Liste des sigles.....</i>	 82
 <i>Annexe.....</i>	 83
 <i>Listes des figures et tableaux.....</i>	 88

1.Contexte

Les ports maritimes peuvent être soumis à des apports qui proviennent à la fois des bassins versants et des activités pratiquées dans l'enceinte du port. Chaque port est un cas particulier soumis à des flux qui sont propres à son environnement.

Les bassins versants peuvent se caractériser par diverses activités industrielles, urbaines, agricoles pouvant conduire à des rejets directs ou à des apports diffus de nature variée, par exemple : une substance chimique liée à une activité industrielle spécifique ou des microorganismes et des sels nutritifs liés à un rejet de station d'épuration. En milieu côtier, il est encore courant que les réseaux d'eaux pluviales se rejettent dans les ports, qui sont alors le réceptacle des éventuelles pollutions provenant de l'amont.

Les ports peuvent aussi héberger des activités commerciales et industrielles pouvant être une source supplémentaire de rejets de polluants. Les activités propres au port telles que le carénage et les peintures antisalissures associées, l'avitaillement, le déchargement de matériaux en vrac avec des pertes possibles entraînées par le vent et les eaux de ruissellement des plate-formes, sont autant de sources potentielles de pollution pour le milieu. Les ports de plaisance accueillant des unités de vie peuvent être soumis à des pollutions domestiques (matière organique fécale), liées au rejet de substances chimiques (par exemple, les hydrocarbures) ou de macro-déchets.

Certains sites portuaires ont une histoire industrielle ancienne qui s'accompagnait généralement de rejets directs ou diffus. Les sédiments peuvent alors contenir des polluants persistants liés au passé industriel du site, même si aujourd'hui les rejets sont maîtrisés voire supprimés et contrôlés. Lorsque ces sites n'ont jamais été dragués, les sédiments peuvent ainsi être contaminés sur des profondeurs pouvant être supérieures au mètre dans certains cas. Lorsque les activités se multiplient, les sédiments du port peuvent être contaminés par plusieurs familles de substances chimiques, par exemple à la fois par des organochlorés et des métaux lourds. À l'inverse, les sites régulièrement dragués, comme par exemple, les chenaux d'accès aux grands ports estuariens, présentent des matériaux, en général, peu ou pas contaminés par les substances chimiques car les sédiments s'étant déposés récemment, ont, a priori, moins subi les éventuels effets des rejets anthropiques. La vitesse de sédimentation influe également sur les concentrations observées en cas d'apport. Ainsi, les ports de type méditerranéen présentant souvent un taux de sédimentation plus faible que les ports d'estuaire ou que certains ports de l'Atlantique et de la Manche pourront avoir des sédiments plus concentrés, car la même couche de sédiments est soumise de manière plus importante aux flux anthropiques.

L'hydrodynamisme local, la nature des navires accueillis, la fréquence des dragages ainsi que les pressions anthropiques exercées sur le port sont un ensemble d'éléments à considérer lors de l'analyse de la qualité des sédiments qui ne peut être que spécifique au site.

De par leur fonction d'abri pour les navires, les ports présentent des plans d'eau calmes, propices à l'accumulation de sédiments. La plupart des matériaux dragués dans les ports et les chenaux d'accès sont riches en éléments fins, ont une teneur en matière organique élevée (Alzieu et al., 1999). Les sédiments fins ont tendance à accumuler les contaminants du fait de leur capacité d'adsorption et agissent comme un réservoir. Des changements chimiques au niveau des sédiments dus à la remise en suspension des sédiments via l'action des vagues, des courants ou lors d'une opération de dragage peuvent conduire à la remobilisation des contaminants (Eggleton et al., 2004). Les sédiments grossiers, qui sont généralement pauvres en matière organique, ont une faible capacité d'immobilisation des métaux et des contaminants organiques. Ces matériaux sont en général peu contaminés, sauf s'ils se trouvent à proximité d'un rejet polluant (Alzieu et al., 1999).

Les opérations de dragage et de gestion des matériaux en résultant, peuvent conduire à la dispersion de sédiments et à la remobilisation de certains éléments piégés dans ceux-ci (Alzieu et al., 1999). Aussi, il convient de prendre en compte la qualité des sédiments, les enjeux environnementaux, sociaux et économiques liés au secteur lors de la gestion de ces matériaux en mer ou à terre.

En 1997, il a été décidé par le Directeur de l'Eau de mettre en place un suivi national de la qualité des eaux et des sédiments des ports maritimes, au travers d'un réseau dénommé « réseau national de surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments dans les ports maritimes » (RÉPOM) s'appuyant sur les services chargés de la police des eaux littorales. Ceci s'est inscrit dans le contexte de la mise en oeuvre alors récente des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)

et de la nécessité pour les gestionnaires des milieux aquatiques, et plus particulièrement des milieux littoraux, de disposer d'information leur permettant de guider et d'évaluer leurs actions (circulaire du 7 mars 1997).

Après 10 ans de suivi, il est apparu nécessaire d'effectuer un bilan du réseau RÉPOM.

L'analyse des données acquises de 1997 à 2006 cherchera à déterminer quel est l'état des lieux et l'éventuelle évolution de la qualité des sédiments et des eaux des zones portuaires à une échelle nationale à partir des données acquises.

Les données du programme Sédiment donnent des informations sur la contamination des sédiments par plusieurs familles de substances chimiques (métaux, hydrocarbures, organochlorés, organoétains). Nous chercherons à déterminer les substances qui sont peu ou pas présentes dans les sédiments portuaires, celles qui sont présentes dans certains sites particuliers et celles qui sont largement diffusées dans les milieux portuaires. Nous nous interrogerons sur l'effet de l'activité et de l'exposition océanique sur la qualité des sédiments observés. Une agrégation au niveau national sera ainsi réalisée. L'agrégation des données par bassin et pour les différents contaminants permettra d'identifier les substances dépassant des niveaux de référence en fonction des secteurs. Des analyses locales au travers de cartes réalisées pour les contaminants chimiques permettront d'affiner les éléments déjà observés.

Les données du programme Eau seront utilisées pour mettre en évidence les sites portuaires qui présenteraient des niveaux élevés en sels nutritifs et/ou en microorganismes.

Après avoir précisé les objectifs du RÉPOM et sa stratégie, nous aborderons le programme Sédiment et la méthodologie d'analyse retenue sera détaillée. Lors de l'analyse par substances chimiques de la qualité des sédiments, des éléments de contexte préciseront les sources identifiées, la diffusion dans l'environnement marin et la toxicité des différentes substances. Ensuite, le programme Eau sera traité, des éléments de contexte et les méthodologies d'analyse retenues seront détaillés.

2. Le réseau RÉPOM

Le réseau national de surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments dans les ports maritimes (RÉPOM) a été créé par la circulaire du 7 mars 1997. Un document de cadrage daté d'octobre 1997 est venu préciser les modalités pratiques de prélèvement des échantillons et les paramètres devant faire l'objet d'un suivi.

L'objectif de ce réseau est d'évaluer et de suivre l'évolution de la qualité des eaux et des sédiments des bassins portuaires et, à partir des résultats obtenus, d'évaluer l'impact de ces installations portuaires sur les usages du milieu, que ces usages soient pratiqués dans l'enceinte du port ou à proximité.

Ainsi les plans d'échantillonnage du programme Sédiment ont pour but d'être représentatifs du port ou d'une partie de celui-ci. L'échantillon doit donc être représentatif d'une surface plus ou moins grande dans laquelle peuvent s'exercer des activités diverses : pêche ou plaisance par exemple. L'échantillon à analyser est ainsi constitué à partir d'échantillons élémentaires représentant toutes les situations rencontrées dans le port. Par exemple, pour un port de plaisance, il pourra s'agir de prendre en compte la plaisance permanente, le ponton visiteur, la zone d'avitaillement, la cale de mise à l'eau et l'aire de carénage.

Pour le programme eau, les prélèvements d'eau du réseau RÉPOM sont effectués à l'intérieur des ports ou des chenaux portuaires, afin, non pas de suivre la pollution générée par les divers rejets se déversant dans les bassins, mais de définir une valeur représentative de la qualité des eaux de ce port soumis aux diverses influences :

- rejets pluviaux, urbains, industriels, rejets résultant des plaisanciers eux-mêmes, autres rejets ;
- rivières ou canaux, fossés, étiers, rigoles, etc..., aboutissant au port ou influençant directement la qualité de ses eaux ;
- eaux de ruissellement provenant des terre-pleins portuaires, des zones de carénage ou de réparations navales.

192 ports maritimes font l'objet d'un suivi dont 4 ports situés outre-mer (cf. figure 1). Les ports concernés se situent sur les différentes façades maritimes, présentant ainsi des situations très variées en terme de contexte économique, de bassins versants associés et de conditions environnementales. Les dragages d'entretien et d'approfondissement peuvent avoir lieu au niveau des points de prélèvements des échantillons élémentaires conduisant à introduire une possible variation dans les résultats observés pouvant être due au prélèvement effectué dans des couches sédimentaires précédemment non échantillonnées dans le cadre de ce réseau.

Afin d'appréhender toutes les activités se pratiquant dans les ports maritimes et de couvrir de façon homogène l'ensemble du littoral français, les différents types de port (commerce, pêche, plaisance, militaire) sont pris en compte et seules les principales installations sont retenues. Les ports sont classés en fonction de leur activité et de leur importance (cf. tableau 1). La périodicité des analyses est fonction de ce classement (cf. tableau 2).

Classe	Types de port			
	Militaire	Commerce	Pêche	Plaisance
1	SANS OBJET	0,2 à 0,5 M. Tonnes / an ou 50 000 à 0,2 M. de passagers	500 à 2 000 T / an	100 à 500 anneaux
2		0,5 à 2 M. Tonnes / an 0,2 à 0,5 M. de passagers	2 000 à 5 000 T / an	500 à 1000 anneaux
3		2 à 10 M. Tonnes / an 0,5 à 2 M. de passagers	5 000 à 10 000 T / an	> 1000 anneaux
4		> 10 M. Tonnes / an ou > 2 M. de passagers	> 10 000 T / an	

Tableau 1: Activités et classes des ports maritimes pour le RÉPOM (sédiment et eau)

Les ports faisant l'objet d'un suivi sont au moins de classe 2.

Programme de suivi	Type de port	Militaire	Commerce		Pêche		Plaisance	
			Classe 2-3	Classe 4	Classe 2-3	Classe 4	Classe 2	Classe 3
SEDIMENT	Fréquence d'analyse	1/an	1 sur 2 ans	1/an	1 sur 3 ans	1/an	1 sur 3 ans	1 sur 2 ans
EAU	Fréquence d'analyse	4/an : tous les 3 mois	4/an : tous les 3 mois	4/an : tous les 3 mois	4/an : tous les 3 mois	4/an : tous les 3 mois	2/an : 1 en été, 1 en hiver	4/an : 3 en été, 1 en hiver
	Nombre minimum de points de prélèvements	2	1	2	1	2	1	1

Tableau 2: Fréquence de prélèvement pour les programmes Sédiment et Eau du RÉPOM en fonction de l'activité et de la classe

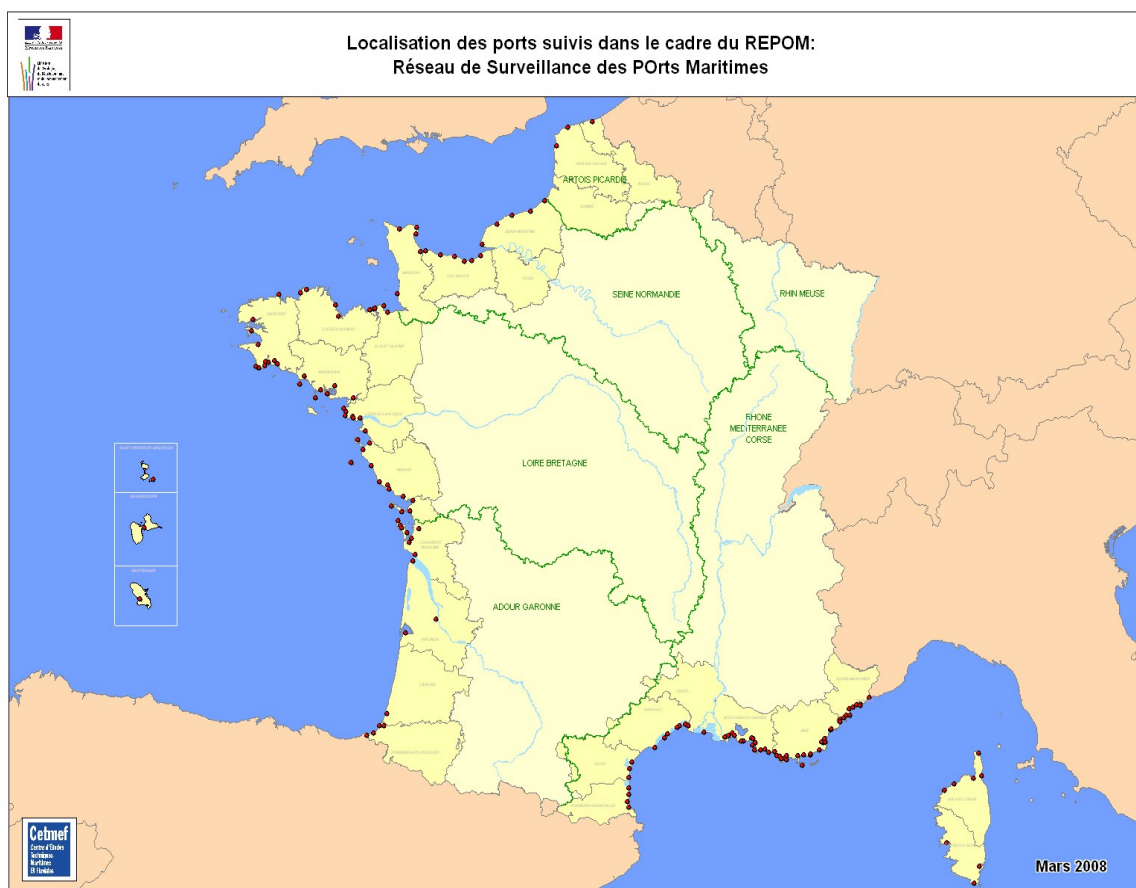


Figure 1: Ports maritimes suivis dans le cadre du RÉPOM (point rouge sur la carte). Les bassins de la DCE sont indiqués en vert.

3. Programme SEDIMENT

3.1 Paramètres mesurés

Pour le programme Sédiment, les paramètres devant être analysés sont :

- descriptif du sédiment : granulométrie, teneur en eau, carbone organique total et aluminium
- micropolluants :
 - paramètres obligatoires : As, Cd, Cu, Sn, Hg, Pb, Zn, hydrocarbures totaux
 - paramètres optionnels : Cr, Ni

D'autres paramètres peuvent également faire l'objet de mesure tels que les PCB, les HAP, le TBT et ses produits de dégradation.

Pour les métaux obligatoires et optionnels, les mesures sont effectuées par l'ensemble des départements et des données sont disponibles dans 183 ports sur 192. Les 7 ports manquants sont situés en Seine-Maritime et les données ne sont pas actuellement disponibles au format numérique. Ces ports sont exclus du bilan pour la suite des analyses, le travail sera effectué sur 183 ports ou 179 sans les ports d'outre-mer qui seront traités à part.

Les 7 congénères de PCB sont mesurés par l'ensemble des départements de métropole excepté la Haute-Corse. Des données relatives aux 7 congénères de PCB sont disponibles au format numérique pour ce bilan dans 74 % des ports maritimes suivis dans le cadre du RÉPOM (183 ports avec l'outre-mer).

95 % (173/183, outre-mer inclus) des ports suivis dans le cadre du RÉPOM disposent de données relatives aux HAP. Pour les 6 HAP dit de Borneff (benzo(a)pyrène, benzo(ghi)pérylène, benzo(k)fluoranthène, benzo(b)fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, fluoranthène), des données sont disponibles simultanément pour 83 % des ports suivis dans le cadre du RÉPOM (outre-mer compris).

L'ensemble des départements mesure le TBT, excepté la Seine-Maritime, la Haute-Corse, la Guadeloupe et Saint-Pierre-et-Miquelon, ainsi 93 % des ports suivis dans le cadre du RÉPOM ont fait l'objet de mesure pour ce paramètre.

Certains départements mesurent également le MBT et le DBT. Il s'agit des départements situés sur le littoral méditerranéen, de la Corse du Sud, de certains départements bretons, de la Loire-Atlantique, du Calvados et du Nord. 54 % (99/183, outre-mer inclus) des ports suivis disposent de données pour ces paramètres.

3.2 Méthode d'analyse

L'analyse des données RÉPOM du programme Sédiment se fera à une échelle nationale. Les analyses réalisées permettront d'effectuer des bilans pour les différents contaminants chimiques suivis.

Différents facteurs peuvent influencer les caractéristiques physiques ou chimiques des sédiments. Les données seront ainsi agrégées par :

- *zone géographique en s'appuyant sur les bassins de la Directive Cadre sur l'Eau* : Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne, Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée et Corse. Les données outre-mer seront traitées à part. La liste des ports appartenant à chaque zone est définie en annexe 1. Il convient d'être prudent par rapport aux informations apportées par une telle analyse du fait de la forte variabilité interne des échantillons utilisés pour cette analyse par zone géographique. En effet, des ports très variés sont agrégés. L'activité des ports, leur taille sont des

paramètres a priori importants pour expliquer les pressions anthropiques auxquelles sont soumis les ports, or ils ne sont pas pris en compte dans cette analyse (cf. § 3.6 et 3.7). Ce sont d'éventuelles grandes tendances qui seront recherchées.

- *activité* : Commerce (C), Pêche (P), Plaisance (V), Militaire (M). L'analyse par activité permet d'agréger des ports aux fonctions similaires. Même s'il existe une variabilité interne, les ports présenteront des similitudes en terme d'exploitation, d'hinterland. Par exemple, les ports de commerce hébergeront une activité industrielle souvent plus importante que les ports de pêche ou de plaisance. Les marchandises manipulées seront également différentes. Finalement, les sources de pollutions éventuelles pourront être différentes.
- *classe* : Ports ayant une forte activité (classe 4), ports de moindre activité (classe 2 et 3). Pour les ports de commerce c'est le tonnage et/ou le nombre de passagers transportés qui permettent de définir la classe. Dans les deux cas la taille des navires augmente avec la quantité transportée. Pour les ports de pêche, la classification est liée au tonnage qui est directement lié à la taille des navires. Aussi les ports de classe 4 accueilleront des unités pouvant dépasser 25m. Pour les ports de plaisance, c'est le nombre de place qui est pris en compte, la taille des navires n'intervient pas.
- *exposition océanique, pour la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique* : Mer Fermée, Mer Ouverte, Estuaire. Les ports fermés présentent des renouvellements d'eau moins importants voire quasi inexistant par rapport aux autres types de port, ainsi ils ont a priori une capacité de piégeage des substances rejetées plus importante.

Il n'y aura pas d'analyse de l'évolution temporelle à une échelle nationale. En effet, en fonction des paramètres et des ports concernés la fréquence d'échantillonnage peut varier si bien que l'échantillon de ports utilisé n'est pas forcément le même d'une année sur l'autre. Cette analyse relève d'études locales spécifiques¹ à chaque port et à chaque point de mesure.

Les données disponibles seront qualifiées par rapport à des niveaux de référence. Les niveaux utilisés sont ceux à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire. Pour chaque substance sélectionnée en fonction des connaissances et de sa représentativité en matière de potentiel d'impact sur le milieu naturel dans le cas de sédiments dragués destinés à être immergés, deux seuils ont été définis correspondant à des niveaux de potentiel d'impact croissant sur un même milieu (circulaire 14 juin 2000). Certains niveaux ont une valeur réglementaire et d'autres sont à l'état de proposition scientifique. Les niveaux utilisés pour cette étude sont définis ci-dessous. Ces niveaux correspondent à une logique d'appréciation de l'incidence sur le milieu aquatique d'une opération de dragage et de gestion en mer des matériaux résultants.

L'appréciation effectuée s'appuie sur deux niveaux (N1 et N2) définissant trois classes de qualité, d'après la circulaire du 14 juin 2000 :

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

Des cartes nationales présentent par contaminant l'ensemble des données acquises dans le cadre du programme Sédiment du RÉPOM. Les données sont qualifiées par rapport aux niveaux de référence. Pour chaque port, il est indiqué son nom, son activité, sa classe, son exposition océanique via un symbole ainsi que la classe de qualité des sédiments.

Ainsi, pour chaque point RÉPOM, les données de 1997 à 2006 sont positionnées à partir d'un code couleur dans 10 cellules successives :

- donnée inférieure ou égale au premier niveau : cellule verte.

¹ Par exemple : rapports d'analyse des données RÉPOM produits par la DDE 50, la DDE 44, la DDE 14, la DDE 13, la DRE LR

- donnée supérieure stricte au niveau N1 et inférieure ou égale au niveau N2 : cellule jaune.
- donnée supérieure stricte au niveau N2 : cellule rouge.
- lorsqu'il n'y a pas de donnée disponible : cellule blanche.

Par exemple, la carte ci-dessous présente les résultats pour le zinc pour les ports des Landes et de la Côte Basque suivis dans le cadre du RÉPOM. Le port de plaisance de Biarritz dispose de données en 2001 et 2005 pour le zinc et les niveaux mesurés sont inférieurs à N1 (cellule verte).

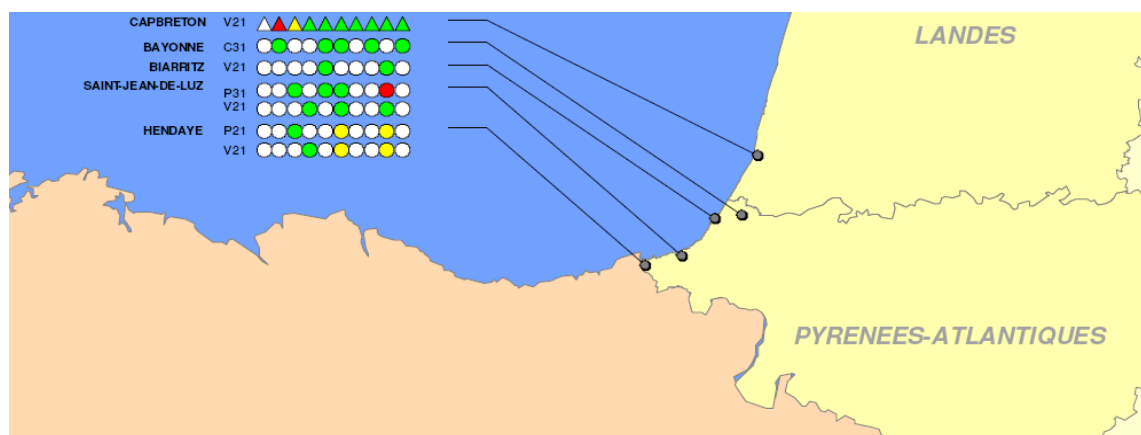


Figure 2: Extrait carte nationale Zinc, RÉPOM SEDIMENT, données de 1997 à 2006.

L'ensemble des cartes est rassemblé dans un CD-ROM joint à ce rapport. En annexe est placé le détail des points RÉPOM du programme Sédiment avec leur dénomination locale.

Sept ports de Seine-Maritime (Le Tréport Pêche, Dieppe Commerce, Dieppe Pêche, Dieppe Plaisance, Saint-Valérie Pêche, Fécamp Pêche, Fécamp Plaisance) pour lesquels les données ne sont pas disponibles au format numérique ne seront pas pris en compte pour ce bilan, aussi, les analyses (pourcentage calculé par exemple) seront effectuées sur 181 ports, les 4 ports d'outre-mer (Martinique, Guadeloupe, Saint-Pierre et Miquelon) étant traités à part (cf. § 3.6 et 4.5).

L'analyse des cartes permettra d'affiner les analyses issues de l'agrégation des données. Des analyses par port seront effectuées. Dans ce cas, les calculs de pourcentages de dépassement d'un niveau seront effectués à partir du nombre de ports pour lesquels des données sont effectivement disponibles au cours de la période 1997-2006 pour le contaminant étudié.

Les niveaux de référence utilisés pour le bilan national du programme sédiment du réseau RÉPOM sont les suivants :

Niveaux de référence (en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)			
Source	Élément	niveau N1	niveau N2
Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux.	Arsenic	25	50
	Cadmium	1,2	2,4
	Chrome	90	180
	Cuivre	45	90
	Mercure	0,4	0,8
	Nickel	37	74
	Plomb	100	200
	Zinc	276	552
	PCB Totaux	0,5	1
	PCB congénère 28	0,025	0,05
	PCB congénère 52	0,025	0,05
	PCB congénère 101	0,05	0,1
	PCB congénère 118	0,025	0,05
	PCB congénère 138	0,05	0,1
	PCB congénère 153	0,05	0,1
	PCB congénère 180	0,025	0,05
Proposition par GEODE (réunion GEODE 30 janvier 2007 à Bordeaux)	Tributylétain (en mg TBT / kg)	0,1	0,4
N1 et N2 proposition IFREMER, PNETOX [1], 6 HAP en italique. N1 confirmé par GEODE (réunion GEODE 30 janvier 2007 à Bordeaux) N2 en attente de données supplémentaires.	Acénaphène	0,11	
	Anthracène	0,51	
	Benzo(a)anthracène	0,71	
	<i>Benzo(a)pyrène</i>	0,2	1
	Benzo(ah)anthracène	0,11	
	<i>Benzo(b)fluoranthène</i>	0,3	3
	<i>Benzo(ghi)perylène</i>	0,2	1
	<i>Benzo(k)fluoranthène</i>	0,2	2
	Chrysène	1,01	
	Dibenzo(ah)anthracène	0,1	
	<i>Fluoranthène</i>	0,4	5
	Fluorène	0,17	
	<i>Indeno(123cd)pyrène</i>	0,2	1
	Naphtalène	0,21	
	Phénanthrène	1,01	
	Pyrène	1,51	

Tableau 3: Niveaux de référence pour l'analyse des données du programme sédiment

3.3 Répartition des données

Les paramètres considérés sont les métaux, les polychlorobiphényles, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et le tributylétain. Les pourcentages correspondent à la somme des données disponibles.

Deux bassins versants de part leur nombre important de ports contribuent fortement au jeu de données du programme Sédiment du RÉPOM, il s'agit du bassin Loire-Bretagne (32 %) et du bassin Rhône-Méditerranée (38 %), qui à eux deux fournissent 70 % des données relatives aux sédiments.

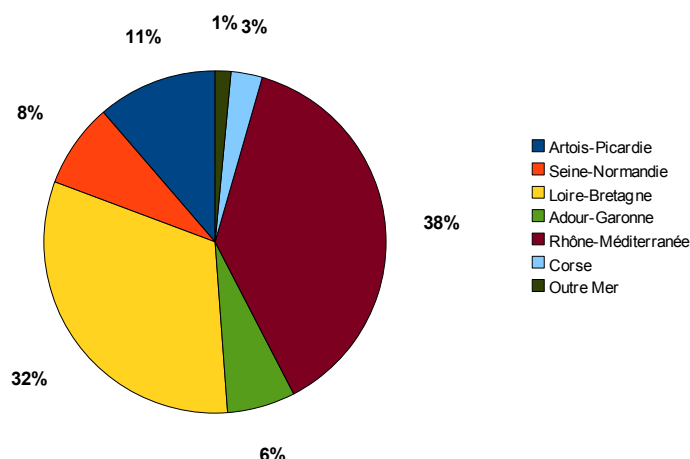


Figure 3: Provenance des données du programme Sédiment du RÉPOM relatives aux contaminants chimiques en fonction des zones géographiques

Près de la moitié des données du programme Sédiment du RÉPOM provient des ports de plaisance, tandis qu'un tiers provient des ports de commerce et environ un cinquième des ports de pêche. Les ports militaires contribuent faiblement à l'échantillon. En effet, pour le RÉPOM, seuls les ports de Cherbourg, Brest et Lorient sont concernés par cette catégorie.

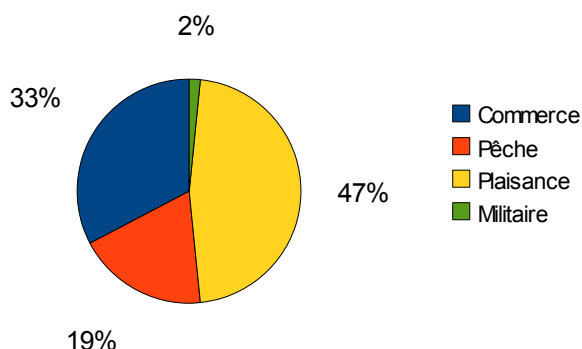


Figure 4: Provenance des données du programme Sédiment du RÉPOM relatives aux contaminants chimiques en fonction de l'activité des ports maritimes

Une part importante des données de la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique provient des ports ouverts tandis qu'environ un cinquième des données provient des ports fermés. Les ports d'estuaire contribuent pour 17 %.

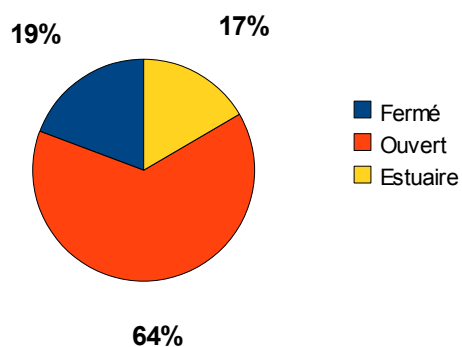


Figure 5: Provenance des données du programme Sédiment du RÉPOM relatives aux contaminants chimiques en fonction de l'exposition océanique pour la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique (de Dunkerque à Hendaye)

3.4 Paramètres descriptifs du sédiment

À l'échelle nationale, la Corse se différencie des autres bassins versants par une fraction inférieure à 63 μm significativement plus faible (test de Kruskal-Wallis $p < 0,05$, logiciel Statgraphics Centurion) et une teneur moyenne en carbone organique total plus faible sans que cela soit significatif. La Loire-Bretagne présente une teneur moyenne en aluminium plus élevée que celle observée pour les autres bassins versants (test de Kruskal-Wallis $p < 0,05$, logiciel Statgraphics Centurion).

Il n'est pas observé de différence significative en fonction de l'exposition océanique² et de l'activité³ des ports maritimes.

Compte tenu du faible nombre de ports militaires, l'intervalle de confiance à 95 % n'est pas indiqué et seule la moyenne arithmétique est représentée.

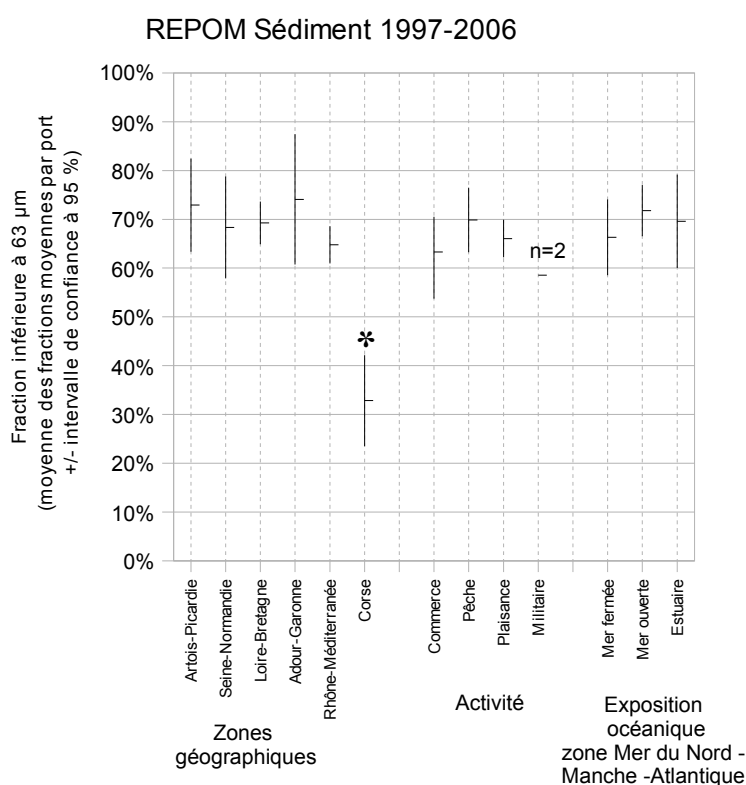


Figure 6: Fraction inférieure à 63 μm (moyenne), programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, * signifie différence significative

² **Facteur exposition océanique** pour la fraction inférieure à 63 microns, facteur exposition océanique (ANOVA $p = 0,5487 > 0,05$ logiciel Statgraphics Centurion), la teneur en aluminium (ANOVA $p = 0,1914 > 0,05$ logiciel Statgraphics Centurion) et la teneur en carbone organique total (ANOVA $p = 0,2927 > 0,05$ logiciel Statgraphics Centurion)

³ **Facteur activité des ports maritimes** pour la fraction inférieure à 63 microns, facteur exposition océanique (ANOVA $p = 0,3972 > 0,05$ logiciel Statgraphics Centurion), la teneur en aluminium (ANOVA $p = 0,2075 > 0,05$ logiciel Statgraphics Centurion) et la teneur en carbone organique total (ANOVA $p = 0,4154 > 0,05$ logiciel Statgraphics Centurion)

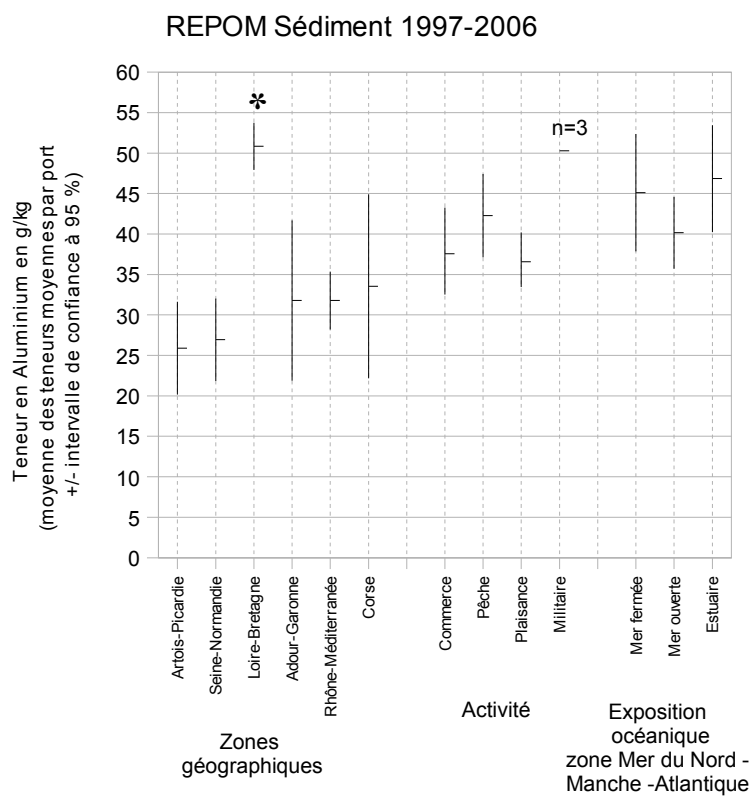


Figure 7: Teneur en aluminium (moyenne), programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, * signifie différence significative

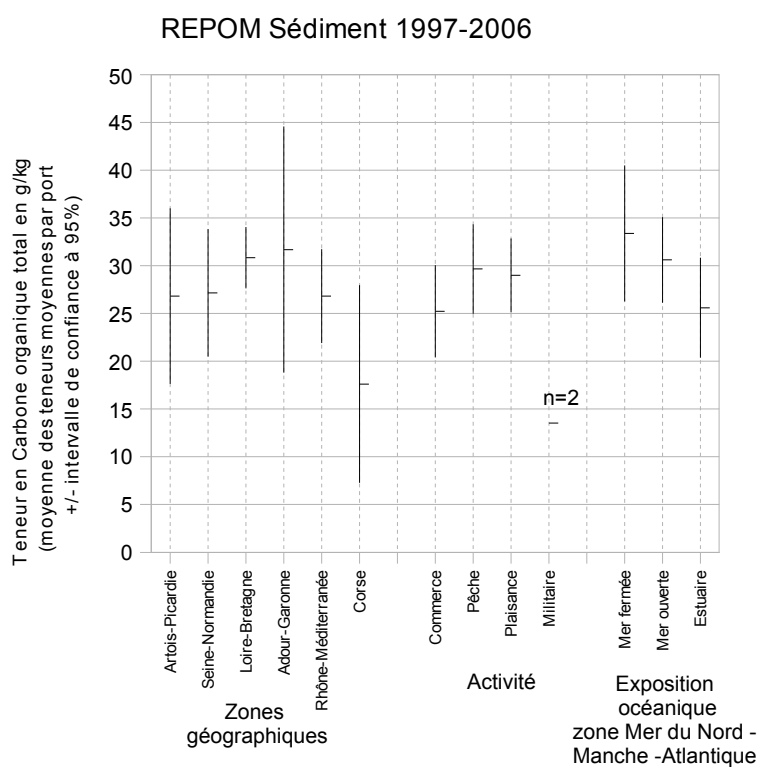


Figure 8: Teneur en carbone organique total (moyenne), programme Sédiment du RÉPOM

3.5 Contaminants chimiques

3.5.1 France

Au niveau national, l'ensemble des contaminants pour lesquels un niveau N2 existe montre un dépassement allant de 0,1 % à 36,5 % en fonction de la substance chimique considérée.

À partir du classement en 3 classes de qualité, il est possible de hiérarchiser au niveau national les contaminants présentant des niveaux élevés au regard de la grille d'analyse utilisée. Quatre catégories sont identifiables en fonction de leur contribution à la dégradation de la qualité des sédiments portuaires :

- TBT et Cuivre.
- Mercure, Plomb, Zinc, PCB (CB 180, CB 153, CB 138, CB 118, CB 101), 3 HAP (Benzo(a)pyrène, Benzo(ghi)pérylène, Indeno(123-cd)pyrène).
- Cadmium.
- 3 HAP (Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Fluroanthène).

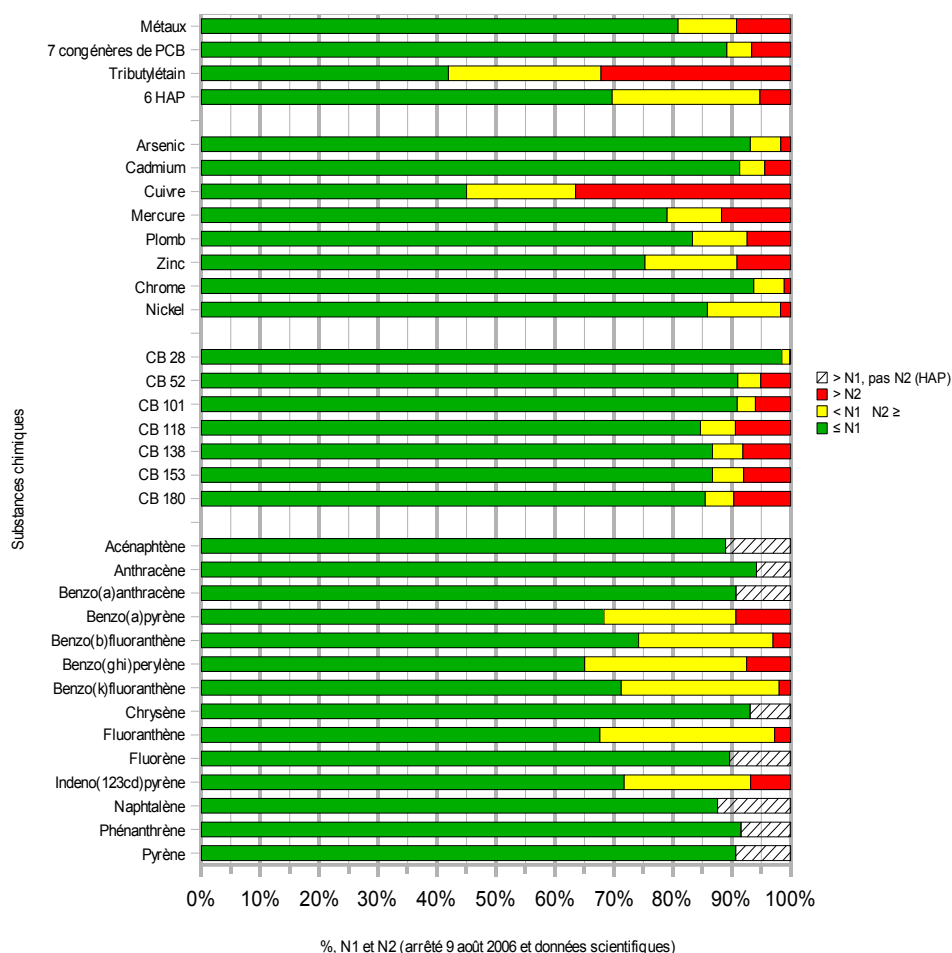


Figure 9: France, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

3.5.2 Zones géographiques (Bassins)

Pour chaque bassin, un graphique positionne les données pour les contaminants chimiques mesurés dans les sédiments par rapport aux niveaux de référence (N1, N2). L'analyse de ces graphiques est rassemblée ci-dessous.

Artois-Picardie

Ce bassin présente des dépassements de N2 qui sont modérés. Les contaminants qui ressortent sont :

- Cadmium, Zinc
- Mercure

Plusieurs substances chimiques ne dépassent pas le niveau N1 : arsenic, 7 congénères de PCB, 4 HAP.

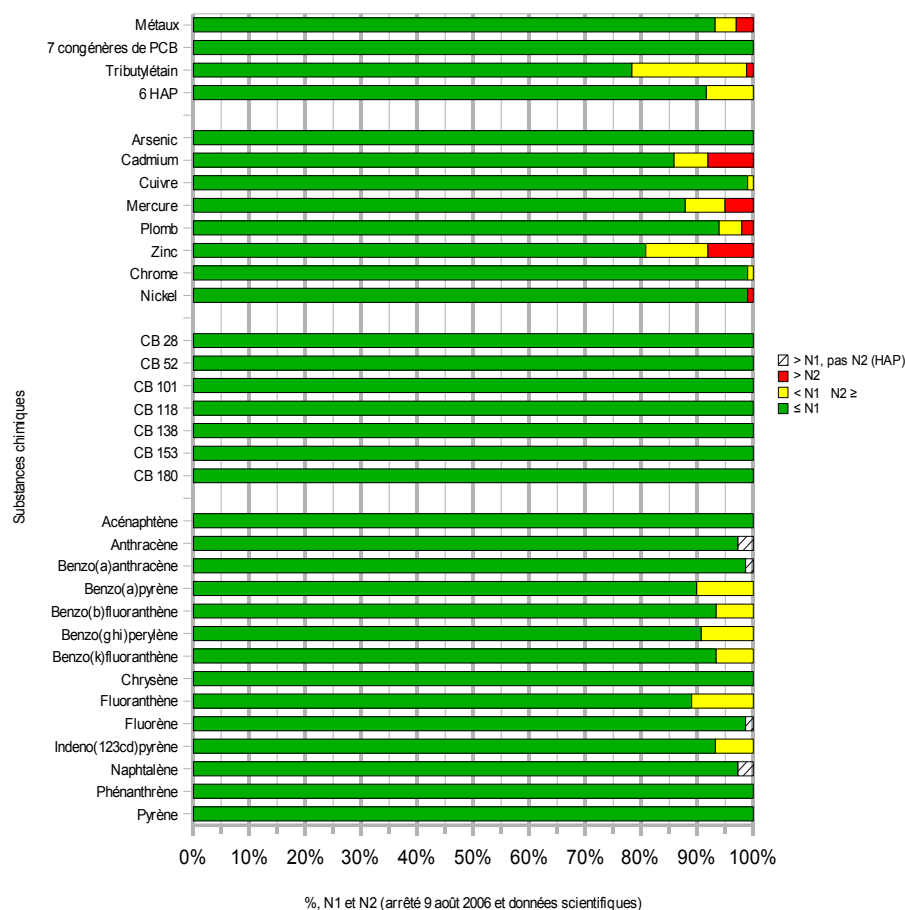


Figure 10: Artois-Picardie, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

Seine-Normandie

Les contaminants qui ressortent sont :

- TBT, Cuivre
- HAP (Benzo(a)pyrène, Benzo(ghi)pérylène, Indeno(123-cd)pyrène)
- Cadmium

L'arsenic et le CB 28 ne dépassent pas le niveau N1.

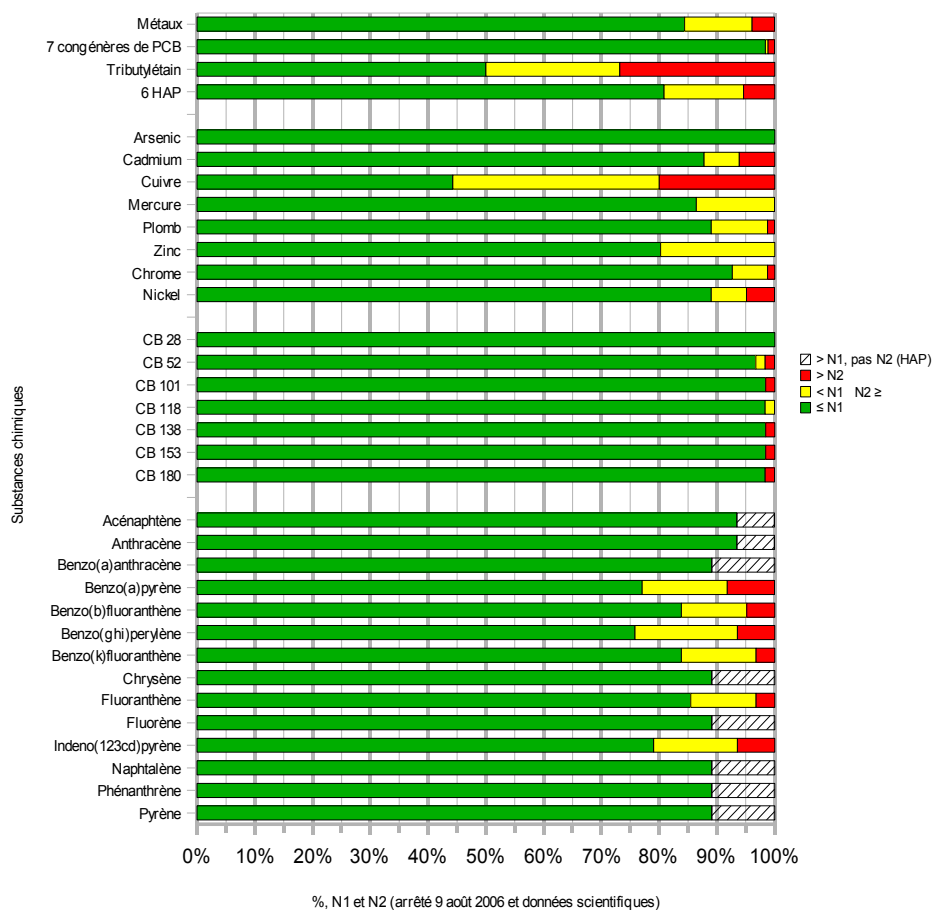


Figure 11: Seine-Normandie, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

Loire-Bretagne

Les contaminants qui ressortent sont :

- TBT, Cuivre
- 6 HAP
- PCB (excepté le CB 28)
- Zinc

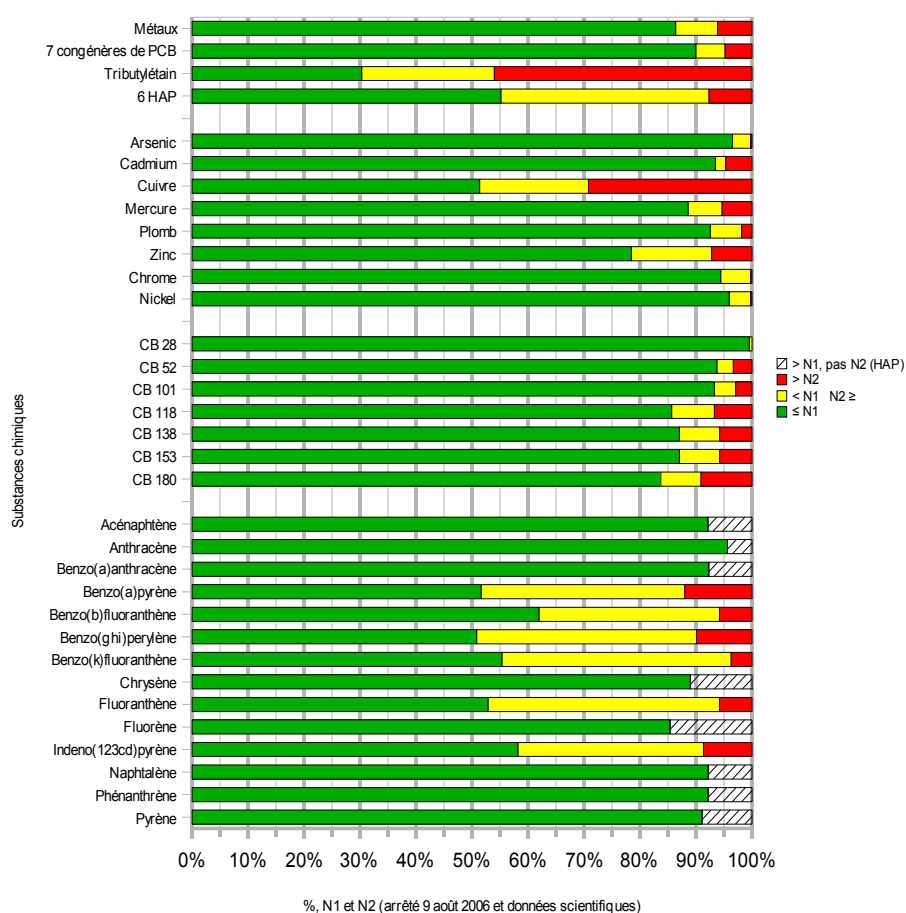


Figure 12: Loire-Bretagne, programme Sédiment du R  POM, 1997    2006, niveaux de référence.

Adour-Garonne

Les contaminants qui ressortent sont :

- TBT, Cuivre
- Acénaphthène

6 HAP et le CB 28 ne dépassent pas le niveau N1.

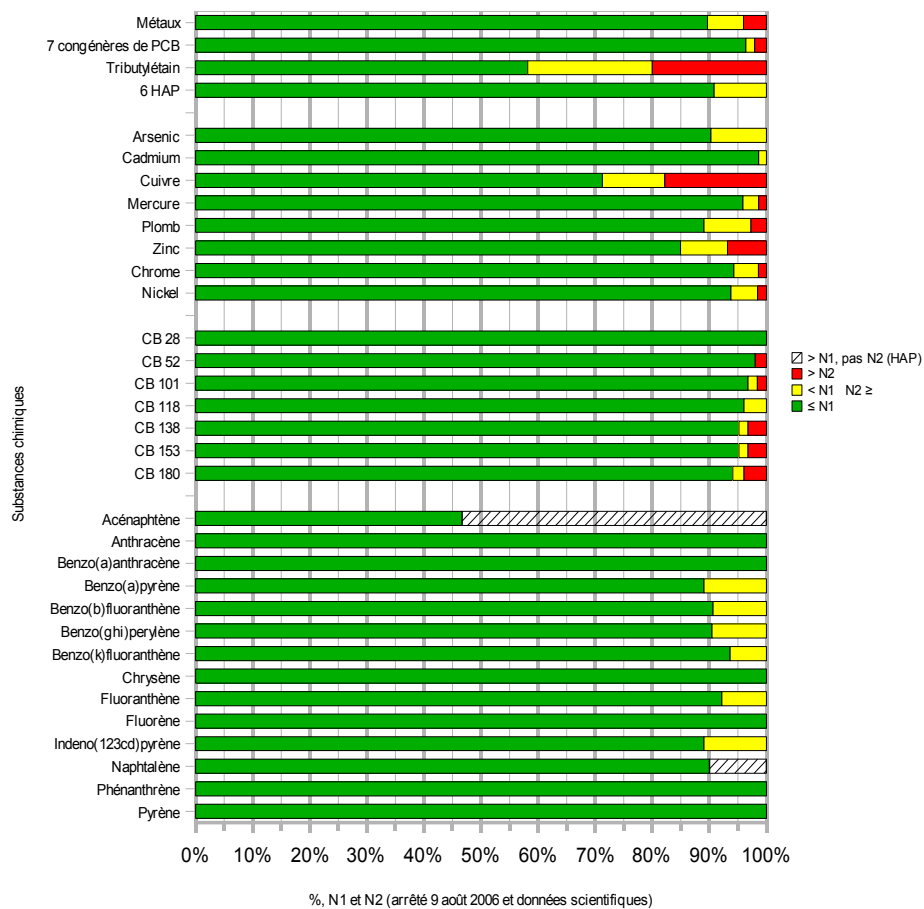


Figure 13: Adour-Garonne, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

Rhône-Méditerranée

Les contaminants qui ressortent sont :

- Cuivre
- TBT, Mercure
- Plomb, PCB (excepté le CB 28)
- Zinc
- HAP (Benzo(a)pyrène, Benzo(ghi)pérylène, Indeno(123-cd)pyrène)

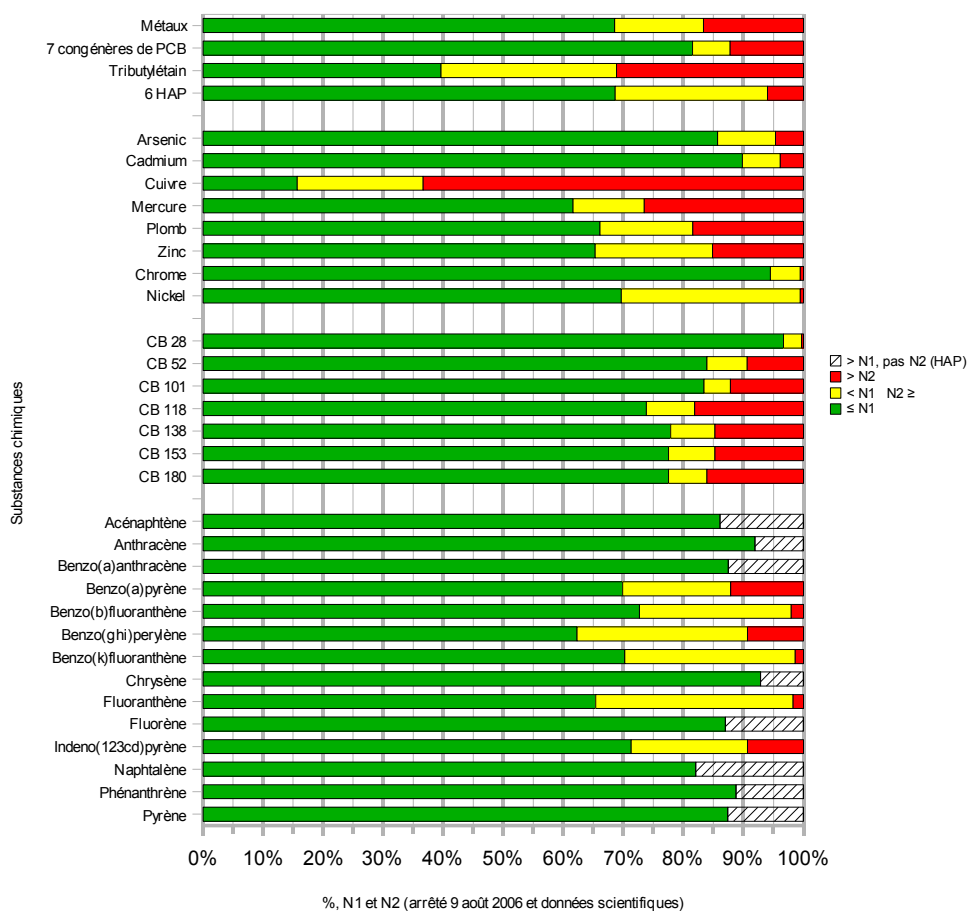


Figure 14: Rhône-Méditerranée, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

Corse

Les contaminants qui ressortent sont :

- TBT, Nickel
- Cuivre, Chrome
- HAP (Benzo(a)pyrène, Benzo(ghi)pérylène)

Plusieurs substances chimiques ne dépassent pas le niveau N1 : arsenic, 4 PCB, 2 HAP.

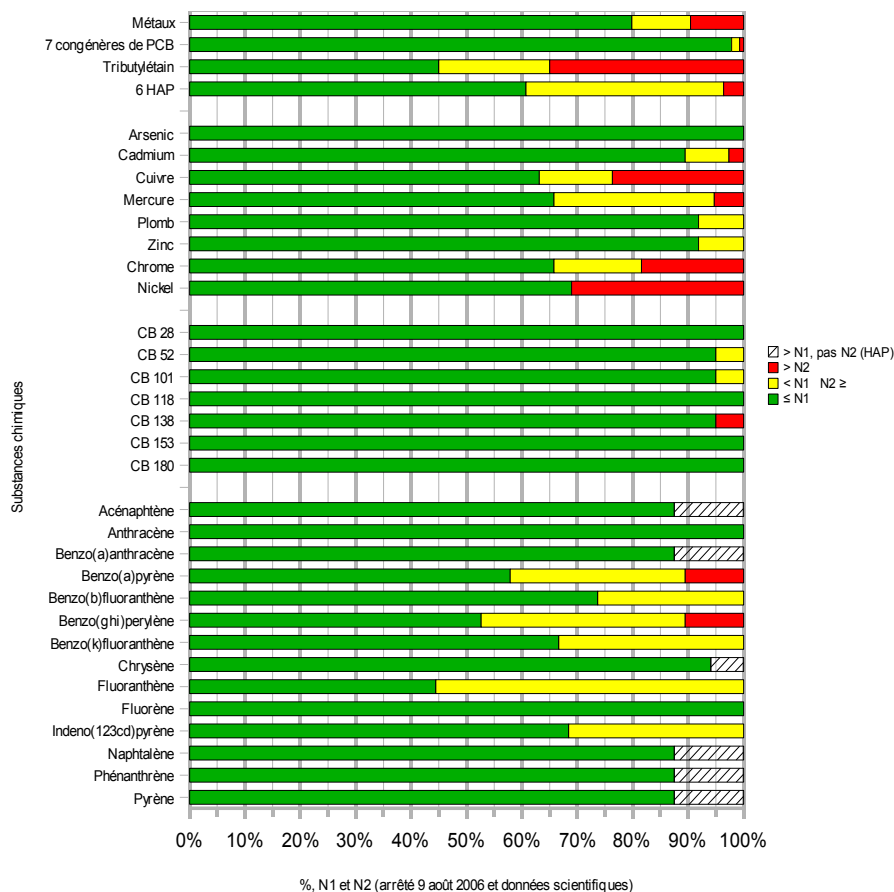


Figure 15: Corse, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

Bilan par zone géographique

L'Artois Picardie présente de faibles pourcentages de dépassement de N2 par rapport aux autres zones géographiques. Ceci s'explique en partie, d'après le SN 59/62 (service chargé de la police des eaux littorales dans le Nord et le Pas-de-Calais), par la position des stations de mesure du RÉPOM sédiment dans les ports de Boulogne-sur-mer, Calais et Dunkerque qui sont localisées dans des bassins ouverts (à l'exception d'un point dans le bassin maritime à Dunkerque), et dans des secteurs régulièrement dragués. Les prélèvements sont généralement réalisés avant dragage et sont donc représentatifs du dépôt sédimentaire des 6 à 12 mois précédents. Ces deux informations (bassins ouverts, régulièrement dragués) expliquent en partie les niveaux de contamination plutôt limités des sédiments prélevés dans le cadre du RÉPOM dans ce bassin hydrographique. Le SN 59/62 souligne que des analyses réalisées dans d'autres secteurs, dans un cadre autre que le RÉPOM (études particulières, autres réseaux, ...) révèlent selon la configuration du site (bassin fermé, pression industrielle locale, ...) des niveaux de contamination en TBT et métaux lourds pouvant parfois dépasser le niveau N2 (pollutions historiques principalement).

Le TBT et le cuivre sont fortement présents dans les autres bassins versants. Le secteur Rhône-méditerranée présente d'importants dépassements de N2 par rapport aux autres secteurs particulièrement pour le cuivre et le mercure.

La Corse présente des niveaux élevées en Nickel et en Chrome par rapport aux autres secteurs. Ceci s'explique, d'après le service chargé de la police des eaux littorales en Haute-Corse par un bruit de fond élevé pour ces deux métaux et la présence d'une ancienne mine d'amiante en Haute-Corse, fermée depuis une quarantaine d'années.

3.5.3 Analyse en fonction de l'activité

À partir du classement en 3 classes de qualité, il est possible de hiérarchiser les contaminants présentant des niveaux élevés au regard de la grille d'analyse utilisée.

Pour les ports de commerce, plusieurs contaminants sont identifiables en fonction de leur contribution à la dégradation de la qualité des sédiments portuaires :

- TBT et Cuivre
- Mercure, Zinc, PCB (excepté le CB 28)) et HAP (Benzo(a)pyrène, Benzo(ghi)pérylène, Indeno(123-cd)pyrène)

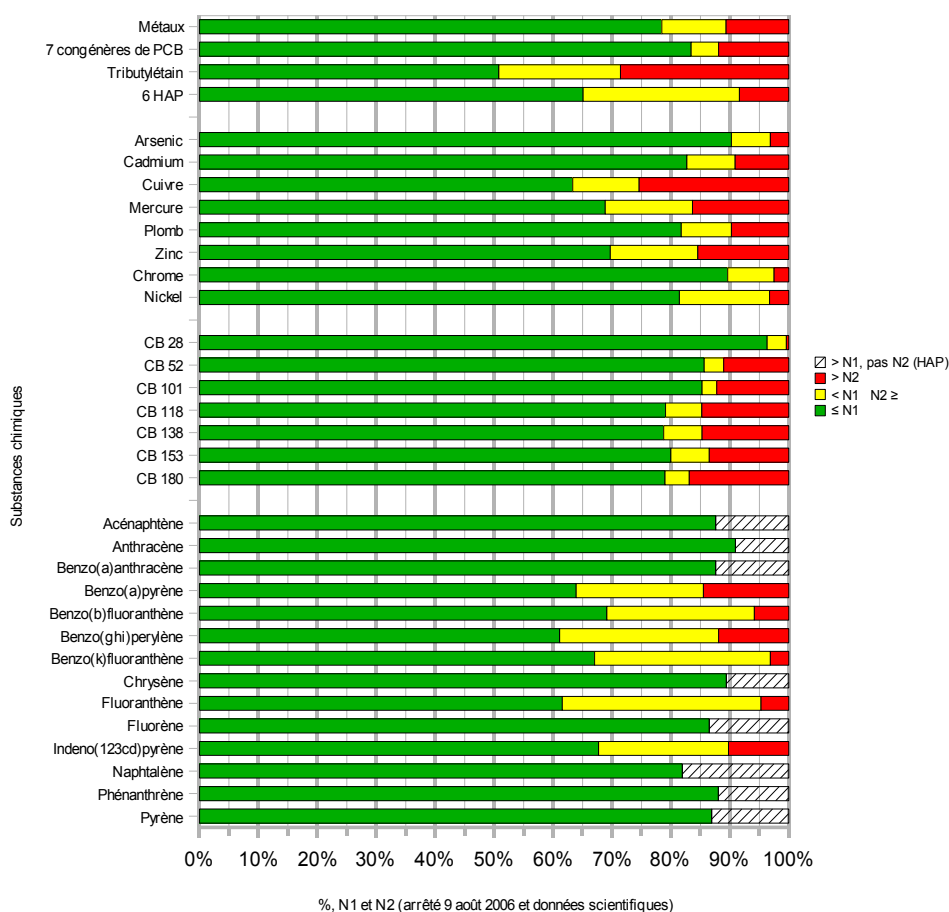


Figure 16: Ports de commerce, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence

Pour les ports de pêche, les contaminants qui ressortent sont :

- TBT (N2 = 50,3 %)
- Cuivre
- Zinc
- 6 HAP (important dépassement de N1)

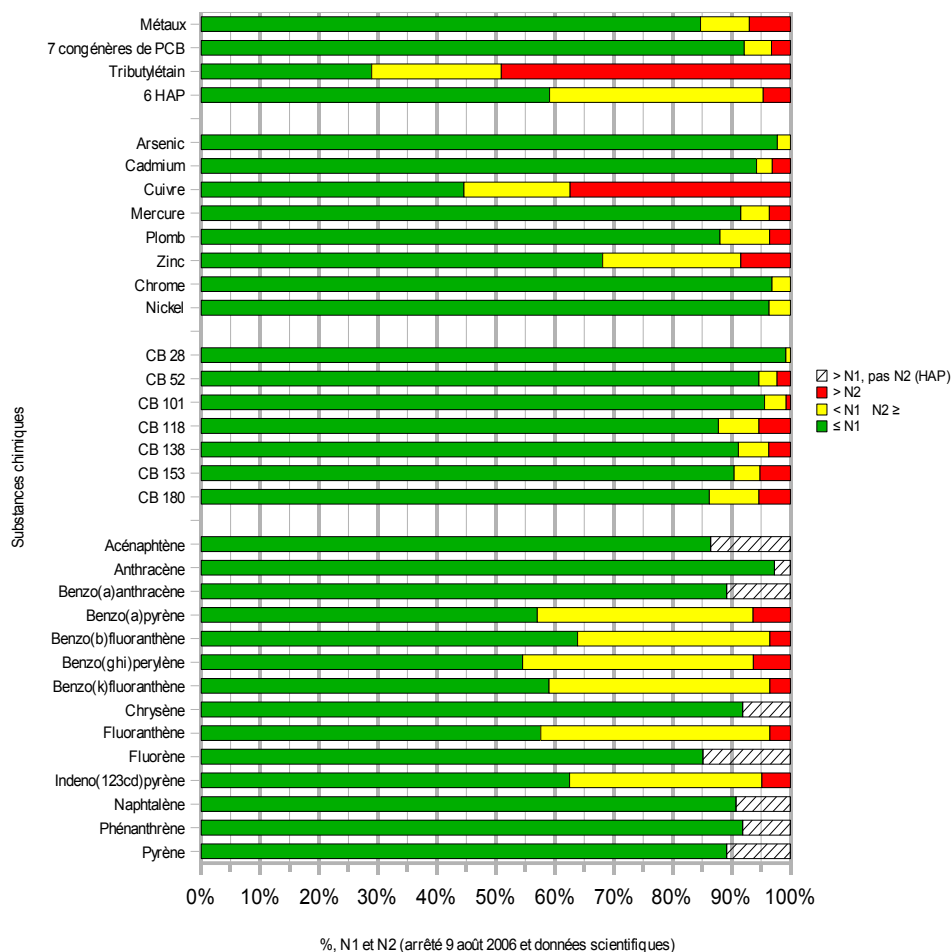


Figure 17: Ports de pêche, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence

Pour les ports de plaisance, les contaminants qui ressortent sont :

- TBT et Cuivre
- Mercure

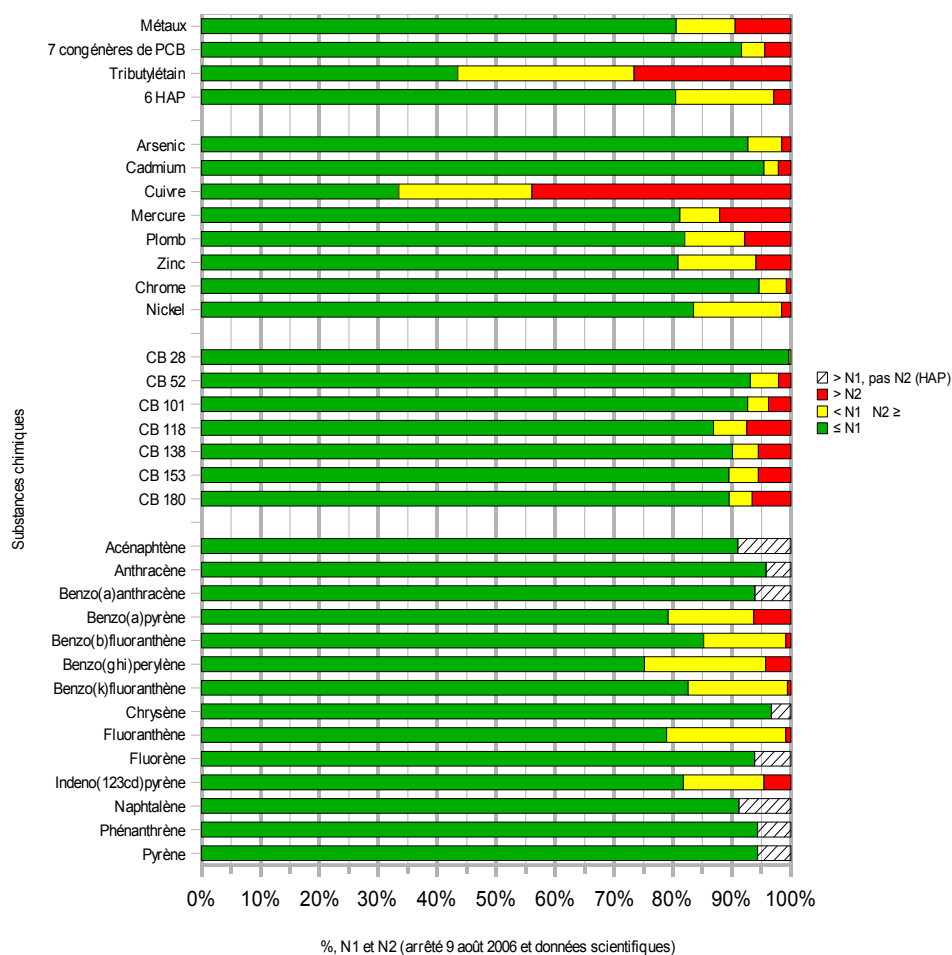


Figure 18: Ports de plaisance, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence

Pour les ports militaires, les contaminants qui ressortent sont :

- TBT (N2 = 55,6 %)
- Mercure, Cuivre

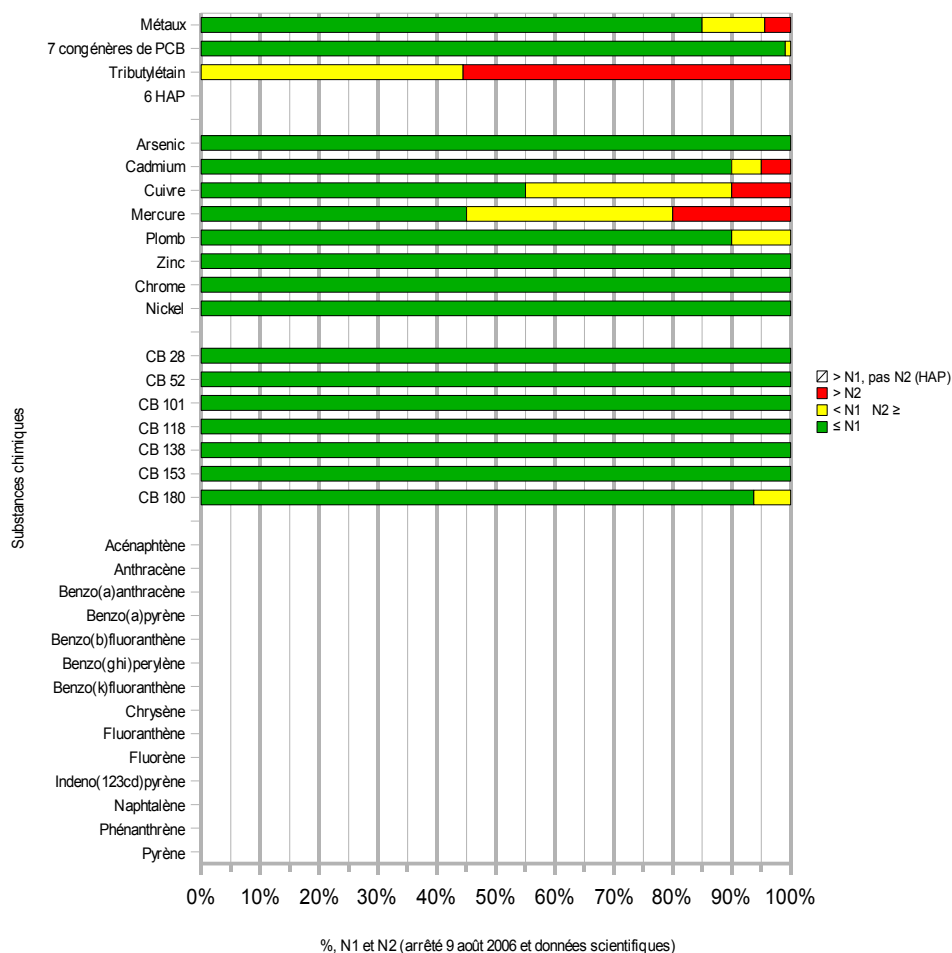


Figure 19: Ports militaires, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.

Pas de données HAP car seules les données de Brest sont disponibles conduisant à un manque de représentativité.

Bilan par activité

Quelle que soit l'activité, le polluant présentant le plus important dépassement de N2 est le TBT. Le cuivre apparaît également pour l'ensemble des activités. Les PCB ne ressortent fortement que pour les ports de commerce. Les HAP ressortent pour les ports de commerce et dans une moindre mesure pour les ports de pêche. Exceptés les ports de pêche, le mercure ressort pour les autres activités.

3.5.4 Analyse en fonction de la classe des ports maritimes

Pour les ports de commerce, quatre contaminants et une famille de contaminants ressortent lors d'une comparaison entre les niveaux observés dans les ports de classe 4 (> 10 Millions de Tonnes de marchandises ou > 2 Millions de passagers) et dans les autres ports.

Les ports ayant une activité importante (classe 4) montrent des dépassements de N2 plus forts que les ports de classe 2 ou 3 pour le mercure, le zinc et le plomb.

Le TBT et les 6 HAP présentent des niveaux plus élevés dans les ports de moindre importance par rapport aux ports de classe 4.

Pour les HAP, une meilleure gestion des rejets dus à la zone d'avitaillement et une gestion des eaux de cale plus performantes dans les ports de plus grande importance pourraient expliquer cette différence.

Ports de commerce, effet de la classe (classe 4 et inf à classe 4)

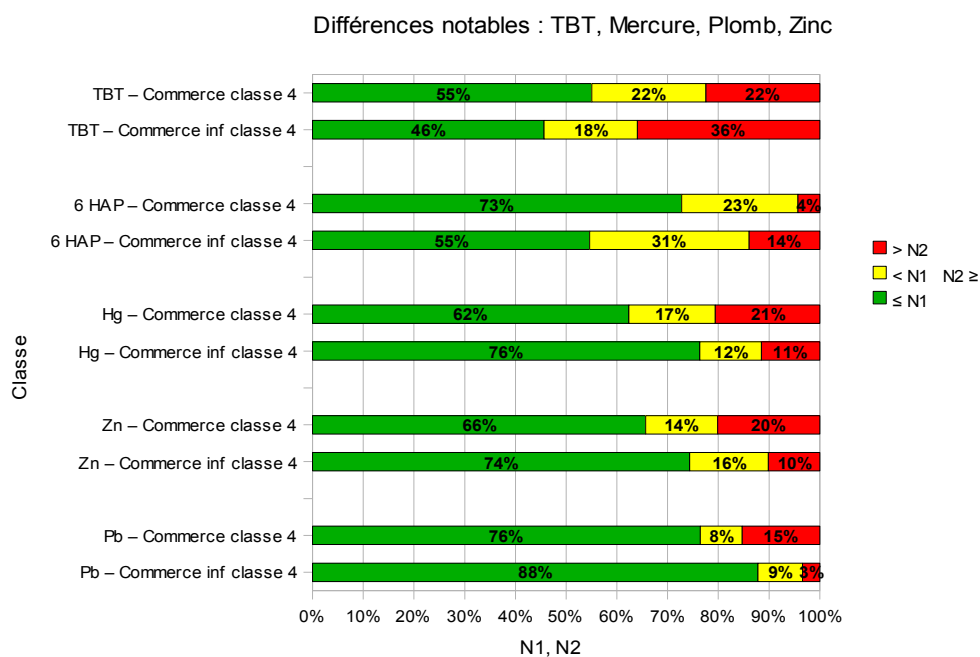


Figure 20: Ports de commerce, effet de la classe, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence

Pour les ports de pêche deux contaminants montrent des niveaux de dépassement de N2 nettement supérieurs dans les ports ayant une forte activité (classe 4, > 10 000 Tonnes/an) par rapport aux ports de classe 2 ou 3, il s'agit du TBT et du cuivre. Pour les ports de classe 4, les pourcentages de dépassement de N2 pour ces contaminants sont supérieurs ou égaux à 60 %, ce qui est important.

Le zinc présente des niveaux plus élevés dans les ports de forte activité mais cette différence est moins forte que celles observées pour le TBT et le cuivre.

Le TBT, le cuivre et le zinc interviennent dans les peintures antisalissures des navires, le TBT restant autorisé pour les grandes unités supérieures à 25 mètres de long. La taille des ports de pêche est liée aux tonnages débarqués qui sont eux-même liés à la taille des navires. Si bien que les ports de classe 4 abriteront les navires de plus grande taille pouvant dépasser 25 mètres de long. Ceci pourrait expliquer les plus forts dépassements observés au niveau des ports de pêche de taille importante. De plus, les surfaces de coques sont plus grandes donc la diffusion à partir des peintures sera plus importante pour les navires de taille importante. Ainsi, même si autrefois le TBT était largement utilisé, ce sont encore les ports accueillant les plus grandes unités qui ont aussi été soumis aux flux les plus forts.

Pour les ports de plaisance, les niveaux atteints fonction de la classe sont similaires, sans que des différences notables n'apparaissent. Les ports ont été regroupés en deux catégories : classe 3 (supérieure à 1000 anneaux) et classe 2 (entre 500 et 1000 anneaux).

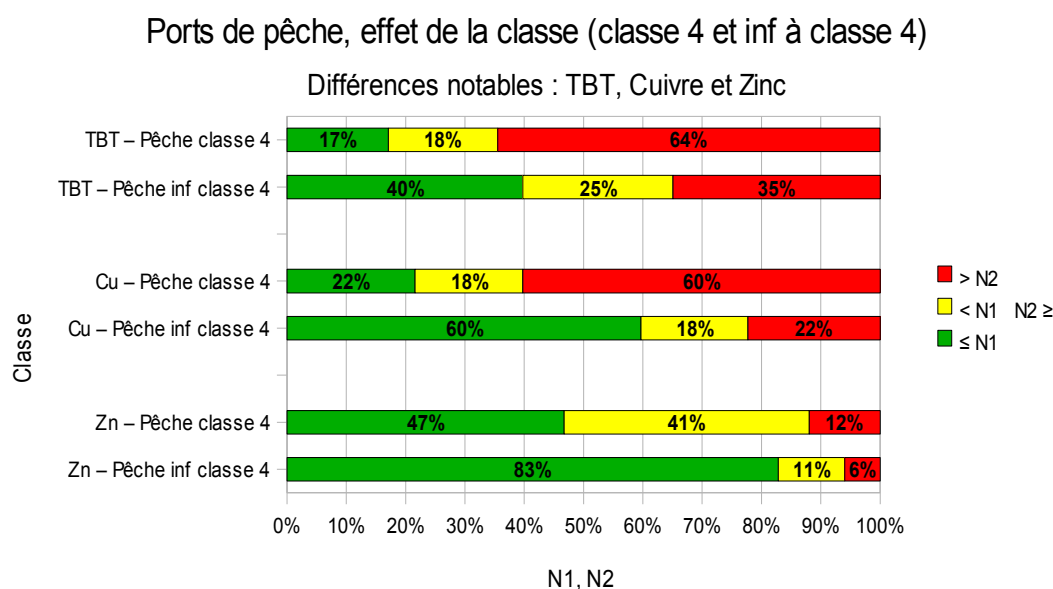


Figure 21: Port de pêche, effet de la classe, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence

3.5.5 Analyse par contaminants

3.5.5.1 Métaux

Arsenic

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

L'arsenic est présent naturellement dans les sols à l'état de traces mais il est associé sous forme de sulfure à de nombreux minerais (fer, cuivre, plomb, zinc) dont l'extraction, le transport, et le traitement métallurgique contribuent à sa dissémination dans l'environnement. La combustion du charbon est aussi une source majeure de contamination. En milieu côtier et estuarien, le comportement de l'arsenic dissous est très dépendant de l'adsorption sur les particules riches en fer qui sédimentent par la suite. Dans les sédiments récents, l'anoxie progressive solubilise l'arsenic sous forme d'arsenic réduit, As(III), et contribue à sa remobilisation partielle. Par contre, dans les horizons profonds, la présence de sulfures favorise la fixation définitive de l'arsenic. Cet équilibre peut être remis en cause lors de la remobilisation des matériaux. La toxicité de l'arsenic dépend essentiellement de la forme sous laquelle il est présent. Les ions arsénates et arsénites sont les formes les plus dangereuses. L'arsenic peut aussi s'accumuler sous forme non toxique dans les poissons, les crustacés, et les mollusques. La toxicité pour le consommateur humain, via la chaîne alimentaire n'est pas établie.

Données agrégées

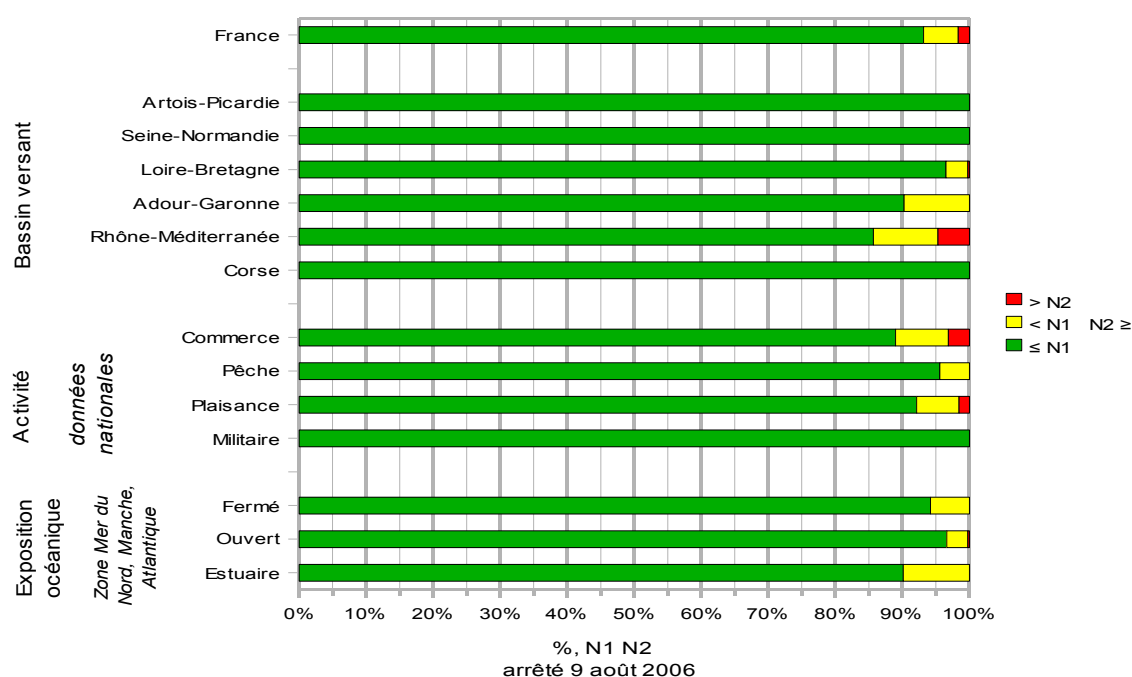


Figure 22: Arsenic, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 93 % des données sont inférieures à N1 et 5,2 % sont comprises entre N1 et N2 et 1,7 % sont supérieures à N2.

Les zones Artois-Picardie, Seine-Normandie et Corse ne présentent pas de dépassement de N1. Le bassin Adour Garonne ne présente pas de dépassement de N2 et 9,7 % des données sont entre N1 et N2. La Loire-Bretagne présente un dépassement de N1 moins important avec 3,2 % des données

comprises entre N1 et N2. C'est le bassin Rhône-Méditerranée qui présente un niveau plus élevé avec un dépassement de N2 pour 4,7 % des données.

L'influence de l'activité met en évidence des niveaux de dépassement de N1 et de N2 plus élevés dans les ports de commerce puis au niveau des ports de plaisance par rapport aux ports de pêche (pas de dépassement de N2) et militaires (données inférieures à N1).

Le facteur exposition océanique montre que les ports d'estuaire présentent 9,8 % de leur échantillon entre N1 et N2 tandis que les ports fermés sont à 5,8 %. Les ports ouverts présentent un niveau de dépassement de N1 plus faible. Il n'y a pas d'effet de l'exposition océanique sur ce paramètre.

Cartes nationales

D'une analyse de la carte nationale (cf. CD-ROM), il est possible de remarquer que les seuls dépassements de N2 observés se situent au niveau des ports de l'île d'Yeu (1 valeur en 1998), de Marseille Bassins EST commerce (9 dépassements) et Marseille L'Estaque plaisance (6 dépassements), Toulon plaisance (1 valeur en 2005) et La Seyne-sur-Mer commerce (1 valeur en 2006).

Ainsi 83 % (15/18) des dépassements de N2 proviennent des Bassins Est du port de commerce de Marseille ; 8 dépassements proviennent d'un des points, le Bassin de Radoub et 6 proviennent du port de plaisance de l'Estaque. Les autres dépassements sont des valeurs ponctuelles.

Bilan pour l'arsenic

1.7% des données acquises dépassent N2 au niveau national, ce qui est très faible. La contribution majeure en sédiment de qualité médiocre provient de la rade Nord de Marseille (Bassins Est et l'Estaque). Ceci s'explique⁴ par le passé industriel des bassins versants situés en amont de la rade Nord de Marseille (industrie chimique, pyrométallurgie). La configuration quasi-fermée du bassin du port de commerce (protégé par des digues) et l'absence de dragages exacerbe l'accumulation des polluants dans l'enceinte du bassin.

Plusieurs bassins versants tels que l'Artois-Picardie et la Seine-Normandie ne présentent aucun dépassement de N1 pour l'arsenic après dix années de suivi dans le cadre du RÉPOM. Les autres dépassements observés sont ponctuels.

⁴Source : DDE 13, service chargé de la police des eaux littorales

Cadmium

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Le cadmium est utilisé pour la fabrication de batteries Ni-Cd, comme pigments, pour le traitement de surface des aciers, sert à la stabilisation des matières plastiques, entre dans la composition des alliages non-ferreux. Le cadmium est aussi associé à l'état de trace dans les minerais, ainsi les activités métallurgiques sont une source d'émission atmosphérique importante, l'incinération des déchets peut également participer aux émissions. Les fleuves sont aussi une source importante d'apport de cadmium à l'océan. L'essentiel du cadmium est adsorbé sur les particules en suspension en eau douce. Ce cadmium particulaire est remobilisé lorsque la salinité augmente avec l'apparition d'eaux marines. Dans les sédiments, l'adsorption du cadmium est principalement en relation avec les concentrations en carbone organique. Lorsque les sédiments sont anoxiques, le cadmium est immobilisé sous forme de sulfures. La toxicité du cadmium sur les organismes marins est observée au niveau subléthal, il est possible d'observer des effets physiologiques pour les larves de crustacés et des inhibitions de croissance pour le phytoplancton à certaines concentrations observées en milieu aquatique. Le cadmium peut présenter des risques pour le consommateur humain lors d'exposition sur de longues périodes.

Données agrégées

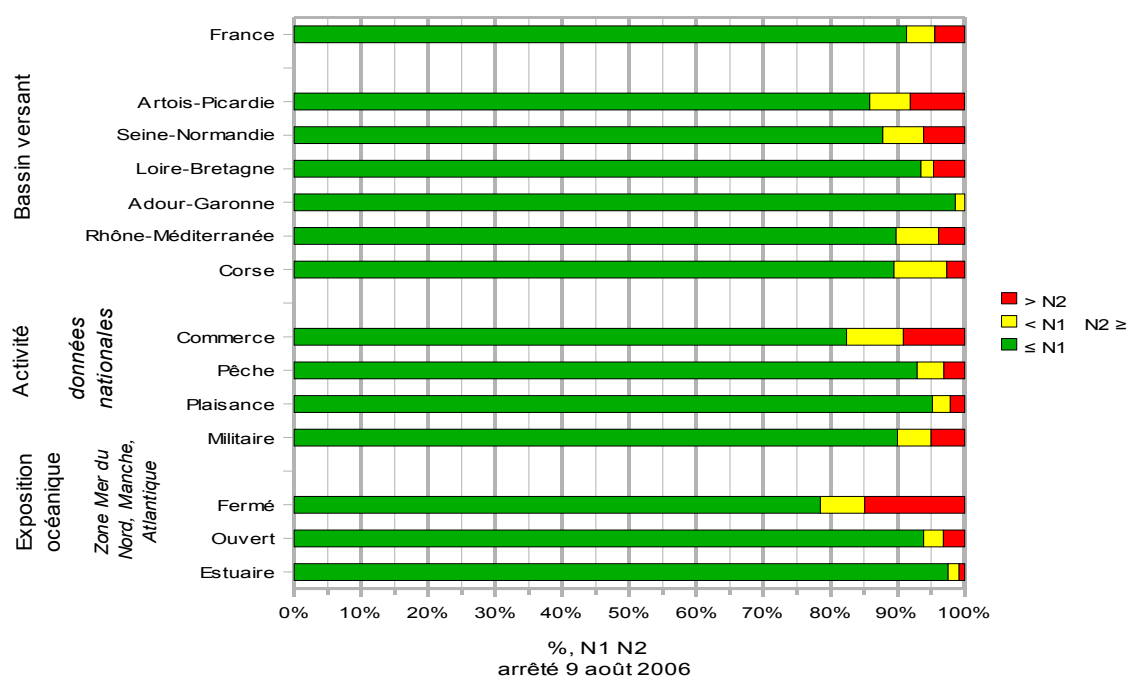


Figure 23: Cadmium, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 91 % des données sont inférieures à N1, 4,2 % sont comprises entre N1 et N2 et 4,4 % sont supérieures à N2.

Tous les bassins versants présentent des données supérieures à N1 et plusieurs bassins versants montrent des dépassements de N2 modérés. Seul le bassin Adour-Garonne ne présente pas de dépassement de N2. Les bassins Artois-Picardie et Seine-Normandie présentent des dépassements de N2 pour 8,1 % et 6,1 % des échantillons et le même pourcentage de données comprises entre N1 et N2.

Au niveau du bassin Loire-Bretagne, seules 7 % des données sont supérieures à N1 mais 4,6 % sont supérieures à N2.

En Méditerranée, le bassin Rhône-Méditerranée présente un pourcentage de dépassement de N2 qui est de 3,9 % (14/363). En Corse, il est de 2,6 % et correspond à 1 dépassement sur 38 mesures.

Quelle que soit l'activité, il est observé des niveaux supérieurs à N1 et à N2. Les ports de commerce présentent les pourcentages d'échantillons entre N1 et N2 puis supérieurs à N2 les plus élevés avec respectivement 8,5 % et 9,1 % des données. Les ports militaires présentent des niveaux moins élevés mais supérieurs à ce qui est observé dans les ports de plaisance et de pêche qui présentent des classes de qualité relativement similaires.

Quelle que soit l'exposition, il est observé un dépassement de N2. Les ports fermés montrent des pourcentages de dépassement de N2 nettement plus élevés que les ports ouverts et d'estuaire avec respectivement 14,9 % (18/121), 3,2 % (14/442) et 0,8 % (1/122) des échantillons supérieurs à N2.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale pour le cadmium, indique qu'il existe trois zones contribuant pour 60 % des dépassements de N2 observés, il s'agit de :

- Saint-Malo (29 % des dépassements observés), les dépassements proviennent du port de pêche et de commerce.
- Marseille (19 % des dépassements observés), les dépassements proviennent du port de plaisance du Vieux Port et des Bassins Est (Bassin de Radoub et d'Arenc) du port de commerce.
- Boulogne-sur-mer (11,5 % des dépassements observés), les dépassements proviennent d'un point du port de commerce, la darse Sarraz-Bournet.

Il existe quelques dépassements ponctuels de N2 : ports de commerce et de plaisance de Saint-Brieuc, port de commerce de Sète, port militaire de Cherbourg, port de plaisance de Toulon

Pour plusieurs ports, après un dépassement observé lors des premières années de suivi, les données récentes restent inférieures à N1 indiquant une tendance à l'amélioration, il s'agit de :

- Dunkerque (commerce et pêche)
- Barfleur (pêche)
- Cherbourg (plaisance)
- La Turballe (pêche)
- La Trinité (plaisance)

Bilan pour le cadmium,

Les niveaux de dépassement de N2 sont de 4,7 % au niveau national, ce qui est modéré. Le cadmium présente des dépassements de N2 qui s'expliquent par quelques zones spécifiques marquées par ce contaminant : Saint-Malo (pêche et commerce), Marseille (Bassin Est commerce, 2 bassins) et Boulogne-sur-Mer (commerce).

Pour ces secteurs, le contexte historique propre à chacun des sites explique les dépassements aujourd'hui observés :

- Pour Saint-Malo⁵, le port héberge une activité d'importation et de fabrication d'engrais phosphatés contenant usuellement du cadmium qui expliquerait les niveaux élevés observés dans les sédiments. De plus, le port de Saint-Malo a une configuration particulière. Le port dispose de bassins à flot situés derrière une écluse, constituant un milieu fermé et ce port n'a jamais été dragué ou que très ponctuellement. L'un des bassins accueille également une activité de réparation navale relativement ancienne. L'ensemble de ces facteurs contribuent à retrouver des niveaux élevés en contaminants chimiques dans les sédiments attribuables à une pollution d'origine historique associée pour le cadmium à une activité identifiée.
- Pour les Bassins Est du port de commerce de Marseille⁶, le bassin de radoub (constituant une zone quasi fermée) héberge une activité de réparation navale ancienne. Un autre bassin est le réceptacle d'un ruisseau sur le bassin versant duquel étaient installées des activités chimiques. Aujourd'hui ces installations n'existent plus ou sont équipées d'unités de traitement adaptées, ou sont directement raccordées au réseau collectif d'assainissement.

⁵ Source : DDE 35, Service chargé de la police des eaux littorales

⁶ Source : DDE 13, Service chargé de la police des eaux littorales

- Pour le port de Boulogne-sur-mer⁷ (Darse Sarraz-Bournet), une aciérie (production de ferromanganèse) située dans le port qui a été en activité pendant plusieurs décennies explique les dépassements observés pour le cadmium. Suite à l'arrêt de la production fin 2003, les teneurs en cadmium tendent aujourd'hui à diminuer. On mesure désormais un taux en cadmium proche du bruit de fond (inférieur à N1) sur la station de mesure de la Darse Sarraz-Bournet.

Plusieurs sites ayant eu une observation ponctuelle supérieure à N2 montrent une tendance à l'amélioration avec des teneurs inférieures à N1 durablement.

⁷ Source : SN59/62, Service chargé de la police des eaux littorales

Cuivre

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Le cuivre est utilisé sous forme d'oxyde dans les peintures antisalissures marines, ce qui constitue une source importante d'introduction dans les zones portuaires. Ce métal est aussi utilisé dans l'industrie électrique et peut-être aussi apporté en mer par voie atmosphérique et par les rivières.

Dans le milieu aquatique, le cuivre existe sous forme particulaire, colloïdale et dissoute. Il a tendance à former des complexes avec des bases fortes telles que carbonates, nitrates, sulfates, chlorures. Le cuivre est introduit sous forme particulaire dans les océans. Il est rapidement adsorbé sur les sédiments riches en ligands, tels que les hydroxydes de fer et de manganèse, aussi les niveaux de présence peuvent atteindre des valeurs très élevées dans les zones sous influence des apports.

Le cuivre joue un rôle biologique important dans certaines fonctions biologiques comme le transport de l'oxygène par le sang chez les mollusques ou les processus de métabolisation des substances exogènes. À des doses élevées, il est cependant toxique pour les organismes marins pouvant perturber le développement embryonnaire chez les huîtres. La toxicité dépend des espèces considérées, de la salinité, de la solubilité des sels, du degré d'oxydation et de l'état de complexation du cuivre. Les huîtres bioaccumulent fortement le cuivre tandis que les moules peuvent le réguler fortement.

Données agrégées

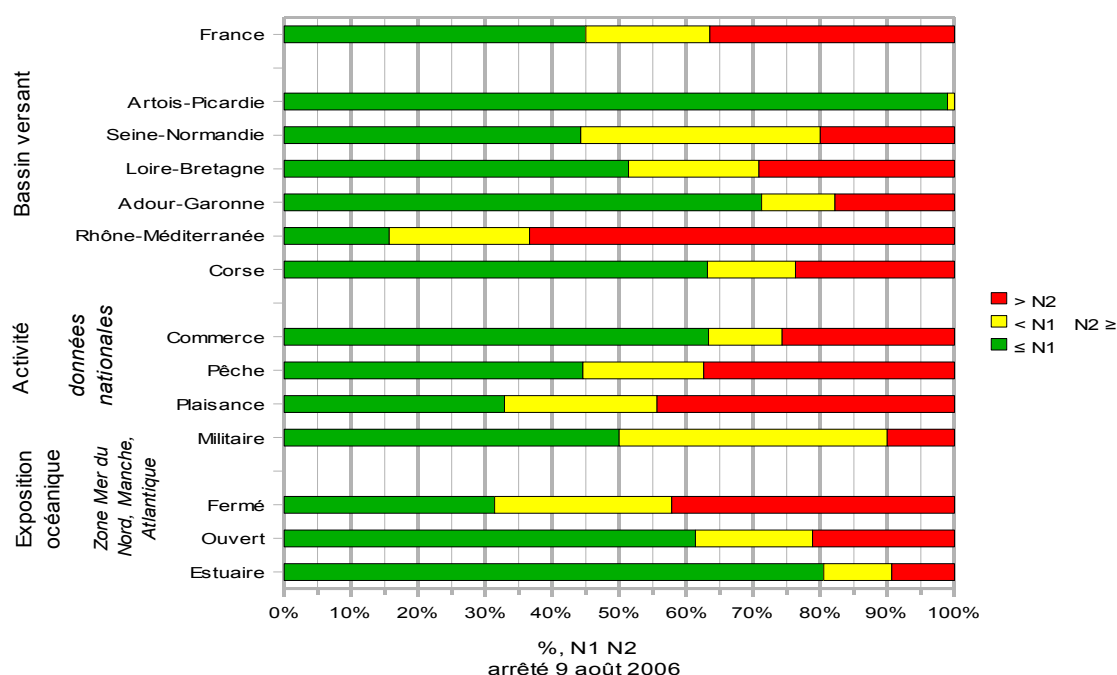


Figure 24: Cuivre, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 45 % des échantillons présentent des teneurs inférieures à N1, 18,5 % sont comprises entre N1 et N2 et 36,5 % sont supérieures à N2.

Le bassin Artois-Picardie est le seul à ne pas présenter de dépassement de N2.

Les autres zones présentent des pourcentages de dépassement de N1 et de N2 importants. En effet, en Seine-Normandie une donnée sur cinq est supérieure à N2 et environ une donnée sur trois est comprise entre N1 et N2. En Loire-Bretagne presque une donnée sur trois est supérieure à N2. Le bassin Adour-Garonne présente des niveaux de dépassement de N1 moins élevés avec 11 % des données entre N1 et N2 et 17,8 % des données supérieures à N2.

C'est le bassin Rhône-Méditerranée qui présente le plus de données de qualité médiocre, avec 63,4 % des données supérieures à N2 et 20,9 % comprises entre N1 et N2 et seulement 16 % inférieures à N1. Pour la Corse, les niveaux sont légèrement moins élevés avec 23,7 % des échantillons supérieurs à N2 et 13,2 % compris entre N1 et N2.

Quelle que soit l'activité du port, le niveau N2 est dépassé. Les ports de plaisance présentent les niveaux de dépassement de N2 les plus élevés suivis par les ports de pêche et de commerce. Les ports militaires présentent un dépassement de N2 nettement moins élevé mais 40 % des données sont comprises entre N1 et N2.

Le facteur « exposition océanique » met en évidence des pourcentages de dépassement de N2 nettement plus élevés pour les ports fermés que pour les ports ouverts et d'estuaire. Néanmoins, il n'y a pas de situation pour laquelle le dépassement de N2 et de N1 soit inexistant.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale pour le cuivre indique que sur les 181 ports RÉPOM (sans les ports d'outre-mer et les ports sans données disponibles au format numérique), seuls 39 ne présentent aucun dépassement de N1 quelle que soit l'année considérée, soit 21,6 %.

L'ensemble des ports du bassin Rhône-Méditerranée, excepté Fos-Sur-Mer PAM Ouest, présentent des dépassements de N1, soit 1 / 62 ports.

Pour les autres bassins versants, les nombres de ports ne présentant pas de dépassement de N1 se répartissent de la manière suivante :

- Adour-Garonne : 10 / 19 (53 %)
- Loire-Bretagne : 19 / 68 (28 %)
- Seine-Normandie : 2 / 17 (12 %)
- Artois-Picardie : 4 / 5 (80 %), 1 seul dépassement de N1 observé en 2006 au niveau d'un point du port de commerce de Dunkerque.

Afin de nuancer, le pourcentage de ports présentant un dépassement de N2, au cours de la période 1997-2006, est déterminé :

- Corse : 4/10 (40 %)
- Rhône-méditerranée : 49 / 62 (79 %)
- Adour-Garonne : 7/ 19 (37 %)
- Loire-Bretagne : 32 / 68 (47 %)
- Seine-Normandie : 7/ 17 (41 %)
- Artois-Picardie : aucun dépassement de N2

En métropole, 54,7 % des ports ayant des données disponibles présentent des dépassements de N2 (99 / 181) au cours des dix années de suivi.

Bilan pour le cuivre

36,5 % des données acquises dépassent N2 au niveau national. L'oxyde de cuivre intervenant dans les peintures antisalissures des navires et dont l'utilisation a augmenté depuis les restrictions concernant le tributylétain est une source importante d'apport en milieu portuaire. Ainsi, l'ensemble des bassins versants sont concernés par des niveaux moyens ou élevés en cuivre, excepté l'Artois-Picardie. Le bassin Rhône-Méditerranée est particulièrement touché avec 79 % des ports et 63 % de ces données présentant des dépassements de N2.

Mercur

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Les sources anthropiques de mercure sont la fabrication et l'usage de catalyseurs, de fongicides, de pigments et composés mercuriels, les piles au mercure, la fabrication de chlore par électrolyse sur cathode de mercure, le traitement des minerais non ferreux, l'incinération de déchets et la combustion du charbon. La volatilité du mercure métal et du diméthyl mercure contribue essentiellement aux échanges avec le compartiment atmosphérique et à la dissémination du mercure à la surface du globe. Le mercure est très réactif vis-à-vis des particules en suspension et les sédiments constituent un réservoir important de contamination mercurielle. Les formes méthylées ont de fortes capacités de biomagnification dans les chaînes alimentaires. La capacité de concentration notamment chez les poissons et les mollusques peut potentiellement induire des effets toxiques sur le consommateur humain.

Données agrégées

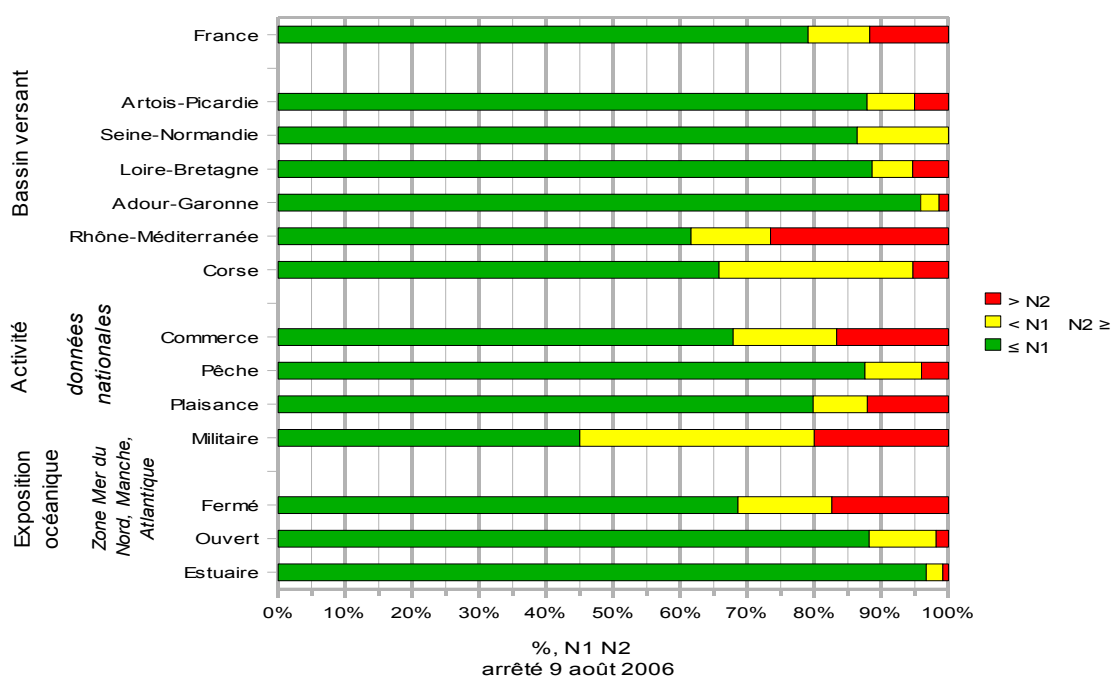


Figure 25: Mercure, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 79 % des données sont inférieures à N1, 9,2 % sont comprises entre N1 et N2 et 11,7 % sont supérieures à N2.

Le bassin Seine-Normandie ne présente pas de dépassement de N2. Le bassin Rhône-Méditerranée montre le plus fort dépassement de N2 avec 26,5 %. La Corse présente un important pourcentage de données comprises entre N1 et N2 (qualité moyenne). Ainsi en Corse presque un tiers des données est de qualité moyenne et 5,3 % (2/38) d'entre elles dépassent N2. Les bassins versants Artois-Picardie et Loire-Bretagne présentent des niveaux de qualité similaires. Le bassin Adour-Garonne présente le plus fort pourcentage de données inférieures à N1 (96 %).

L'ensemble des activités présentent un dépassement de N2. Les ports de pêche sont moins touchés tandis que les qualités les plus médiocres sont observées au niveau des ports militaires, de commerce puis de plaisance.

Les ports fermés présentent des dépassements de N1 et de N2 nettement plus élevés que les ports ouverts et d'estuaire.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale pour le mercure indique que la zone de Marseille (Estaque, Bassins Est, Frioul, Vieux Port et Pointe Rouge) contribue pour 37 % des dépassements de N2 au niveau national. La rade de Toulon (port de commerce et de plaisance de Toulon, port de plaisance de Saint-Mandrier) présente 7 dépassements de N2 pour 8 mesures. Les ports de pêche de Sète, de plaisance de la Ciotat (ancien chantier naval), de Port-de-Bouc, de Hyères, de Saint-Tropez et de Cannes présentent également des dépassements de N2. Au final, en Méditerranée, 30 ports sur 72 présentent des dépassements de N2, soit 42 %. Six d'entre eux présentent des tendances à l'amélioration avec l'observation d'au moins deux mesures inférieures à N1 consécutivement (Antibes plaisance, Saint-Jean-Cap-Ferrat plaisance, La Londe Miramar plaisance, Fos-sur-mer plaisance, Sainte-Marie-de-la-mer plaisance, Bonifacio commerce).

En Artois-Picardie, un point du port de commerce de Boulogne-sur-mer contribue à l'ensemble des dépassements de N2. Après 5 années supérieures à N2, les deux années suivantes ont été comprises entre N1 et N2 et les deux dernières années (2005 et 2006) sont inférieures à N1 témoignant d'une tendance à la baisse synonyme d'une amélioration de la qualité des sédiments vers un état qui est qualifiable de bon.

En Seine-Normandie, le port du Havre et le département de la Manche concentrent l'essentiel des données comprises entre N1 et N2 sans que des améliorations ne soient observées.

En Loire-Bretagne, les ports de Saint-Malo (commerce et pêche) et de Brest (commerce et militaire) contribuent respectivement pour 7 % et 5 % des dépassements de N2 au niveau national. Deux mesures ponctuelles sont observées dans deux ports différents : la première, aux Sables d'Olonne en 1997, or, depuis 2000 et jusqu'à 2006, l'ensemble des données pour le mercure est inférieur à N1 synonyme de la bonne qualité des sédiments ; la seconde est observée au niveau du port de commerce de La Rochelle en 2006 alors que le reste des mesures pour ce port (2 points) ainsi que pour les ports de pêche et de plaisance est inférieur à N1.

En Adour-Garonne, un dépassement ponctuel de N2 est observé en 2004 à Capbreton alors que les autres données sont inférieures à N1 pour ce site. Deux dépassements ponctuels de N1 suivis de mesures inférieures à N1 sont par ailleurs observés.

Bilan pour le mercure

11,7% des données acquises dépassent N2 au niveau national. La Méditerranée présente des dépassements de N2 pour 43% de ses ports suivis dans le cadre du RÉPOM. Le secteur de Marseille est fortement marqué par ce contaminant. La contamination est forte pour l'ensemble des bassins du port, due à des apports locaux, comme les ruisseaux et les apports diffus venant du bassin versant et des activités industrielles implantées autour. De plus, la configuration des ports de Marseille, des bassins versant amont, et des opérations de dragage limitées sont propices à l'accumulation des polluants dans les sédiments portuaires. La rade de Toulon⁸ est également marquée par la pollution au mercure due au contexte industrio-portuaire ancien et à des sédiments peu ou pas dragués.

Pour les autres bassins versants, quelques sites ressortent tels que Saint-Malo (commerce et pêche) et Brest (commerce et militaire). La configuration du port de Saint-Malo⁹ (bassins à flot fermés par une écluse) associée à un port jamais dragué (ou très ponctuellement), hébergeant des activités industrielles et de réparation navale, contribue à observer des niveaux élevés liés à une pollution d'origine historique dont la source est difficile à identifier. Pour Brest, ces niveaux sont à associer à un contexte industrio-portuaire ancien et à des ports peu ou pas dragués. Ainsi, ces sédiments reflètent une pollution d'origine historique.

La Seine-Normandie présente une qualité moyenne sans que des niveaux élevés soient observés. Plusieurs ports montrent des tendances à l'amélioration comme Boulogne-sur-mer¹⁰ (port de commerce, suite à la fermeture en 2003 d'une aciérie) et plusieurs sites méditerranéens.

⁸ Source : DDE 83, Service chargé de la police des eaux littorales

⁹ Source : DDE 35, Service chargé de la police des eaux littorales

¹⁰ Source : SN59/62, Service chargé de la police des eaux littorales

Plomb

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Le plomb est utilisé industriellement depuis l'antiquité et sa production s'est accrue jusqu'au début du XXe siècle. L'utilisation de plomb tétraéthyle comme additif dans les carburants a conduit à partir de 1945 à une augmentation forte de la consommation de plomb. Il est aussi utilisé dans la fabrication des accumulateurs. L'atmosphère est la voie principale de transfert du plomb d'origine anthropique vers les océans. Dans l'eau de mer, le plomb se trouve principalement sous forme de carbonates ou de chlorures, et présente une forte affinité pour la matière particulaire. Les niveaux rencontrés en milieu aquatique semblent inférieurs aux seuils d'effets du plomb inorganique. Les niveaux de bioaccumulation de plomb dans les ressources halieutiques sont à considérer pour la protection de la santé et des consommateurs.

Données agrégées

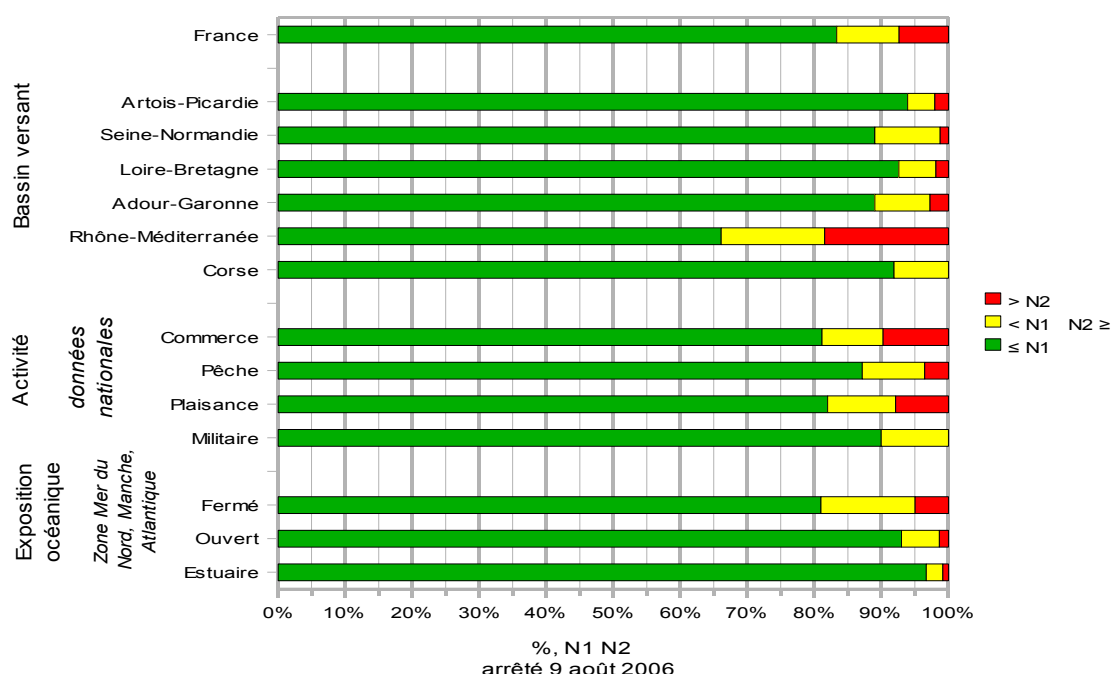


Figure 26: Plomb, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 83 % des données sont inférieures à N1, 9,3 % sont comprises entre N1 et N2 et 7,4 % sont supérieures à N2.

La Corse est la seule zone à ne pas présenter de dépassement de N2.

Les plus forts dépassements de N2 sont observés au niveau du bassin Rhône-Méditerranée avec 18,5 % des données supérieures à N2 et 15,4 % comprises entre N1 et N2.

Les autres bassins versants présentent des qualités relativement similaires (environ 2 % de dépassement de N2 et environ 7 % des données situées entre N1 et N2), avec un faible dépassement de N2.

Les ports de commerce et de plaisance présentent des qualités similaires tandis que les ports de pêche présentent une qualité meilleure. Les ports militaires ne présentent pas de dépassement de N2.

Les ports fermés présentent une qualité moins bonne que les ports ouverts et d'estuaire. Il y a un effet du facteur « exposition océanique » sur la qualité observée.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale pour le plomb révèle des contaminations ponctuelles en Artois-Picardie et en Seine-Normandie, avec 2 dépassements de N2 observés avant 2001 au niveau du port de commerce de Dunkerque et un dépassement au niveau du port de Saint-Vaast-La-Hougue (pêche) en 2002.

Pour la Loire-Bretagne, ce sont les ports de pêche et de commerce de Saint-Malo qui présentent des dépassements de N2 répétés au nombre de 5 qui ont été mesurés entre 2002 et 2006. Les dépassements de N2 sont ponctuels pour le reste du bassin. Les ports de Saint-Nazaire (commerce), Ile d'Yeu (pêche), La Rochelle (commerce) présentent un dépassement chacun. Les deux derniers montrent une tendance à l'amélioration avec des niveaux inférieurs à N1 durablement.

L'Adour-Garonne présente des niveaux faibles en plomb. Deux dépassements récents (2005, pas de mesure en 2006 pour ces points) du niveau N2 sont observés pour les ports d'Arcachon (pêche) et Bordeaux (commerce). Le port de pêche d'Hendaye ne présente pas de dépassement de N2 mais 5 données sur 6 sont comprises entre N1 et N2. La donnée inférieure à N1 est la plus ancienne et date de 1999.

Au niveau du bassin Rhône-Méditerranée, 16 ports sur 62 soit 26 % sont concernés par des dépassements de N2. Le secteur de Marseille (Estaque, Bassins Est, Vieux-Port, Frioul et Pointe Rouge), concentre 48 % des dépassements de N2 au niveau national.

D'autres ports sont marqués par le plomb :

- Le port de plaisance de Vallauris présente 5 dépassements de N2 sur 6 mesures, et avec une sixième mesure comprise entre N1 et N2.
- La rade de Toulon : Le port de plaisance de Toulon présente 3 dépassements de N2 sur 3 mesures et 1 dépassement a été observé pour le port de plaisance de Saint-Mandrier.
- Le port de plaisance de Saint-Tropez présente 3 dépassements de N2.
- Au niveau du port de plaisance de La Ciotat (ancien chantier naval), un des points RÉPOM présente 3 dépassements de N2 pour 3 mesures et un autre dépassement est observé.

Dans les Alpes-Maritimes, le port de Théoule-sur-mer présente une tendance à l'amélioration avec des teneurs mesurées inférieures à N1.

La Corse présente uniquement 3 dépassements de N1 localisés au niveau des ports de plaisance d'Ajaccio et de Bonifacio.

Bilan pour le plomb

7,4 % des données acquises dépassent N2 au niveau national. Le bassin Rhône-Méditerranée présente des dépassements de N2 pour 26 % de ses ports suivis dans le cadre du RÉPOM. Pour les autres bassins versants, il y a quelques contaminations ponctuelles qui sont observées notamment en Loire-Bretagne.

Les niveaux mesurés pour des sites tels que la rade de Marseille, de Toulon, les ports de Saint-Malo et le Port Vieux de la Ciotat s'expliquent¹¹ par les caractéristiques de ces bassins portuaires qui sont relativement fermés voire complètement (pour les bassins à flot de Saint-Malo), peu ou pas dragués et auxquels est associé un contexte industrialo-portuaire ancien avec de la réparation navale. Le port de la Ciotat est ainsi caractérisé par une activité très ancienne de chantiers navals datant de 1854 et arrêtée depuis 1987 (construction de bateau jusqu'à 240 000T). Le site est désormais en phase de reconversion vers les activités de grande plaisance.

¹¹ Source : DDE 13, 83 et 35, Services chargés de la police des eaux littorales

Zinc

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Dans les zones portuaires, le zinc est introduit dans le milieu à partir de la dissolution des masses de zinc pur fixées sur les parties immergées des bateaux pour assurer leur protection contre la corrosion. Certaines peintures antisalissures contiennent aussi de l'oxyde de zinc comme adjuvant anti-corrosion. Les apports anthropiques de zinc sont nettement supérieurs aux apports naturels et proviennent aussi de la métallurgie, de la combustion du bois et des charbons.

Le zinc a un rôle biologique en étant impliqué dans la formation d'enzymes, la synthèse des acides nucléiques et la protection immunitaire.

Les sels de zinc sont moins toxiques que ceux du cuivre et du cadmium. Les crustacés et les poissons sont peu sensibles à la présence de zinc. Des effets sont observés sur l'embryogenèse et le développement larvaire chez les mollusques benthiques.

Données agrégées

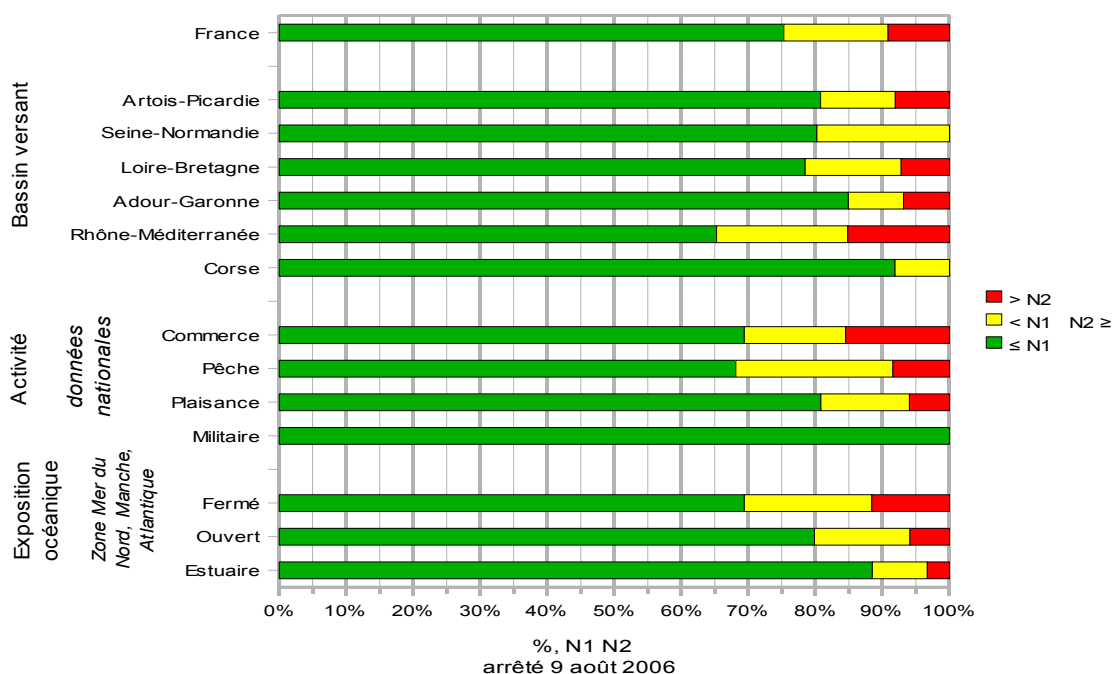


Figure 27: Zinc, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 75 % des données sont inférieures à N1, 15,6 % sont comprises entre N1 et N2 et 9,1 % sont supérieures à N2.

Les zones Seine-Normandie et Corse ne présentent pas de dépassement de N2. Cependant, le pourcentage de données comprises entre N1 et N2 atteint 19,8 % pour la Seine-Normandie et est inférieur à 10 % en Corse.

Les autres bassins versants présentent un dépassement de N2. Les trois bassins versants Artois-Picardie, Loire-Bretagne et Adour-Garonne présentent des niveaux de qualité similaire (environ 11 % de dépassement de N2 et environ 7 % des données comprises entre N1 et N2).

Le bassin Rhône-Méditerranée présente la qualité la plus médiocre avec 15,2 % des données supérieures à N2 et 19,6 % des données comprises entre N1 et N2.

Les ports militaires ont toutes leurs données qui sont inférieures à N1. Les ports de commerce présentent le plus fort taux de dépassement de N2, suivis par les ports de pêche et de plaisance qui présentent des niveaux similaires.

Les ports fermés présentent une qualité moins bonne que les ports ouverts et d'estuaire. Il y a un effet du facteur « exposition océanique » sur la qualité observée.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale pour le zinc permet de nuancer les premières analyses effectuées au niveau des zones géographiques.

Ainsi pour le bassin Artois-Picardie, deux points situés dans les ports de commerce de Dunkerque et de Boulogne-sur-mer expliquent les dépassements de N2 observés pour ce secteur, il s'agit :

- du Quai Usinor (Dunkerque) présentant 3 dépassements de N2 anciens puis un datant de 2006 (sur 10 mesures) et,
- de la Darse Sarraz (Boulogne-sur-mer) présentant 3 dépassements anciens, 1 dépassement de N2 en 2004, puis une concentration entre N1 et N2 en 2005 et finalement une concentration inférieure à N1 en 2006. Il y a donc une tendance à l'amélioration pour ce site.

En Seine-Normandie, plusieurs ports présentent des dépassements répétés de N1, il s'agit du port de pêche de Port-en-Bessin, du port de commerce du Havre. Des dépassements ponctuels sont observés au niveau de Saint-Vaast-La-Hougue (pêche), de Caen-Ouistream (commerce) et de Carentan (plaisance).

Le bassin Loire-Bretagne présente plusieurs secteurs marqués par le zinc, il s'agit des ports de Saint-Malo (commerce et pêche), Le Guilvinec (pêche), La Turballe (pêche), Saint-Nazaire (commerce) et Les Sables d'Olonne (commerce). D'autres ports présentent des dépassements de N2 plus ponctuels tels que l'île d'Yeu (commerce), Vannes (plaisance) et Saint-Brieuc (commerce). En tout, 10 ports sur 68 sont concernés, soit 15 %.

Quatre ports du bassin Adour-Garonne présentent des dépassements de N2 :

- Bordeaux (Ambès, commerce) : une amélioration est observée avec deux mesures consécutives inférieures à N1.
- Arcachon (pêche) : deux mesures récentes et consécutives dépassent N2 tandis que les mesures anciennes sont inférieures à N1, cela est synonyme de dégradation.
- Capbreton (plaisance) : de 2000 à 2006 les données sont inférieures à N1 indiquant une amélioration.
- Saint-Jean-de-Luz (pêche).

En Méditerranée, 13 ports présentent des dépassements de N2. Le secteur de Marseille (Estaque plaisance, Bassins Est commerce et Vieux Port plaisance) est marqué par ce contaminant avec 35 % des dépassements de N2 au niveau national. Les ports de Hyères plaisance, Toulon plaisance, Port-Grimaud plaisance, Sète pêche présentent des dépassements répétés de N2.

Trois ports présentent des tendances à l'amélioration : Antibes, Cogolin, Saint-Raphaël.

En Corse, 3 dépassements ponctuels de N1 sont observés dans 3 ports de plaisance.

Bilan pour le zinc

9,1 % des données acquises dépassent N2 au niveau national. En Rhône-Méditerranée 21 % des ports et 15 % en Loire-Bretagne sont concernés par des teneurs supérieures à N2. Le zinc est observé plus ponctuellement au niveau des autres bassins versants, notamment en Artois-Picardie et en Adour-Garonne. Au niveau national, parmi les 29 ports présentant des dépassements de N2 dans le cadre du programme Sédiment du RÉPOM, il est observé pour 5 ports (17 %), des tendances à l'amélioration. Les sources possibles de zinc sont multiples, ce métal intervient par exemple dans les peintures antisalissures des navires en protection contre la corrosion, se retrouvent dans certains minerais, dans le charbon et dans des résidus de hauts fourneaux. Plusieurs sites présentent des niveaux élevés sans qu'une typologie ne se dégage par rapport à l'activité de ces ports. Les activités hébergées par le port notamment au niveau des quais, la réparation navale constituent des facteurs pouvant entrer en ligne de compte lors d'une analyse au cas par cas.

Chrome

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Le chrome produit industriellement provient de la chromite, minéral de fer et de chrome. Ce métal est principalement utilisé dans la métallurgie, mais aussi dans la technologie des matériaux réfractaires et dans l'industrie chimique.

La majeure partie du chrome parvenant à l'océan provient des fleuves. Le chrome (Cr) parvient à l'océan essentiellement particulaire et insoluble. Alors que la forme oxydée (VI) est très soluble, la forme réduite (III) possède une forte tendance à s'adsorber sur toutes les surfaces et est donc enlevée très rapidement de la colonne d'eau sous forme particulaire. Les études sur la diagenèse précoce montrent une solubilisation du chrome dans les couches oxiques du sédiment, ayant pour conséquence un flux de chrome dissous vers les eaux sus-jacentes. Dans les couches sédimentaires plus profondes et anoxiques, le chrome libéré se retrouve totalement sous forme Cr(III) et est enlevé très rapidement de la phase dissoute par adsorption.

Le chrome est peu concentré par les organismes vivants. Des effets sur le développement larvaire des bivalves ont été observés.

Données agrégées

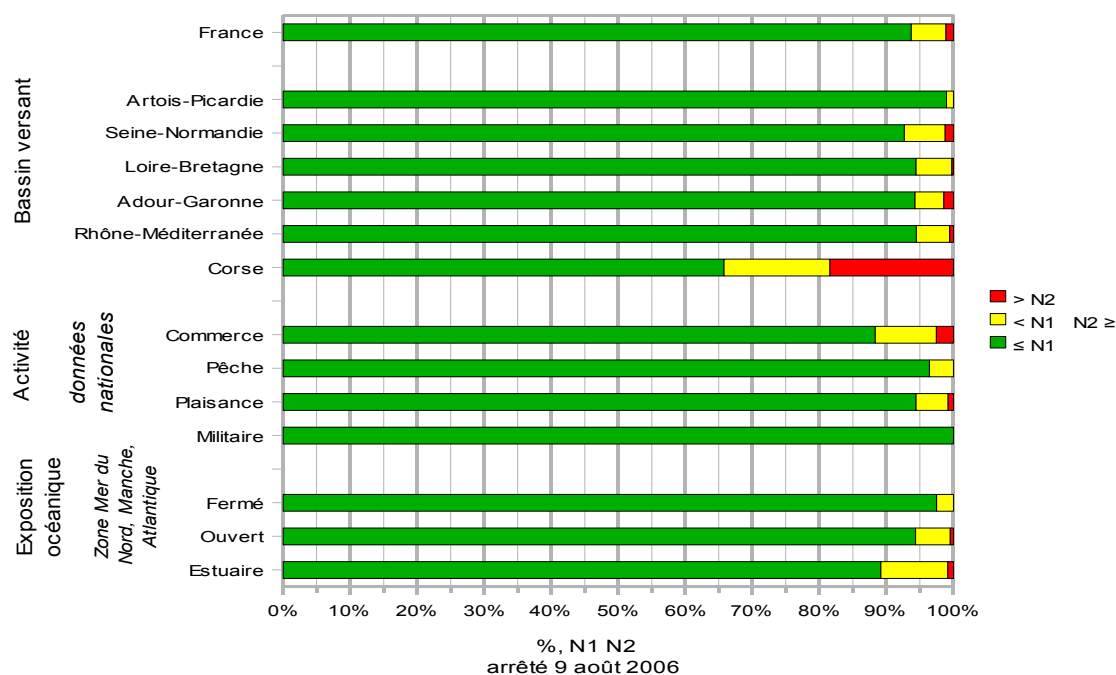


Figure 28: Chrome, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 94 % des données sont inférieures à N1, 5,2 % sont comprises entre N1 et N2 et 1,1 % sont supérieures à N2.

Le bassin Artois-Picardie ne présente pas de dépassement de N2 et seulement 1 % des données est compris entre N1 et N2.

Les autres bassins versants présentent de très faibles dépassements de N2, inférieurs à 1,5 %, correspondant à 1 ou 2 dépassements entre 1997 et 2006. Pour la Seine-Normandie, 6,1 % (5/82) des données sont néanmoins comprises entre N1 et N2.

La Corse présente les niveaux les plus élevés avec 18 % (7/38) des données qui sont supérieures à N2 et 16 % (6/38) qui sont comprises entre N1 et N2.

Les ports de commerce et de plaisance présentent des dépassements de N2. Les ports militaires ont toutes leurs données qui sont inférieures à N1.

Pour la zone Mer du Nord - Manche – Atlantique, les ports d'estuaires présenteraient la qualité la moins bonne (10 % des données sont comprises entre N1 et N2) puis ce sont les ports ouverts et finalement les ports fermés. Les dépassements de N2 sont globalement peu nombreux.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale met en évidence qu'une part importante des dépassements de N2 (7 sur 11 au cours des dix ans de suivi) sont localisés autour du Cap Corse. Le port de Bastia a 5 mesures sur 5 qui sont supérieures à N2 (soit 45 % des dépassements au niveau national). Les ports de Saint-Florent et de Rogliano présentent des dépassements de N1 répétés et 1 dépassement de N2 en 2005.

Le port de commerce de Marseille (Bassin d'Arcenc) présente également des dépassements répétés de N1 et un dépassement ancien de N2 en 2000.

En Méditerranée, plusieurs dépassements de N1 sont observés ponctuellement. Il faut néanmoins noter un dépassement de N2 observé au niveau du port de Menton Bastion mesuré pour la première fois en 2005.

Deux autres ports présentent une qualité moyenne à médiocre. Il s'agit de deux grands ports de commerce : Saint-Nazaire et Le Havre (avec notamment un dépassement de N2).

Au niveau national, il est à noter que sept ports présentent des dépassements ponctuels de N1 qui sont relativement récents.

Bilan pour le chrome

Les sites concernés par le chrome sont très peu nombreux et à part le Nord de la Haute Corse qui est marqué par ce contaminant, ils ne présentent que des dépassements ponctuels de N2 (4 au niveau national en dix ans). Pour le Nord de la Haute-Corse, ceci s'explique¹² par une particularité géologique connue induisant un bruit de fond élevé en nickel et en chrome pour ce secteur. Il existe à proximité de Saint-Florent une ancienne mine d'amiante fermée depuis une quarantaine d'années.

Il est à noter que quelques ports présentent des dépassements ponctuels de N1 relativement récents.

¹² Source : DDE 2B, Service chargé de la police des eaux littorales

Nickel

Eléments de contexte

Le nickel est très répandu dans la croûte terrestre sous forme d'oxydes, de carbonates, de silicates et de sulfures. L'introduction anthropique annuelle de nickel vers l'atmosphère provient de l'utilisation de combustible fossile et de la production de métaux non ferreux (Alzieu et al., 1999). Le principal secteur d'utilisation du nickel correspond aux aciers inoxydables (62%). Il entre également dans la composition de nombreux alliages en raison de ses caractéristiques de dureté et de résistance à la corrosion (12%). Les autres formes d'utilisation sont les traitements de surfaces (10%), les batteries nickel-cadmium et les catalyseurs nickel-aluminium. Le nickel et ses principaux composés sont aussi utilisés dans une vaste gamme d'applications industrielles dans les secteurs de la fabrication d'automobiles et de la construction navale ainsi que dans les industries électriques, pétrolières, alimentaires et chimiques (Ineris, 2006). L'activité volcanique et l'érosion éolienne constituent l'essentiel des apports à l'atmosphère, et correspondent à 40 à 50 % du flux anthropique. Le nickel a une forte affinité pour les oxydes de fer et de manganèse. Les teneurs en nickel des sédiments côtiers sont extrêmement variables et sous l'influence de divers facteurs, dont principalement les apports anthropiques et la couverture géologique du bassin versant. Les caractéristiques physiques du sédiment et les conditions hydrodynamiques et biologiques de la zone jouent également un très grand rôle. La toxicité du nickel pour les organismes marins est considérée comme faible. (Alzieu et al., 1999)

Données agrégées

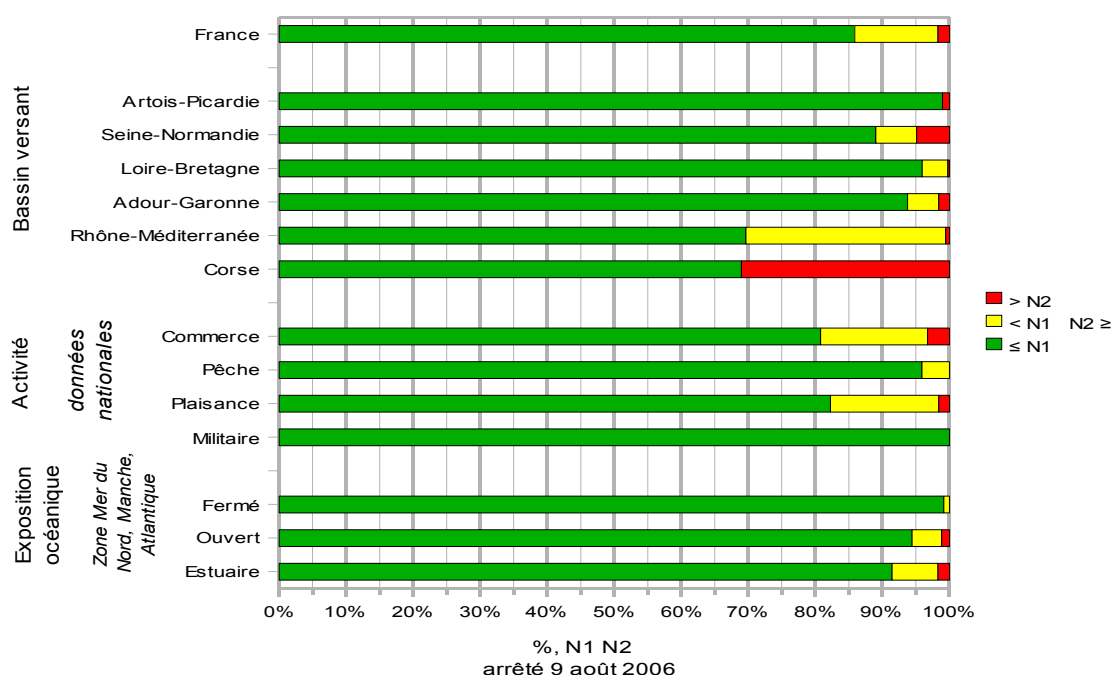


Figure 29: Nickel, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 86 % des données sont inférieures à N1, 12,4 % sont comprises entre N1 et N2 et 1,7 % est supérieure à N2.

En Méditerranée, la Corse présente un fort dépassement de N2 (31 %) sans qu'aucune valeur ne soit comprise entre N1 et N2.

Le pourcentage de données inférieures à N1 est approximativement le même pour la Corse et le bassin Rhône-Méditerranée (environ 70 %) mais pour ce dernier la majorité des données dépassant N1 est comprise entre N1 et N2.

Les autres bassins versants présentent des niveaux de dépassement de N1 moins importants. Excepté l'Artois-Picardie pour lequel 99% des données sont inférieures à N1, les trois autres bassins versants de la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique présentent des pourcentages de données entre N1 et N2 compris entre 4 et 6 %. C'est en Seine-Normandie que le pourcentage de dépassement de N2 est plus élevé (5 %, 4/82).

Au niveau national, les ports de commerce et de plaisance présentent un dépassement de N2 pour respectivement 3,3 % (10/307) et 1,6 % (8/508) des données. Le pourcentage de données comprises entre N1 et N2 est moins important pour les ports de pêche avec 4,1 % des données. Les ports militaires ne présentent pas de dépassement de N1.

Les ports estuariens et ouverts de la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique présentent quelques dépassements de N2 tandis que les ports de pêche présentent seulement quelques dépassements de N1.

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale met en évidence que les contributions importantes au dépassement de N2 proviennent de deux secteurs :

- Le Nord de la Haute-Corse avec les ports de Bastia (commerce), Saint-Florent (plaisance) et Rogliano (plaisance) ayant respectivement 3 dépassements chacun pour 3 mesures par site.
- Le port de commerce du Havre : 4 dépassements de N2 (2002 et 2003).

Ces deux zones concentrent 76 % des dépassements de N2 au niveau national.

D'autres sites présentent des dépassements ponctuels de N2 : Dunkerque Avant port Ouest (commerce), Saint-Nazaire (commerce), Marseille Bassin Est Pont-Pinède (commerce), Hyères (plaisance).

Au niveau du bassin Rhône-Méditerranée, 35 ports sur 62 présentent des dépassements de N1 au cours des dix ans de suivi, soit 56 % des ports suivis par le RÉPOM dans ce secteur. 17 ports montrent une tendance à l'amélioration, les dépassements de N1 sont suivis par au moins deux mesures consécutives inférieures à N1 sans qu'une autre mesure ne dépasse N1.

Pour les ports situés entre Dunkerque et Hendaye, quelques dépassements ponctuels de N1 sont observés. Trois sites ont l'ensemble de leurs données comprises entre N1 et N2, il s'agit de : Groix (commerce), Arzon (plaisance), Arzal (plaisance).

Bilan pour le nickel

Au niveau national, peu de dépassements de N2 sont observés, un secteur est particulièrement marqué par ce contaminant, il s'agit du Nord de la Haute Corse. Ceci s'explique¹³ par une particularité géologique connue induisant un bruit de fond élevé en nickel et en chrome pour ce secteur. Il existe à proximité de Saint-Florent une ancienne mine d'amiante fermée depuis une quarantaine d'années. 56 % des ports du bassin Rhône-Méditerranée présentent des dépassements de N1 dont la moitié présente des tendances à l'amélioration.

¹³ Source : DDE 2B, Service chargé de la police des eaux littorales

3.5.5.2 Polychlorobiphényles (PCB)

Éléments de contexte

Le terme PCB désigne une famille de composés organochlorés de haut poids moléculaire. Les PCB sont des composés semi-volatils, hydrophobes, persistants et bioaccumulés, présentant une toxicité chronique qui, suite à l'exposition à de faibles doses, peuvent être à l'origine de dysfonctionnements observés chez les animaux de laboratoires : effets cancérogènes et reprotoxiques, par exemple. La capacité du sédiment superficiel à piéger les PCB augmente avec la quantité de particules fines et le taux de carbone organique. (Alzieu et al., 1999)

Ce sont des contaminants de synthèse représentatifs d'une pollution diffuse d'origine strictement anthropique. Ils sont produits industriellement depuis les années 30, et ont fait l'objet de multiples utilisations comme isolant dans les transformateurs électriques notamment, mais également comme additifs dans les peintures, les encres et les apprêts destinés au revêtement muraux (Alzieu et al., 1999). Depuis leur première identification dans l'environnement en 1966, leur présence a été décelée dans tous les compartiments de notre environnement (Abarnou et al., 2002). Dans les années 70, leur utilisation a été limitée aux systèmes clos tels que le matériel électrique de grande puissance. Leur production industrielle a été arrêtée en France en 1987. Les rejets urbains, les décharges de matériel usagé et les activités liées à la récupération des matériaux ferreux sont potentiellement des sources d'introduction dans l'environnement. (Alzieu et al., 1999).

Dans le cadre du RÉPOM, les 7 congénères indicateurs de PCB sont mesurés (CB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). Les PCB de type dioxine ne sont pas recherchés dans le cadre de ces suivis.

Paramètres disponibles

Il est proposé d'agréger les données des 7 congénères de PCB suite à la comparaison par rapport aux niveaux N1 et N2 afin de disposer d'une information globale pour ces contaminants.

Remarque : au niveau des cartes, les 7 congénères de PCB sont traités séparément.

Données agrégées

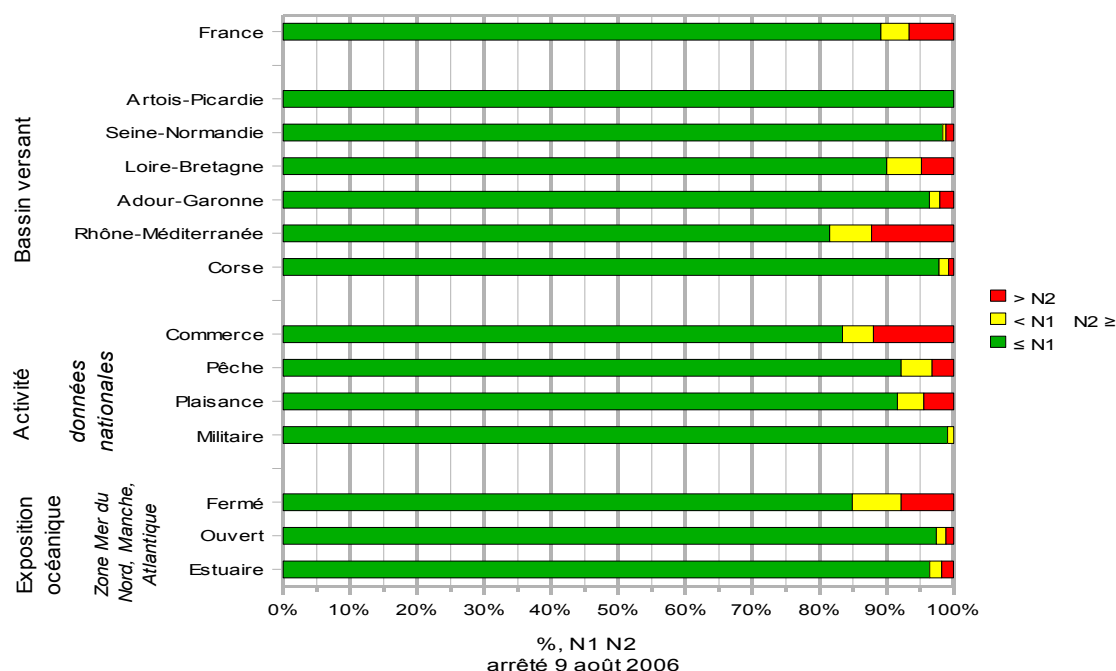


Figure 30: PCB, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 89 % des données sont inférieures à N1, 4,2 % sont comprises entre N1 et N2 et 6,6 % sont supérieures à N2.

À part le bassin Artois-Picardie, tous les bassins versants présentent un dépassement de N2. Ce dépassement est toutefois faible pour la Corse (0,7 %, soit 1/139). Le pourcentage de dépassement de N2 est également faible en Seine-Normandie et en Adour-Garonne. En Loire-Bretagne, le pourcentage de dépassement de N2 est de 4,8 %. Au niveau du bassin Rhône-Méditerranée, 12,2 % des échantillons sont supérieurs à N2.

Les ports de commerce présentent les plus forts niveaux de dépassement de N2 avec 11,9 %. Cela est supérieur au niveau de dépassement observé pour les ports de plaisance et de pêche. Les ports militaires ne présentent pas de dépassement de N2 et un seul dépassement de N1 est observé (0,9 %, 1/112).

Il y a un effet de l'exposition océanique pour la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique au niveau du pourcentage de dépassement de N2 :

- Fermé : 7,8 %
- Ouvert : 4,1 % et Estuaire : 1,8 %

Cartes nationales

Parmi les ports ayant fait l'objet de mesures, en métropole, pour les PCB, 73,8 % (127/172) ne présentent pas de dépassement de N1 au cours de la période 1997-2006.

32 ports présentent des dépassements de N2, soit 18,6 % des ports ayant fait l'objet de suivi pour les PCB. Plusieurs sites présentent des dépassements plus fréquents de N2, il s'agit de la rade de Marseille (Bassins Est commerce, Vieux-Port plaisance et Estaque plaisance), La Ciotat (plaisance, important chantier naval), la rade de Toulon (Toulon plaisance et La Seyne-sur-mer commerce), Brest (commerce), Saint-Malo (commerce et pêche).

Le CB 28, plus soluble que les autres congénères de PCB de poids moléculaire plus élevé, n'est globalement pas retrouvé dans les sédiments portuaires à des niveaux élevés. En effet, un seul dépassement de N2 est observé en dix ans pour 726 données disponibles au niveau national dans le cadre du programme Sédiment du RÉPOM.

Les sites présentant des dépassements de N2 au cours des dix ans de suivi sont les suivants (plusieurs sites montrent des tendances à l'amélioration indiquées par un « a » dans le tableau 4, « x » signifie dépassement de N2) :

Zone géographique	% et nombre de ports dépassant N2 à l'échelle du bassin versant	Port (activité)						
			CB 28	CB 52	CB 101	CB 118	CB 138	CB 153
Seine-Normandie	1/13 8 %	Caen-Ouistreham C		x	x		x	x
		Cancale V				X a		
Loire-Bretagne	13/68 19 %	Saint-Malo C		X a	X a	x	x	x
		Saint-Malo P			x	x	x	x
		Roscoff C		x	x	x		
		Brest C		x	x	x	x	x
		Brest V						X a
		Douarnenez P		x		x		
		Concarneau P		X a		x	X a	x
		Le Guilvinec P		X a				
		La Turballe P					x	x
		La Baule V						x
		Saint-Nazaire C						x
		La Rochelle C		X a	X a	x	x	x
Adour-Garonne	3/19 16 %	Saint-Denis-Oléron V		x	x		x	x
		Saint-Georges-Oléron V					x	x
		Rochefort C						x
Rhône-Méditerranée	14/62 23 %	Barcarès V						
		Sete C		x	x	x	x	x
		Marseille Estaque V				x		x
		Marseille Bassin Est C	x	x	x	x	x	x
		Marseille Vieux Port V		x	x	x	x	x
		Cassis-Port miou V				x		
		La Ciotat V		x	x	x	x	x
		Six four plage V				x		
		La Seine sur mer C		x	x	x	x	x
		Toulon V			x	x	x	x
		Hyères V			x	x	x	x
		Saint-Tropez V		x	x	x	x	x
		Cogolin V			x			
Corse	1/5 20 %	Antibes V						
		Bonifacio V					x	

Tableau 4: PCB, ports dépassant N2, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006

Il y a environ 2 fois plus de ports de commerce présentant des niveaux élevés pour les PCB par rapport aux ports de pêche et de plaisance (cf. tableau 5). Ainsi, les ports de commerce sont plus concernés par la pollution par les PCB par rapport aux autres activités.

Tableau 5: Dépassement de N2 par activité pour les PCB au cours des 10 ans de suivis

Activité des ports maritimes	Commerce	Plaisance	Pêche	Militaire
Ports présentant au moins un dépassement de N2 pour les PCB / Nombre de ports avec au moins une donnée pour les PCB	9/31	15/101	1/5	0/2
Pourcentage	29%	15%	13%	

Bilan pour les PCB :

6,6 % des données acquises dépassent N2 au niveau national. 32 ports présentent des dépassements de N2 et 9 d'entre eux présentent des dépassements plus fréquents, il s'agit de la rade de Marseille (Bassins Est commerce, Vieux-Port plaisance et Estaque plaisance), La Ciotat (plaisance, important chantier naval), la rade de Toulon (Toulon plaisance et La Seyne-sur-mer commerce), Brest (commerce), Saint-Malo (commerce et pêche). Ces sites se caractérisent par une activité industrielle et/ou de réparation navale importante et ancienne au niveau de la zone portuaire qui pourrait expliquer la qualité dégradée des sédiments. Ces ports n'ont été que peu voire pas dragués au cours des dernières décennies aussi les sédiments contiennent une pollution d'origine historique.

3.5.5.3 Tributylétain (TBT)

Éléments de contexte

(d'après Alzieu et al., 1999)

Le tributylétain (TBT) est utilisé dans les peintures antisalissures des navires qui diffusent ce composé. Les flux en TBT dans les eaux territoriales sont actuellement imputables aux activités navales : entretien et stationnement des navires de plus de 25 mètres. Pour les unités plus petites, l'utilisation du TBT est interdite depuis 1982. Le TBT est très stable dans les sédiments. La contamination des sédiments est très variable selon les sites. Le TBT est très toxique pour les mollusques à des concentrations extrêmement faibles en induisant des effets sur la reproduction, sur la calcification des huîtres avec la formation de chambres remplies d'une substance gélatineuse. Des effets sur la sexualité des gastéropodes sont observés, avec l'imposition de caractère mâle chez les femelles, qui au stade aigu peuvent devenir stériles. Pour les poissons, des effets sur la reproduction sont observés à des concentrations plus élevées.

Les produits de dégradation du TBT dans l'environnement sont le dibutylétain et le monobutylétain. Ils sont moins toxiques que le TBT (Ineris, 2005).

Précision concernant la stratégie d'échantillonnage

Le TBT est un paramètre optionnel du RÉPOM. Les stratégies d'échantillonnage peuvent varier entre les services chargés de la police des eaux littorales. Certains services ciblent davantage les ports les plus pollués après avoir effectué un état des lieux général, tandis que d'autres effectuent des analyses dans l'ensemble des ports à chaque campagne visant ce paramètre. Ainsi, lors de l'agrégation des données à l'échelle nationale, les départements visant plus particulièrement les sites pollués conduisent à augmenter le nombre de données dans les classes de qualité moyenne ou mauvaise induisant une sur-représentation de ces sites dans l'échantillon par rapport à leur poids réel dans l'échantillon. La fréquence d'échantillonnage étant variable entre les départements pour ce paramètre, les ports entrant dans l'échantillon dépendent fortement des années considérées. Aussi, les résultats agrégés présentés ci-dessous doivent être considérés avec précaution.

Données agrégées

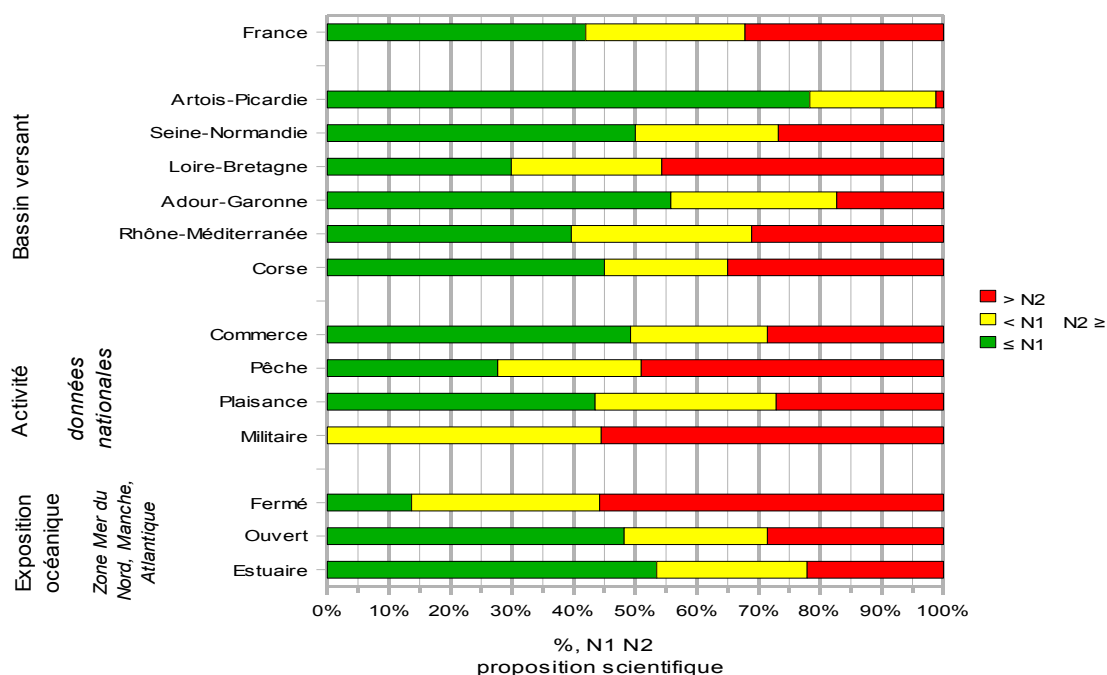


Figure 31: Tributylétain, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence

Au niveau national, 42 % des données sont inférieures à N1, 25,9 % sont comprises entre N1 et N2 et 32,2 % sont supérieures à N2 soit près d'une donnée sur trois.

L'ensemble des bassins versants présente un dépassement de N2, à part l'Artois-Picardie pour lequel le pourcentage de dépassement est de 1,2 % (1/83), les autres bassins dépassent N2 pour au moins 20 % des données et jusqu'à 45,7 % pour la Loire-Bretagne. Le pourcentage de données comprises entre N1 et N2 est relativement similaire pour la zone Mer du Nord – Manche - Atlantique mais aussi lorsque l'on considère l'ensemble des bassins versants, ainsi, le pourcentage de données comprises entre N1 et N2 est compris entre 20 % et 29,2 %. Les différences entre bassins versants s'expriment plus au travers du pourcentage de dépassement de N2.

Les ports de pêche et les ports militaires présentent la qualité la plus médiocre avec respectivement 49,1 % et 55,6 % des données qui sont supérieures à N2. La qualité des sédiments pour les ports de commerce et de plaisance sont similaires lorsque l'on considère le niveau de dépassement de N2 (environ 28 %). Néanmoins, les ports de plaisance présentent un pourcentage de données comprises entre N1 et N2 qui est supérieur à celui des ports de commerce. Ainsi s'il fallait classer par ordre croissant de qualité les ports, l'ordre serait le suivant : Commerce < Plaisance < Pêche < Militaire (qualité la moins bonne).

Les zones fermées présentent les plus forts niveaux de dépassement de N2 (55,8 % des données). Ensuite, les ports ouverts et d'estuaire présentent des qualités similaires. Les différences entre expositions s'expriment au travers du pourcentage de dépassement de N2, puisque les pourcentages de données comprises entre N1 et N2 sont proches (respectivement, 28,6 % et 22 %).

Carte nationale

L'analyse de la carte nationale permet d'identifier les ports pour lesquels aucun dépassement de N1 n'a été observé au cours des suivis du RÉPOM :

- Artois-Picardie : Boulogne-sur-Mer (pêche), 1 ports sur 5
- Seine-Normandie : Dives-sur-mer (plaisance), Barfleur (pêche), Cherbourg (commerce), Granville (pêche), soit 4 ports sur 13
- Loire-Bretagne : Le Vivier-sur-Mer (plaisance), Cancale (pêche), Dinard (plaisance), Saint-Briac (plaisance), Saint-Malo (plaisance), Saint-Quay (pêche, plaisance), Trebeurden (plaisance), Bénodet (plaisance), Loctudy (plaisance), La Baule (plaisance), Jard-sur-Mer (plaisance), Ars-en-Ré (plaisance), La Rochelle (pêche, plaisance), soit 15 ports sur 68
- Adour-Garonne : Le Château-Oléron (pêche), Marennes (pêche), Royan (plaisance), Bordeaux (commerce), Bayonne (commerce), Biarritz (plaisance), soit 6 ports sur 18
- Rhône-Méditerranée : Argelès-sur-mer (plaisance), Saint-Cyprien (plaisance), Barcarès (plaisance), Leucate (plaisance), Port-La-Nouvelle (commerce et pêche), Gruissan (plaisance), Frontignan (plaisance), Marseille Frioul (plaisance), La Seyne-sur-mer (commerce), Bormes-La-Favière (plaisance), Fréjus (plaisance), Théoule-sur-mer (plaisance), Mandelieu (plaisance), Villeneuve-Loubet (plaisance), Nice (commerce), Saint-Jean-Cap-Ferrat (plaisance), Beaulieu-sur-mer (plaisance), Menton (plaisance), soit 19 ports sur 59
- Corse : Bonifacio (plaisance), soit 1 port sur 5

Au niveau national (sans l'outre-mer), 95 % (172/181) des ports font l'objet d'un suivi (10 ports non suivis en métropole), parmi ces ports, 27 % (46/171) des ports présentent des sédiments de bonne qualité avec l'ensemble de leurs données inférieur au niveau N1 proposé. La Loire-Bretagne présente le plus faible pourcentage de port ne présentant pas de dépassement de N1 (cf. tableau 6). 91 ports soit 53 % (sur 171 ports de métropole suivis) présentent au moins un dépassement de N2 au cours des 10 ans de suivis.

Tableau 6: TBT, pas de dépassements de N1 pour toutes les mesures effectuées par bassin, % de ports, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006.

Zone géographique	Tout inférieure à N1 en % du nombre de port
Artois-Picardie	20%
Seine-Normandie	31%
Loire-Bretagne	12%
Adour-Garonne	33%
Rhône-Méditerranée	32%
Corse	20%
National (métropole)	27%

Bilan pour le TBT

Au niveau national, près d'une donnée sur trois dépasse N2. Même si l'utilisation du TBT a été réduite aux navires de plus de 25 mètres au début des années 80, il est fortement associé aux sédiments marins du fait de son caractère persistant. Environ un quart des ports suivis disposant de données (27%) ne présentent aucun dépassement de N1. L'ensemble des bassins versants sont concernés par des dépassements de N2. Au niveau national, l'Artois-Picardie est le secteur le moins touché, avec seulement 1 dépassement de N2 observé sur 83 données acquises en 10 ans de suivi. Ces résultats dans le bassin Artois-Picardie s'expliquent en partie par le positionnement des stations de mesures qui ne sont pas localisées à proximité immédiate des secteurs de réparation navale.

3.5.5.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Éléments de contexte

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des substances dont la structure chimique est constituée de plusieurs noyaux aromatiques ayant en commun plus d'un atome de carbone (Alzieu et al., 1999). Le plus simple des HAP est le naphthalène (deux cycles) et le plus complexe est le coronène (sept cycles). (Ineris, 2005)

Les HAP sont présents dans l'environnement du fait de la perte à partir du transport ou de l'utilisation des carburants fossiles, de la pyrolyse des matières organiques à haute température et de phénomènes naturels (biosynthèse par les organismes vivants). La combustion des essences est une source importante d'introduction de HAP, notamment le benzo[a]pyrène, dans l'atmosphère. Les activités de raffinerie, de production d'aluminium ou les rejets urbains contribuent également de manière importante aux apports atmosphériques et aquatiques (Alzieu et al., 1999). La présence dans les eaux est en grande partie provoquée par les mêmes sources, par le biais du ruissellement d'eaux en provenance de zones urbaines ou industrielles ou par celui de dépôts atmosphériques. D'autres sources de présence dans les eaux sont les rejets industriels directement dans les eaux, les huiles usagées, l'industrie du pétrole et ses à-côtés (fonctionnement normal de l'industrie mais également marée noire et dégazages) et le traitement du bois à partir de produits dérivés de combustibles fossiles (créosote). Ces sources nombreuses et variées sont à l'origine d'une présence assez importante de HAP dans l'environnement, à la fois dans les eaux (surtout dans les sédiments et les matières en suspension) et dans les sols. (Ineris, 2005)

Les HAP sont faiblement solubles dans l'eau de mer, ont une capacité élevée d'adsorption sur les particules en suspension et les colloïdes. En raison de leur caractère lipophile, les HAP sont concentrés dans les sédiments et les organismes marins. Les effets majeurs des HAP sont surtout à long terme et particulièrement leurs aspects cancérogènes et mutagènes pour les organismes. (Alzieu et al., 1999)

Parmi les HAP régulièrement mesurés au niveau national dans le cadre du RÉPOM, 8 d'entre eux disposent d'une proposition de niveau N1 (GEODE, 2007). Pour 6 autres HAP - le benzo(a)pyrène, le benzo(ghi)peryène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène, l'indéno(1,2,3-cd)pyrène et le fluoranthène - il existe deux niveaux (N1 et N2) proposés par l'IFREMER dans le cadre du programme de recherche PNETOX (Quiniou, 2004). (cf. tableau 3)

Parmi ces substances, le benzo(a)pyrène est le plus étudié pour sa toxicité et le fluoranthène est le plus répandu dans l'environnement, sa détection servant avant tout d'indicateur à la présence d'autres HAP plus dangereux. (Ineris, 2005)

Pour ces six substances, les données seront agrégées lors de l'analyse par zone géographique, par activité et fonction de l'exposition océanique. Elles sont traitées séparément dans les cartes nationales.

Précision concernant la stratégie d'échantillonnage

Les HAP sont des paramètres optionnels. Les stratégies d'échantillonnage peuvent varier entre les services chargés de la police des eaux littorales quant à la fréquence, aux ports ciblés et aux HAP considérés. Ainsi certains ports ne disposent parfois que d'un échantillonnage au cours des 10 ans de suivi (1997 à 2006) tandis que d'autres sites font l'objet d'un suivi annuel depuis 2000 voire 1999 ou 1998.

Aussi, les résultats agrégés présentés ci-dessous doivent être considérés avec précaution.

Lors d'une analyse des sites dépassant un niveau de référence, il convient de prendre des précautions par rapport aux sites peu échantillonnés quelle que soit la qualité observée. En effet, faute de suivi régulier, il n'est pas toujours possible d'identifier des tendances.

Données agrégées

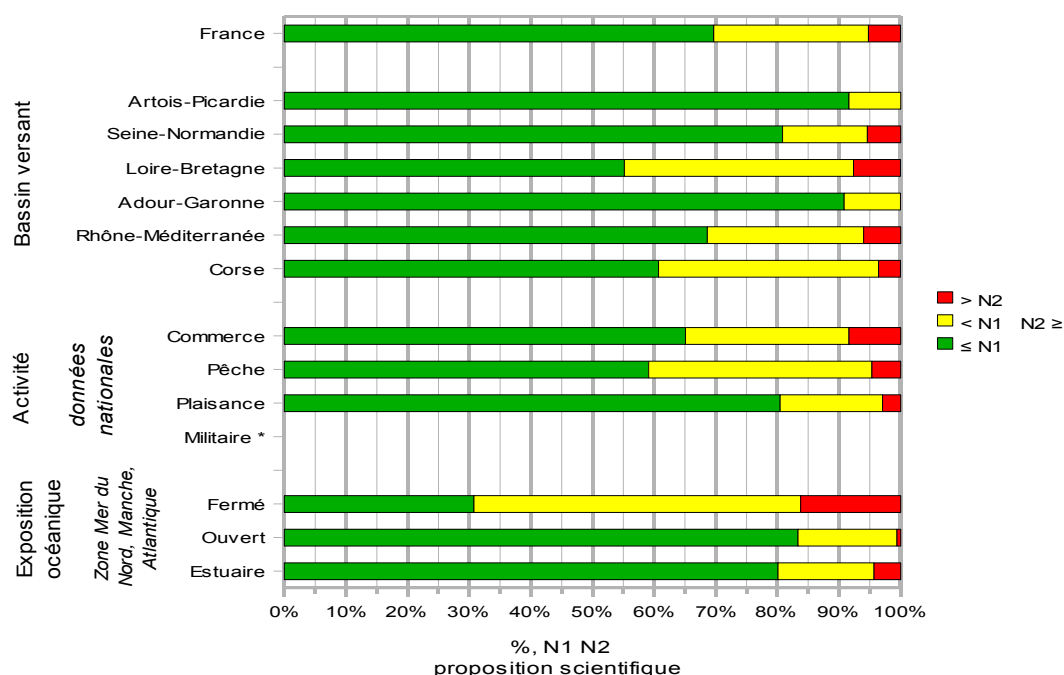


Figure 32: 6 HAP (dit de Borneff), programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.

* militaire : seules les données de Brest sont disponibles aussi l'agrégation par activité n'est pas représentative.

Au niveau national, 70 % des données sont inférieures à N1, 25,1 % sont comprises entre N1 et N2 et 5,2 % sont supérieures à N2.

Les bassins Artois-Picardie et Adour-Garonne ne présentent pas de dépassement de N2. Ces deux bassins versants présentent des pourcentages compris entre N1 et N2 qui sont similaires avec 9 % environ. Les autres bassins versants présentent des niveaux de dépassement de N2 et des pourcentages de données comprises entre N1 et N2 qui sont plus élevés.

En Méditerranée, au niveau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse, les pourcentages de données comprises entre N1 et N2 sont respectivement de 25,4 % et 35,7 %, le pourcentage de données dépassant N2 est plus élevé pour le bassin Rhône-Méditerranée avec 6 % contre 3,6 % en Corse.

La Loire-Bretagne présente un important pourcentage de données comprises entre N1 et N2 par rapport aux autres bassins versants de la zone Mer du Nord – Manche - Atlantique et un dépassement de N2 plus élevé (7,6 %). La Seine-Normandie présente un niveau de dépassement de N2 de 5,4 % et 13,7 % des données sont comprises entre N1 et N2.

L'ensemble des activités est concerné par un dépassement de N2. Les plus forts dépassements de N2 sont observés pour les ports militaires puis pour les ports de commerce (10,4 % et 8,4 % respectivement). Les ports de pêche, présentant un niveau moins élevé d'échantillons supérieurs à N2, ont un important pourcentage des données (36,2 %) qui sont comprises entre N1 et N2. Les ports de plaisance sont moins concernés, mais présentent quand même des dépassements de N1 et de N2.

Il y a un effet de l'exposition océanique. Les ports fermés présentent une qualité moins bonne que les ports d'estuaire et ouverts. À pourcentage compris entre N1 et N2 équivalent (environ 16 %), les ports d'estuaire présentent un niveau de dépassement de N2 plus élevé que les ports ouverts.

Carte nationale

L'analyse des cartes nationales met en évidence que 82 % des ports suivis dans le cadre du RÉPOM ont fait l'objet d'une mesure pour les six HAP de Borneff, soit 148/181 (en métropole) et 40 % (60/148) de ces ports ne présentent pas de dépassement de N1.

Lorsque l'on prend en compte les 14 HAP retenus disposant d'un niveau N1, 33 % (49/149) des ports ne présentent pas de dépassement de N1.

109 ports disposent de données simultanément pour ces 14 HAP et 39 ports ne présentent aucun dépassement de N1, soit 36 % (39/109).

L'ensemble des bassins versants présentent des dépassements de N1 pour les 14 HAP retenus.

Zone géographique	Nombre de ports avec des mesures simultanément pour les 14 HAP retenus pour lesquelles a été observé au moins 1 dépassement de N1 (1997-2006)	%
Artois-Picardie	3/5	60%
Seine-Normandie	5/9	56%
Loire-Bretagne	24/35	69%
Adour-Garonne	6/6	100%
Rhône-Méditerranée	29/49	59%
Corse	3/5	60%

Tableau 7: HAP (disponibles simultanément), dépassement de N1, ports maritimes du programme Sédiment du RÉPOM.

Un niveau N2 a été proposé dans le cadre du programme de recherche PNETOX (Quiniou, 2004), 24 ports présentent des dépassements de ce niveau pour au moins un des six HAP de Borneff, soit 16 % des ports de métropole :

Zone géographique	% et nombre de ports dépassant N2 à l'échelle du bassin versant	Port	<div>Benzo(a)pyrène</div> <div>Benzo(b)fluoranthène</div> <div>Benzo(ghi)perylene</div> <div>Benzo(k)fluoranthène</div> <div>Fluoranthène</div> <div>Indeno(123cd)pyrène</div>					
Seine-Normandie	3/13 23 %	Deauville V						x
		Caen-Ouistreham C	x	x	x	x	x	x
		Port-en-Bessin P	x					
Loire-Bretagne	8/58 14 %	Saint-Malo C	x	x	x	x	x	x
		Saint-Malo P	x	x	x	x	x	x
		Brest C	x	x	x	x	x	x
		Brest M	x		x		x	x
		Penmarc'H P			x			
		Le Guilvinec P	x		x			x
		Combrit V	x					
		Groix C	x	x	x			x
Rhône-Méditerranée	12/49 25 %	Sète C	x		x		x	x
		Sète P	x		x			x
		Port Saint-Louis V	x	x	x	x	x	x
		Port De Bouc V	x		x		x	x
		Marseille Bassin Est C	x	x	x	x	x	x
		Marseille Frioul V	x		x			x
		Marseille Vieux Port V	x	x	x			x
		La Ciotat V	x		x			x
		Toulon C	x		x			
		Toulon V	x	x	x	x	x	x
		Saint-Mandrier V	x		x			x
		Saint-Tropez V	x		x			
Corse	1/5 20 %	Ajaccio V	x		x			

Tableau 8: 6 HAP, dépassement de N2, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006

Parmi les ports avec des dépassements de N2, plusieurs sites présentent des dépassements plus fréquents. Il s'agit de Saint-Malo (commerce et pêche), de la rade de Marseille (Bassins Est commerce, Vieux-Port plaisance, Frioul plaisance), de Brest (commerce et militaire), Caen-Ouistreham (commerce). Ces ports se caractérisent par une activité industrialo-portuaire ancienne associée à des sédiments peu ou pas dragués qui expliquent les niveaux observés.

Il y a jusqu'à 2 fois plus de ports de commerce présentant des niveaux élevés pour les HAP par rapport aux ports de pêche et de plaisance. Les ports de commerce sont plus concernés par une pollution par les HAP par rapport aux autres activités. (Cf. tableau 9)

Activité des ports maritimes	Commerce	Plaisance	Pêche	Militaire
Ports présentant au moins un dépassement de N2 pour l'un des 6 HAP / Nombre de ports avec au moins une donnée pour l'un des 6 HAP	7/27	11/85	4/36	1/1
Pourcentage	26 %	13%	11%	

Tableau 9: Dépassement de N2 par activité pour les HAP au cours des 10 ans de suivis.

Bilan pour les HAP

Lorsque l'on considère les HAP (14 substances), 33 % des ports suivis ne montrent pas de dépassement de N1, synonyme d'une bonne qualité. Cependant, 24 ports soit 16 % des sites suivis dépassent le niveau N2 pour au moins l'un des 6 HAP de Borneff au cours des dix ans de suivi (1997-2006). Plusieurs de ces ports se caractérisent par une activité industrialo-portuaire ancienne associée à des sédiments peu ou pas dragués.

3.6 Outre-Mer

3.6.1 Saint-Pierre et Miquelon

Il y a eu une mesure effectuée en 1998 pour les 8 métaux lourds et l'étain inorganique. Des dépassements de N2 sont observés pour le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc. Des dépassements de N1 sont observés pour le zinc et le cadmium.

3.6.2 Martinique

Il existe des mesures pour les 8 métaux, les PCB, les 6 HAP de Borneff, les hydrocarbures totaux, le TBT, DBT et MBT.

Des dépassements de N2 provenant d'un secteur donné du port sont observés pour le cuivre (3/10) et le zinc (1/10). Des dépassements de N1 sont aussi observés pour le mercure et le plomb.

3 dépassements de N2 et 1 dépassement de N1 sont observés pour le TBT sur 14 mesures. Deux dépassements proviennent d'un secteur donné du port.

Aucun dépassement de N1 n'est observé pour les PCB totaux et les 7 congénères.

Pour les 6 HAP, quatre échantillons présentent des dépassements de N1 et les 3 dépassements de N2 sont observés sur le même échantillon. En tout, 18 données sur 90 sont comprises entre N1 et N2, soit 20 %.

3.6.3 Guadeloupe

L'arsenic, le cadmium, le cuivre, le mercure, le plomb, le zinc, l'étain inorganique, le vanadium et les hydrocarbures totaux sont mesurés.

Seul un dépassement de N1 est observé pour le plomb.

3.7 Synthèse pour le programme Sédiment

L'analyse des données du RÉPOM Sédiment après 10 ans de suivi, met en évidence une contamination importante des sédiments portuaires par deux polluants, le tributylétain et le cuivre, dont les sources principales en milieu portuaire sont la diffusion provenant des peintures antisalissures des navires et les rejets liés aux activités de carénage et de réparation navale.

L'arsenic n'est globalement pas retrouvé dans les sédiments portuaires. Le nickel et le chrome ne sont pas observés à des niveaux élevés à part pour quelques ports, notamment dans le département de la Haute Corse caractérisé par un bruit de fond très élevé.

Le cadmium est identifié principalement au niveau de trois sites : les ports de commerce et de pêche de Saint-Malo, deux bassins du port de commerce de Marseille et une darse de Boulogne-sur-mer. Le plomb est identifié à des niveaux élevés dans plusieurs ports du bassin Rhône Méditerranée, notamment au niveau de la rade de Marseille. Le port de Saint-Malo est également marqué par ce contaminant. Le mercure est fortement présent dans plusieurs ports maritimes du bassin Rhône-Méditerranée et particulièrement au niveau des rades de Marseille et de Toulon. Pour les autres secteurs, ce sont principalement les bassins à flot du port de Saint-Malo et le port de Brest qui ressortent. Le zinc est observé dans plusieurs ports de Rhône-Méditerranée et de Loire-Bretagne. Ces polluants sont à la fois liés aux activités propres aux ports, à des activités industrielles mais aussi aux rejets urbains, les sources sont donc multiples.

Environ un cinquième des ports suivis par le RÉPOM présentent des dépassements de N2 pour les polychlorobiphényles (PCB). Un tiers des ports ayant fait l'objet de mesures pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (14 HAP retenus) ne présentent pas de dépassement de N1. Lorsque l'on utilise le niveau N2 proposé par l'IFREMER dans le cadre du programme de recherche PNETOX pour les 6 HAP de Borneff, il apparaît que 16 % des ports suivis (24 ports) sont concernés par des dépassements de ce niveau.

Les ports de commerce présentent des niveaux plus élevés en PCB et HAP que les autres ports. Les ports de pêche de taille importante présentent des niveaux plus élevés pour le TBT, le cuivre et le zinc, substances notamment présentes dans les peintures antisalissures des navires, que les ports de taille moyenne ou petite. Pour les ports maritimes situés dans la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique, il est constaté que les ports fermés présentent des niveaux plus élevés que les ports ouverts et d'estuaire pour plusieurs métaux (cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc), pour les PCB, le TBT et les HAP, ceci s'explique par des échanges moins importants voire quasi-inexistants avec le milieu marin pour les ports fermés si bien que les polluants introduits dans le port y sont fortement piégés.

Les sites qui ressortent au niveau national sont souvent caractérisés par une histoire industrielle ancienne au niveau du port à laquelle se rajoute aussi une activité de réparation navale. Plusieurs autres facteurs peuvent entrer en ligne de compte, par exemple des bassins versants industrialisés et urbanisés de manière historique contribueront à augmenter les rejets possibles de polluants. Le port pourra également recevoir des eaux usées provenant de déversoirs d'orage. Une configuration fermée favorisera le piégeage des polluants rejetés. Si le port est peu ou pas dragué, les sédiments fins agissant comme un réservoir contiendront une pollution d'origine historique. Ainsi, tant que ces matériaux n'auront pas été remobilisés, les niveaux mesurés in situ resteront élevés.

Deux secteurs, en particulier, cumulent plusieurs de ces caractéristiques, il s'agit de la rade de Marseille et des bassins à flot du port de Saint-Malo.

Les ports de Marseille se situent à l'aval de plusieurs bassins versants fortement industrialisés avec de nombreuses friches industrielles et urbanisées de manière très ancienne. Le port en lui-même est un bassin versant naturel d'une grande partie de la zone urbaine et la topographie conduit à un drainage des rejets des bassins versants en direction du port. Les surverses du réseau d'assainissement urbain en partie unitaire sont réalisées dans le port de commerce. Les taux de sédimentation dans les ports sont très faibles aussi les dragages sont très limités ce qui ne permet pas un renouvellement des matériaux. On a ainsi une accumulation historique de contaminants dans les sédiments. Le port de commerce héberge également une activité industrialo-portuaire importante. Il existe plusieurs formes de raboub associées à une activité de réparation navale remontant au début

du XIXe siècle. Enfin le ruissellement urbain et les apports atmosphériques en HAPs contribuent également à la contamination du site. Si aujourd'hui les rejets sont mieux maîtrisés voire supprimés, Marseille est d'abord caractérisé par une pollution historique dû à des activités portuaires remontant à plusieurs siècles. Son histoire maritime et industrielle associée à un contexte géographique particulier conduit à observer aujourd'hui des niveaux élevés pour plusieurs familles de contaminants.

Le port de Saint-Malo est fermé par une écluse, abritant des bassins à flot qui hébergent une activité industrialo-portuaire très ancienne. La pollution est limitée aux bassins et n'impacte pas la baie de Saint-Malo. Ces bassins ne sont pratiquement jamais dragués si bien que les sédiments subissent une pression anthropique très ancienne sans que les matériaux soient renouvelés, ainsi même si les rejets sont aujourd'hui maîtrisés voir supprimés, les sédiments reflètent l'histoire du port à laquelle sont associés des rejets anciens. Ce port présente la particularité d'être isolé du reste de l'agglomération d'un point de vue hydraulique, ainsi le bassin versant et les rejets urbains sont drainés vers un ruisseau se rejetant en mer sans que les bassins à flot soient atteints. Aussi, la qualité dégradée du port n'est pas à attribuer à une pollution d'origine urbaine, mais serait plutôt liée à l'activité sur le port (réparation navale, rejets d'huiles usagées, importation et fabrication d'engrais, etc.) et à son histoire.

4. Programme EAU

4.1 Paramètres mesurés

Pour le programme « Eau », les paramètres devant être analysés sont :

- Bactériologie : Escherichia coli ou coliformes fécaux, Streptocoques fécaux
- Physico-chimie :
 - paramètres obligatoires : température, salinité, oxygène dissous, matière en suspension, transparence (disque de Secchi), ammonium
 - paramètres optionnels : orthophosphate, nitrate, turbidité.

Pour ce bilan, certaines données ne sont pas disponibles au format numérique pour le Morbihan et certains ports de Seine-Maritime, soit 19 ports.

Des données sont disponibles dans 85 % des ports suivis dans le cadre du RÉPOM pour l'ammonium, dans 65 % pour les nitrates et 60 % pour les phosphates. Le carbone organique total est disponible dans 55 % des ports suivis.

Les paramètres microbiologiques sont disponibles dans 85 % des ports suivis pour Escherichia coli, dans 85 % des ports suivis pour les streptocoques fécaux (ou entérocoques intestinaux).

Les paramètres généraux de qualité des eaux sont disponibles pour la majorité des départements : l'oxygène dissous, la température et la salinité sont disponibles dans 84 % des ports, les matières en suspension (MES) dans 85 % et la transparence (disque de Secchi) dans 76 % des ports suivis.

Le pH est disponible dans 63 % des ports suivis.

Remarques : Nous considérerons que les streptocoques fécaux et les entérocoques intestinaux constituent un même groupe si bien que les résultats seront regroupés sous le terme d'entérocoques intestinaux.

4.2 Répartition des données

Les paramètres considérés sont Escherichia coli (ou coliformes fécaux), Streptocoques fécaux (ou entérocoques intestinaux), température, salinité, oxygène dissous, matière en suspension, transparence (disque de Secchi), ammonium, orthophosphate, nitrate, turbidité. Les pourcentages correspondent à la somme des données disponibles.

Près de la moitié des données du RÉPOM Eau provient du bassin Loire-Bretagne. Avec le bassin Rhône-Méditerranée, cela représente 73 % des données.

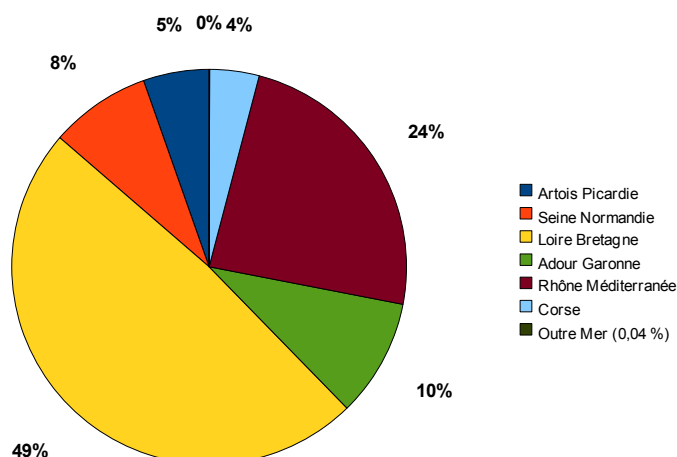


Figure 33: Provenance des données du programme Eau du RÉPOM en fonction de la zone géographique

Près de la moitié des données du programme Eau du RÉPOM provient des ports de plaisance. L'autre moitié provient à part égale des ports de pêche et de commerce. La contribution des ports militaires est pour 1 % des données.

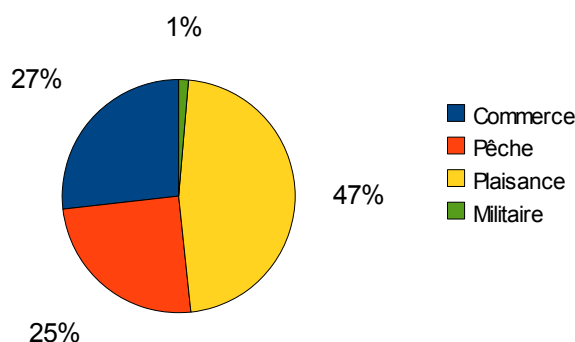


Figure 34: Provenance des données du programme Eau du RÉPOM en fonction de l'activité des ports maritimes

La majorité des données de la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique provient des ports ouverts tandis qu'environ un cinquième provient des ports fermés. Les ports d'estuaire contribuent pour 20 %.

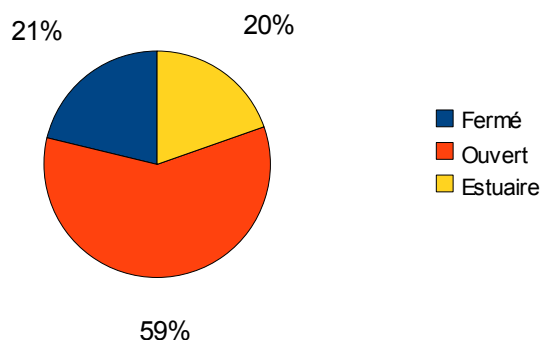


Figure 35: Provenance des données du programme Eau du RÉPOM en fonction de l'exposition océanique

4.3 Paramètres microbiologiques

4.3.1 Éléments de contexte

Les ports et le milieu côtier reçoivent des eaux usées d'origines urbaine, agricole et industrielle. Ces rejets plus ou moins bien épurés, peuvent contenir un grand nombre de bactéries et de virus. À leur arrivée en mer, une partie des microorganismes des eaux usées est diluée dans la colonne d'eau tandis qu'une autre, fixée aux particules se dépose dans les zones vaseuses (Alzieu et al., 1999).

4.3.2 Méthode d'analyse

Les données obtenues dans l'eau des ports seront analysées par port et agrégées sur 10 ans. Chaque port sera représenté par une valeur et les ports seront comparés entre eux. Chaque port sera décrit à partir du percentile 90 qui permet d'éliminer quelques valeurs extrêmes qui pourraient être attribuables à des événements ponctuels non représentatifs, tout en mettant en avant les valeurs hautes de l'échantillon de données. Le percentile 90 est la valeur pour laquelle 90 % des données sont inférieures et 10 % supérieures. À raison de 4 mesures par an sur 10 ans, décrire l'échantillon à partir de ce paramètre consiste à ne pas considérer 4 événements extrêmes.

Les données seront considérées comme étant lognormale, ce qui est classiquement le cas pour ce type de données. Il est d'usage de raisonner par ordre de grandeur : 1 000, 10 000, ... Aussi, le percentile 90 sera calculé en prenant le logarithme des valeurs et en considérant cette distribution comme étant normale. Le percentile 90 de la distribution ainsi transformé sera calculé à partir des formules propres aux distributions normales puis sera retransformé en prenant l'inverse du log. Les percentiles sont calculés de la manière suivante (d'après l'annexe II de la directive baignade de 2006) :

- Prendre la valeur \log_{10} de tous les dénombrements bactériens de la séquence de données à évaluer (si une valeur est égale à zéro, prendre la valeur \log_{10} du seuil minimal de détection de la méthode analysée).
- Calculer la moyenne arithmétique (μ) des valeurs avec le logarithme base 10 (\log_{10}).
- Calculer l'écart type (σ) des valeurs avec le logarithme base 10 (\log_{10}).

La valeur 90e percentile supérieure de la fonction de densité de probabilité des données est tirée de l'équation suivante : 90e percentile supérieur = $\text{antilog}(\mu + 1,282 \sigma)$.

Les ports avec au moins 10 données seront représentés. Au niveau des graphiques, une différenciation en fonction de l'activité sera effectuée à partir d'un code couleur.

4.3.3 Résultats

4.3.3.1 Escherichia coli

(cf. figure 36)

Le 90e percentile est calculé pour 150 ports. Plusieurs sites portuaires ressortent au niveau national. Ainsi 12 ports présentent un 90e percentile supérieur à 10 000 UFC / 100 ml. Il s'agit de Boulogne-sur-mer pêche, Port-en-Bessin pêche, Saint-Brieuc commerce et plaisance, Les-Sables-d'Olonne plaisance, Bordeaux commerce, Saint-Jean-De-Luz plaisance, Hendaye pêche, Sète pêche, Marseille Bassin Est commerce, Ajaccio commerce et plaisance. Il y a 4 sites sur 37 ports de pêche (11 %), 4 sites sur 26 ports de commerce (15 %) et 4 sites sur 86 ports de plaisance (5 %).

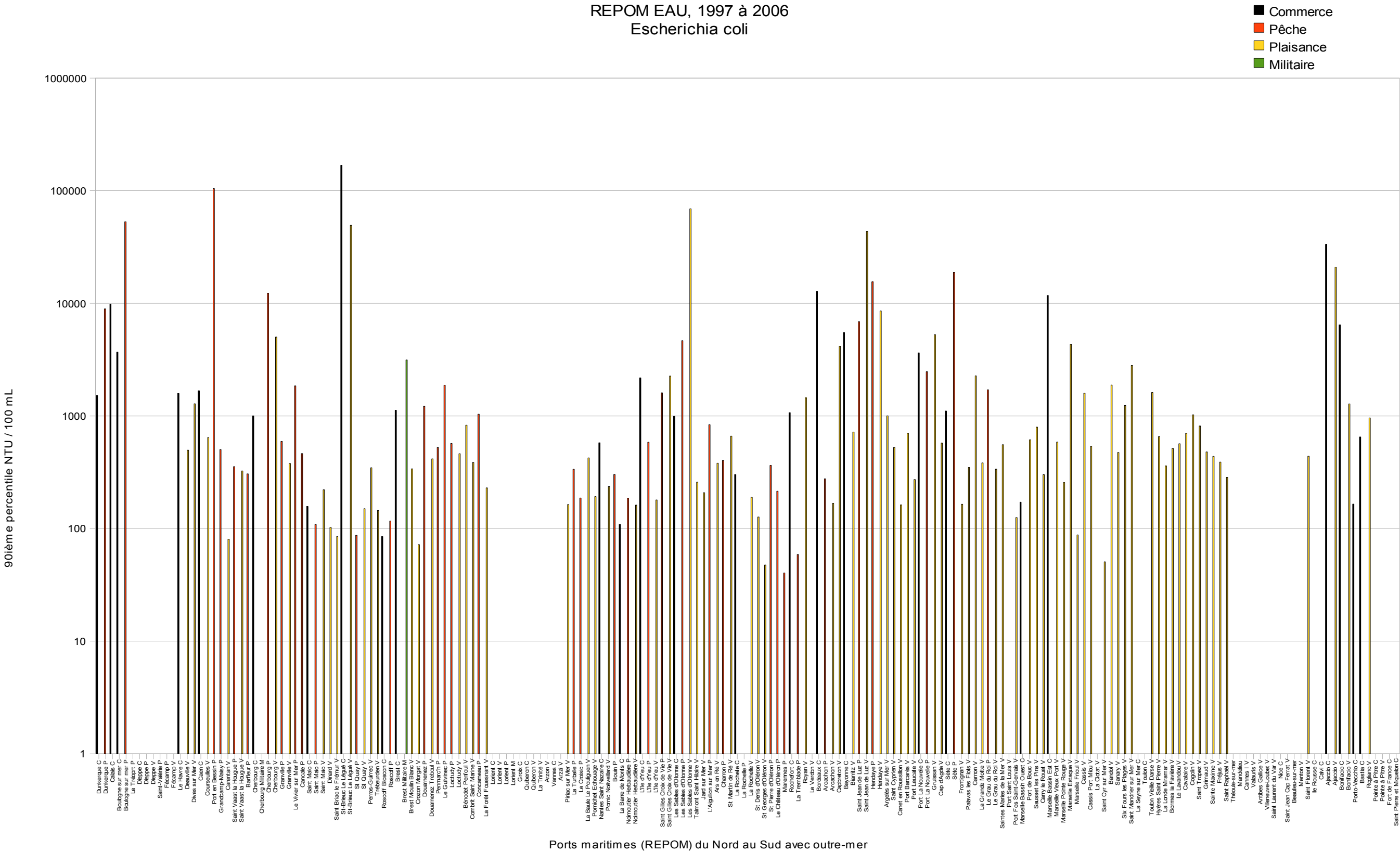


Figure 36: Escherichia coli, 90e percentile par port, programme Eau du REPOM, 1997 à 2006.

4.3.3.2 Entérocoques intestinaux

(cf. figure 37)

Le 90e percentile est calculé pour 150 ports. Plusieurs sites portuaires ressortent au niveau national. Ainsi 5 ports présentent un 90e percentile supérieur à 10 000 NTU/100 ml. Il s'agit de Port-en-Bessin pêche, Saint-Brieuc commerce, Les-Sables-d'Olonne plaisance, Ajaccio commerce. Il y a 1 site sur 37 ports de pêche (3 %), 2 sites sur 46 ports de commerce (4 %) et 2 sites sur 86 ports de plaisance (2 %).

4.3.3.3 Bilan microbiologie

Au niveau national, 4 ports ressortent nettement à la fois pour les entérocoques intestinaux et escherichia coli. Il s'agit de Port-en-Bessin pêche, Saint-Brieuc commerce, Les Sables-d'Olonne plaisance, Ajaccio commerce. Deux ports sont situés dans le bassin Loire-Bretagne, un site en Seine-Normandie et un site en Corse. Il n'y a pas de typologie par rapport à l'activité

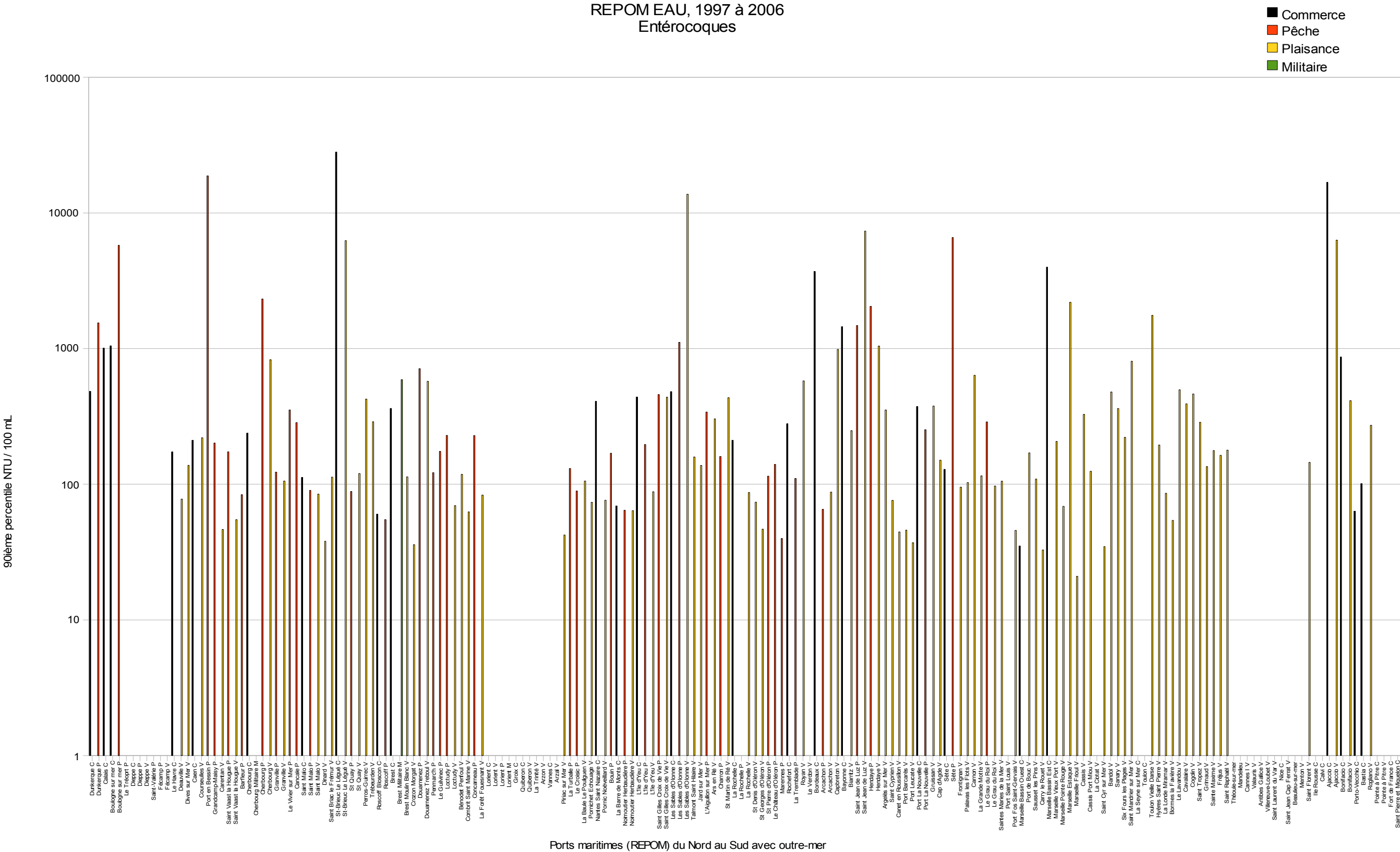


Figure 37 : Entérocoques intestinaux, 90e percentile par port, programme Eau du REPOM, 1997 à 2006.

4.4 Éléments nutritifs

4.4.1 Éléments de contexte

L'analyse des concentrations en sels nutritifs doit se lire à une échelle plus globale que le bassin portuaire. En effet, c'est l'ensemble du bassin, drainé par le réseau hydrographique, qui va contribuer à l'enrichissement des eaux en sels nutritifs. Les concentrations élevées en ions ammonium, nitrate et phosphate vont témoigner d'apports au milieu dus par des pollutions ponctuelles et diffuses, d'origines et de localisations diverses, sur l'ensemble du bassin.

La provenance des nutriments selon leur nature est connue (Merceron et al., 1999). Dans les bassins versants présentant des niveaux élevés, l'origine des composés azotés est très majoritairement agricole et dans une moindre mesure domestique. On retrouve ainsi l'azote ammoniacal (ammonium NH_4^+) qui correspond à la décomposition des rejets azotés sous toutes ces formes. Cet ammonium se transforme rapidement en nitrites (NO_2^-) puis nitrates (NO_3^-) par oxydation, c'est pourquoi, il est intéressant de rapprocher ces deux analyses. Les composés phosphorés quant à eux proviennent préférentiellement de rejets industriels et domestiques, puis d'origine agricole (engrais phosphatés notamment). L'existence de concentrations élevées en phosphates (PO_4^{3-}) dans les ports ne permet pas de considérer les seules activités portuaires comme polluantes. C'est en effet l'ensemble des activités du bassin versant dont les rejets sont drainés jusqu'au port qu'il conviendrait d'identifier lors d'une analyse au cas par cas.

Les sédiments fins des zones côtières et estuariennes peuvent contenir des concentrations élevées en azote et phosphore dissous (10 à 100 fois les teneurs observées dans l'eau sus-jacente). Les opérations de dragage et de rejet en mer peuvent conduire au relargage de ces éléments nutritifs. (Alzieu et al., 1999)

Le caractère diffus de la pollution agricole explique la difficulté de reconquête du milieu dans les bassins où l'agriculture domine. En revanche, pour les rejets industriels et domestiques des mesures correctives peuvent amener des résultats perceptibles rapidement sur la qualité des eaux.

4.4.2 Méthode d'analyse

L'objectif est d'estimer les valeurs hautes rencontrées dans les ports sans se focaliser sur des événements extrêmes ponctuels et de mettre en évidence les ports qui présenteraient des niveaux élevés par rapport aux autres sites à une échelle nationale. Il n'existe pas aujourd'hui de référentiel de qualité pour l'eau des ports qui puisse être utilisé à une échelle nationale. Il peut exister des valeurs repères au niveau local, par exemple dans le cadre d'un SDAGE, mais elles ne sont pas nécessairement applicables à l'ensemble du territoire, d'où le choix qui a été effectué d'analyser les ports entre eux (en relatif).

La description statistique de l'échantillon de données utilisées permettra de ne pas prendre en compte un nombre déterminé de valeurs extrêmes. Ceci ne minimise pas pour autant l'ensemble des niveaux observés puisqu'il est choisi d'utiliser le 90e percentile¹⁴. L'échantillon est décrit à partir de cette valeur. Les 90e percentiles pour l'ammonium, les nitrates et les phosphates seront représentés par port pour les dix ans de suivi. L'objectif est de ne pas pénaliser un port qui aurait eu quelques mesures ponctuelles élevées alors qu'il présente usuellement des niveaux moyens ou faibles. Le maximum pourra être utilisé en complément pour nuancer les analyses effectuées à partir du 90e percentile. Ainsi, à raison de 4 données par an pour 10 ans de suivi, considérer le 90ème percentile revient à ne pas prendre en compte 4 événements extrêmes. Dans cet exemple, le 90ème percentile est la 5ième valeur la plus forte. Les analyses sont réalisées sur les ports présentant suffisamment de

¹⁴ Détermination du 90e percentile : Le 90e percentile est déterminé à partir des données effectivement mesurées. Les n données disponibles sont classées en ordre croissant puis la N^{ième} donnée avec $N = n * 90 \%$, est considérée. Si l'index N n'est pas entier, tant que la fraction décimale est strictement inférieure à 0,5 c'est la partie entière de N qui est considérée sinon, c'est la partie entière de N+1. Les tableurs Open Office calc ou Microsoft Excel qui dans ce cas interpolent entre les deux index n'ont pas été utilisés.

données pour qu'un traitement statistique utilisant le 90e percentile puisse être mis en oeuvre. Les données seront agrégées par port sur 10 ans.

Le nombre de port étudié varie en fonction des mesures réalisées pour chaque paramètre et ce nombre ne correspond pas forcément au nombre total des ports suivis dans le cadre du RÉPOM. Aussi, pour plus de lisibilité entre les différents paramètres, l'ensemble des pourcentages sera exprimé par rapport aux ports RÉPOM qui permettent une analyse.

4.4.3 Azote

4.4.3.1 Ammonium

(Cf. figure 38 Azote ammoniacal : ions ammonium (NH_4^+), forme ionisée de l'ammoniaque issue de la décomposition incomplète de la matière organique)

Sur l'ensemble des ports suivis dans le cadre du RÉPOM, 162 ports présentent des mesures de ce paramètre et seuls 152, soit 80%, présentent suffisamment de données pour qu'une analyse statistique utilisant le 90e percentile puisse être réalisée.

On notera dans un premier temps que 144 ports, soit 95% des ports disposant de données pour ce paramètre dans le cadre du RÉPOM, ne dépassent pas 1,5 mg/l d'ammonium.

Un port ressort plus particulièrement de ce traitement : Saint-Brieuc commerce, avec un 90e percentile qui atteint 14 mg/l et dont la médiane atteint une concentration de 4,4 mg/l de NH_4^+ .

Trois autres ports présentent des valeurs qui dépassent les 4 mg/l, et on notera pour ces ports que leur médiane atteint ponctuellement des teneurs en ammonium relativement élevées (dépassant les 10mg/l). Il s'agit de Saint-Malo commerce et pêche et Les Sables d'Olonne plaisance.

Quatre autres ports se démarquent enfin par des valeurs supérieures à 1,5 mg/l : Port-en-Bessin pêche, Saint-Brieuc plaisance, Boulogne-sur-Mer pêche et Ajaccio commerce. Ajaccio atteint des concentrations en ammonium particulièrement fortes (56,1 mg/l).



4.4.3.2 Nitrates

(Cf. figure 39 Azote nitrique : ions nitrates (NO_3^-), issu de l'oxydation de l'azote ammoniacal)

89 ports disposent de suffisamment de mesures pour ce paramètre optionnel pour pouvoir être traités statistiquement, soit 46,4% de l'ensemble des ports du RÉPOM.

Si l'on considère le 90e percentile, on remarque qu'aucun port français ne dépasse 50mg/l. En revanche, sept ports ressortent par leur teneurs élevées en nitrates (plus de 20 mg/l). Il s'agit de Saint-Brieuc Le Légué plaisance et commerce, Rochefort commerce, Charron pêche, Courseulles plaisance, L'Aiguillon-sur-Mer pêche et Le Vivier-sur-Mer pêche dans une moindre mesure.

Si 71 ports ont des teneurs au 90e percentile inférieures à 10 mg/l, certains ports atteignent ponctuellement des maxima élevés. C'est le cas de plusieurs ports qui n'apparaissent pas lors de la première analyse effectuée à partir du 90e percentile mais dont la courbe des maxima dépasse les 50 mg/l. Il s'agit des ports de Saint-Jean-de-Luz (67,5 mg/l), Saint-Malo commerce (65,4 mg/l), Arcachon (60,3 mg/l), Saint-Brieuc plaisance (51,3 mg/l), l'Ile d'Yeu (51,6 mg/l) et enfin Biarritz plaisance (50 mg/l).

4.4.3.3 Nitrite

Le nombre de mesures disponibles pour l'azote nitreux (ions nitrite, NO_2^-) est insuffisant pour pouvoir effectuer une analyse.

4.4.3.4 Bilan azote

A l'échelle des nutriments azotés, le bassin Loire-Bretagne, et notamment les ports de Saint-Brieuc et de Saint-Malo ressortent de l'analyse comme ayant des teneurs élevées à la fois en ions ammonium et en nitrates. Au niveau du bassin Loire-Bretagne, les ports de pêche de l'Aiguillon-sur-Mer et de Charron sont eux aussi assez concentrés en nitrates, alors que le port de plaisance des Sables d'Olonne est quant à lui chargé en ammonium.

Au niveau du bassin Adour-Garonne, les concentrations en nitrates les plus fortes sont observées indifféremment de l'activité au niveau des ports de Rochefort Commerce, puis d'Arcachon pêche et plaisance.

Les autres grands bassins hydrographiques présentent globalement des teneurs faibles en nutriments azotés, à partir des données disponibles. Dès lors, l'absence de donnée ne doit pas être traduit par un indice de bonne qualité.



4.4.4 Phosphates

(Cf. figure 40 Phosphates: ions phosphates, PO_4^{3-})

Sur 114 ports présentant des mesures pour ce paramètre, seuls 96 en disposent de suffisamment pour être étudiés dans le cadre de cette analyse, soit 50% de la totalité des ports suivis dans le cadre du RÉPOM.

Sur ces 96 ports, 83 présentent des teneurs en phosphates inférieures à 0,5 mg/l pour leur 90e percentile.

Ici encore le port de Saint-Brieuc commerce ressort à l'échelle nationale, avec un 90e percentile à 4,8 mg/l et un maximum qui dépasse les 10 mg/l.

4 autres ports ont des eaux relativement concentrées en phosphates, il s'agit des ports de Saint-Malo commerce et pêche, de Rochefort commerce et d'Ajaccio commerce, principalement des ports de commerce, dont le 90e percentile dépasse 1 mg/l. Sans que cette valeur de 1mg/l soit atteinte, les ports des Sables d'Olonne plaisance et de Saint-Brieuc Le Légué plaisance s'en rapprochent, mais on remarquera surtout que leurs maxima dépassent 2 mg/l. Ainsi, les valeurs maximales mesurées peuvent atteindre des niveaux assez forts comparativement au 90e percentile calculé de ces échantillons, ce qui semble indiquer des événements ponctuels.

C'est le cas pour les ports à fortes teneurs déjà vus ici (Saint-Malo, Saint-Brieuc), mais ces disparités entre le 90e percentile et le maximum s'observent également sur des ports qui ne ressortent pas à l'échelle nationale et qui pourtant ont eu ponctuellement des teneurs en phosphates supérieures à 2 mg/l, il s'agit de Dunkerque commerce (max = 13,8 mg/l), Bayonne commerce (max = 15,0 mg/l), Le Guilvinec pêche (max = 3,7 mg/l), Marseille commerce (max = 3,5 mg/l), L'île d'Yeu pêche (max = 2,1 mg/l).

Globalement, les ports ayant les teneurs les plus élevées en PO_4^{3-} sont des ports de commerce.

De la même manière que pour les composés azotés, et sans tenir compte des valeurs extrêmes observées ponctuellement, les ports présentant des niveaux élevés en phosphates se situent au niveau du bassin Loire-Bretagne, et plus particulièrement les ports de Saint-Brieuc et Saint-Malo (et dans une moindre mesure les Sables d'Olonne plaisance). D'autre part, pour le bassin Adour-Garonne, là encore, c'est le port de Rochefort commerce qui se démarque.

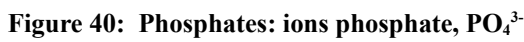
Ici encore, retenons que seuls 96 ports ont pu être étudiés pour ce paramètre et qu'une absence de donnée ne peut être lue comme un gage de bonne qualité.

4.4.5 Bilan éléments nutritifs

Seuls 5 ports se détachent notablement : Saint-Brieuc (commerce et plaisance), Saint-Malo (commerce et pêche), Les Sables d'Olonne (plaisance), Rochefort (commerce) et Ajaccio (commerce).

La Loire-Bretagne, l'Adour-Garonne et dans une moindre mesure la Corse sont concernées par ces teneurs importantes, alors que les bassins Artois-Picardie et Seine-Normandie ont des valeurs plus faibles pour ces paramètres. Le bassin Rhône-Méditerranée malgré un nombre réduit de mesures semble cependant être le bassin hydrographique ayant les concentrations les plus faibles en éléments nutritifs, à quelques événements ponctuels près. Ces niveaux faibles en sels nutritifs pour ce bassin, ne sont pas surprenant compte tenu du caractère naturellement oligotrophe de la méditerranée (Guillaud et al., 1990).

Il est constaté, à l'échelle nationale, que la plupart des ports suivis dans le cadre du RÉPOM Eau ne présente pas de concentrations élevées en éléments nutritifs.



4.5 Outre-Mer

Il n'y a des données que pour la Guadeloupe.

4.5.1 Microbiologie

Une donnée est disponible pour *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux.

4.5.2 Éléments nutritifs

Des données sont disponibles pour l'ammonium, les nitrates et les phosphates. Les niveaux observés sont faibles.

4.6 Synthèse pour le programme Eau

Pour le programme Eau du RÉPOM, les paramètres retenus pour cette étude nationale ont mis en évidence que sur 150 ports dont la qualité des eaux a été évaluée, 12 sites ressortent pour les microorganismes d'origine fécale sans qu'il y ait de typologie liée à l'activité. La mesure des éléments nutritifs met en évidence qu'à l'échelle nationale la majorité des ports suivis dans le cadre du RÉPOM ne présente pas de concentrations élevées en éléments nutritifs dans l'eau. Seuls cinq sites présentent des niveaux qui seraient importants. Les sources de microorganismes et d'éléments nutritifs sont très variées, les rejets peuvent provenir d'eaux usées domestiques, de rejets urbains, agricoles ou industriels.

Trois sites ressortent à la fois pour leurs teneurs élevées en éléments nutritifs et en microorganismes, il s'agit de Saint-Brieuc (commerce), Les Sables d'Olonne (plaisance) et Ajaccio (commerce). Des éléments de contexte et l'hydrodynamisme local permettent au service chargé de la police des eaux littorales d'expliquer ces niveaux.

Ainsi, le port de Saint-Brieuc se situe en pleine ville, dans un estuaire, caractérisé par une rivière fortement canalisée et alimentée à partir d'un barrage avec un débit réservé faible. Le renouvellement d'eau est faible car le port est peu profond et fermé par une écluse. De plus, le bassin versant est fortement agricole et un rejet de station dans le port associé à des rejets pluviaux conduisent à atteindre des niveaux élevés. Une analyse locale du SPEL 22 indique que des améliorations ont été observées depuis un an et demi environ du fait d'une meilleure maîtrise des rejets domestiques. Aussi, les concentrations en bactérie fécale et en ammoniac sont aujourd'hui plus basses.

Au niveau d'Ajaccio, les niveaux élevés s'expliqueraient d'après le SPEL 2A par la proximité entre le point de prélèvement et un exutoire de station d'épuration à priori sous-dimensionnée en période estivale.

Le port de plaisance des Sables d'Olonne abritait jusqu'à fin 2007 le rejet de la station d'épuration, l'un des points de prélèvements du réseau se trouvant à proximité. La station d'épuration chlorant les effluents seulement pendant la belle saison et devenant saturée en été explique les niveaux observés en bactéries d'origine fécale et en éléments nutritifs. Depuis décembre 2007, une nouvelle station d'épuration gère les eaux avec un rejet en mer par un émissaire situé au large. Le SPEL 85 observe déjà les effets positifs sur les données récentes du RÉPOM avec des baisses au niveau de la bactériologie et de l'ammonium. Néanmoins, la présence de rejets d'eaux pluviales dans le port apporte encore des éléments nutritifs lors de certains événements.

Bibliographie

- Alzieu, Michel, Chiffolleau, Boutier et Abarnou (1999) Contamination chimique des sédiments dans IFREMER (1999) Dragage et environnement marin état des connaissances, chapitre V.
- Abarnou, Le Guellec et Loizeau (2002) Les polychlorobiphényles (PCB) dans l'environnement littoral, dans *Bulletin RNO 2002*.
- Eggleton et Thomas (2004) A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events, *Environment International*, vol. 30, p. 973– 980.
- GEODE (2007) Compte-rendu réunion de janvier 2007.
- Guillaud et Aminot (1990) Devenir des éléments nutritifs en zone littorales, dans *La Mer et ses Rejets Urbains*, Actes de colloques, IFREMER.
- INERIS (2005) fiche HAP, fiche TBT, source : www.ineris.fr
- MATE (1997) RÉPOM Document de cadrage.
- Merceron et Le Bozec (1999) Motivations et présentation du programme « Bassins versants et transmission des pollutions au littoral » dans *Pollutions diffuses du bassin versant au littoral*, Actes de colloques, IFREMER.
- Quiniou (2004) Impact des dragages sur l'environnement littoral de la prévision au suivi dans *Thème D Dragages et valorisation des produits de dragage : quelles recherches complémentaires ?*, Journées Scientifiques et Techniques du CETMEF, Actes de colloques.

Liste des sigles

Zone géographique :

- AP : Artois-Picardie
- SN : Seine-Normandie
- LB : Loire-Bretagne
- AG : Adour-Garonne
- RM : Rhône-Méditerranée
- C : Corse
- OM : Outre mer

Substances chimiques :

- HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
- PCB : Polychlorobiphényles
- TBT : Tributylétain
- CB : Congénère de PCB

Activités :

- C : commerce
- P : pêche
- V : plaisance
- M : militaire

Annexe

Détail des points RÉPOM (dénomination locale) pour les cartes. Cf. CD-ROM « Bilan national du RÉPOM ».

Bassin versant	Département	Port Point (cartes)	Point REPOM (détail)
AP	59	Dunkerque C41	Dunkerque Avant-Port-Ouest Cercle D'Évitage
AP	59	Dunkerque C42	Dunkerque Bassin Maritime Quai Usinor
AP	59	Dunkerque C44	Dunkerque Avant-Port-Est Cercle D'Évitage
AP	59	Dunkerque P23	Dunkerque Avant-Port-Est Chenal Trystram
AP	62	Boulogne/Mer C41	Boulogne/Mer-Séd-Chenal Darse
AP	62	Boulogne/Mer C43	Boulogne/Mer-Séd-Avant-Port
AP	62	Boulogne/Mer C44	Boulogne/Mer-Eau-Darse Sarraz
AP	62	Boulogne/Mer P44	Boulogne/Mer-Séd-Chenal Port
AP	62	Calais C41	Calais Sédiment Avant Port
AP	62	Calais C42	Calais - Eau -Arrière Port
AP	62	Calais C43	Calais-Séd-Bassin, Henri Ravisse
SN	76	Le Havre C41	Le Havre Eau 1 avant port
SN	76	Le Havre C42	Le Havre Eau 2 vetillard
SN	76	Le Havre C43	Le Havre Eau 3 tancarville
SN	76	Le Havre C44	Le Havre Eau 4 grand canal
SN	76	Le Havre P31	Le Havre plaisance
SN	76	Le Tréport P31	Le Tréport
SN	76	Dieppe C21	Dieppe passagers
SN	76	Dieppe C32	Dieppe commerce
SN	76	Dieppe P21	Dieppe Pêche
SN	76	Dieppe V21	Dieppe Plaisance
SN	76	Saint-Valéry V21	Saint-Valéry en Caux plaisance
SN	76	Fécamp P31	Fécamp pêche
SN	76	Fécamp V21	Fécamp plaisance
SN	14	Deauville V21	Port-Deauville
SN	14	Dives-Sur-Mer V21	Dives Port-Guillaume
SN	14	Caen-Ouistreham C31	Caen-Ouistreham
SN	14	Courseulles V21	Courseulles
SN	14	Port-en-Bessin P41	Port-en-Bessin
SN	14	Grandcamp Maisy P21	Grandcamp Maisy
SN	50	Carentan V21	Carentan Eau 1 bassin à flot
SN	50	Saint-Vaast-La-Hougue P41	Saint-Vaast-La-Hougue Eau 1 p
SN	50	Saint-Vaast-La-Hougue V22	Saint-Vaast-La-Hougue Eau 2 p
SN	50	Barfleur P41	Barfleur Eau 1 bassin
SN	50	Cherbourg C35	Cherbourg Eau 5 Car ferries
SN	50	Cherbourg M	Cherbourg port militaire 4
SN	50	Cherbourg P36	Cherbourg Eau 6 Avant port
SN	50	Cherbourg V38	Cherbourg Eau 8 Chantereyne
SN	50	Granville P31	Granville Eau 1 avant port
SN	50	Granville P32	Granville Eau 2 Bassin à flot
SN	50	Granville V23	Granville Eau 3 Hérel
LB	35	Le Vivier P21	Le Vivier
LB	35	Cancale P21	Cancale
LB	35	Saint-Malo C31	Saint-Malo C1
LB	35	Saint-Malo C32	Saint-Malo C2
LB	35	Saint-Malo C33	Saint-Malo C3
LB	35	Saint-Malo C34	Saint-Malo, Avant-port
LB	35	Saint-Malo P25	Saint-Malo
LB	35	Saint-Malo V36	Saint-Malo Les Sablons
LB	35	Dinard V21	Dinard
LB	35	Saint-Briac Le Frémur V21	Saint-Briac Le Frémur
LB	22	Saint-Brieuc C21	Saint-Brieuc Bassin N°1
LB	22	Saint-Brieuc V22	Saint-Brieuc Bassin N°2
LB	22	Saint-Quay P21	Saint-Quay
LB	22	Perros-Guirec V21	Perros-Guirec Bassin À Flot
LB	22	Trebeurden V21	Trebeurden
LB	29	Roscoff C31	Roscoff (Bloscon)
LB	29	Roscoff P22	Roscoff Vieux Port
LB	29	Brest C31	Brest C1
LB	29	Brest C32	Brest C2
LB	29	Brest M1	Brest M1
LB	29	Brest M2	Brest M2
LB	29	Brest V31	Brest Moulin Blanc
LB	29	Crozon V21	Crozon Morgat
LB	29	Douarnenez P31	Douarnenez

Bassin versant	Département	Port Point (cartes)	Point REPOM (détail)
LB	29	Douarnenez V22	Douarnenez-Tréboul
LB	29	Penmarc'H P41	Penmarc'H
LB	29	Le Guilvinec P41	Le Guilvinec
LB	29	Loctudy V22	Loctudy
LB	29	Combrit V21	Combrit Sainte Marine
LB	29	Bénodet V21	Bénodet Penfoul
LB	29	La Forêt-Fouesnant V31	La Forêt Fouesnant
LB	29	Concameau P41	Concameau
LB	56	Lorient C31	Lorient Kergroise
LB	56	Lorient M4	Lorient Militaire
LB	56	Lorient P42	Lorient Keroman
LB	56	Lorient V23	Lorient Kemevel
LB	56	Groix C21	Groix Port Tudy
LB	56	Quiberon C31	Quiberon Port Maria
LB	56	Quiberon V22	Quiberon Haliguen
LB	56	La Trinité V21	La Trinité
LB	56	Arzon V31	Arzon-Le Crouesty
LB	56	Vannes C21	Vannes Pont Vert
LB	56	Arzal V21	Arzal
LB	44	Piriac-Sur-Mer V21	Port De Plaisance De Piriac
LB	44	La Turballe P41	Port De Pêche De La Turballe
LB	44	Le Croizic P21	Elevateur Le Croizic
LB	44	Le Croizic P22	Port De Pêche Le Croizic
LB	44	La Baule V22	Plaisance La Baule
LB	44	Pornichet V22	Port Echouage Pornichet
LB	44	Pornichet V31	Port De Plaisance De Pornichet
LB	44	Saint-Nazaire C41	Bassin De Penhoet, Saint-Nazaire
LB	44	Saint-Nazaire C42	Bassin Saint-Nazaire
LB	44	Pornic V21	Port De La Noeveillard, Pornic
LB	85	Bouin P31	Bouin- L'Epoids
LB	85	Noirmoutier V22	Noirmoutier L'Herbaudière
LB	85	Noirmoutier V22	Noirmoutier L'Herbaudière
LB	85	La Barre Des Monts C21	La Barre Des Monts- Fromentine
LB	85	Ile D'Yeu V23	Port-Joinville, Ile D'Yeu
LB	85	Saint-Gilles Croix-De-Vie V32	Saint-Gilles Croix-De-Vie
LB	85	Les Sables D'Olonnes C21	Les Sables D'Olonne
LB	85	Les Sables D'Olonnes P42	Les Sables D'Olonne - Site Est
LB	85	Les Sables D'Olonnes P43	Les Sables D'Olonne - Site Ouest
LB	85	Les Sables D'Olonnes V35	Les Sables Olona - Site Est
LB	85	Les Sables D'Olonnes V37	Les Sables Olona - Site Ouest
LB	85	Talmont Saint Hilaire V21	Talmont Bourgenay
LB	85	Jard-Sur-Mer V21	Jard-Sur-Mer
LB	85	L'Aiguillon-Sur-Mer P21	L'Aiguillon-Sur-Mer
LB	17	Charron P31	Charron Le Pavé
LB	17	Ars-En-Ré V21	Ars En Ré
LB	17	Saint-Martin De Ré V21	Saint-Martin De Ré
LB	17	La Rochelle C31	La Rochelle La Pallice – Baie
LB	17	La Rochelle C32	La Rochelle La Pallice
LB	17	La Rochelle P33	La Rochelle Chef De Baie
LB	17	La Rochelle V35	La Rochelle Les Minimes Marillac
LB	17	La Rochelle V36	La Rochelle Les Minimes Lazaret
AG	17	Saint-Denis Oléron V21	Saint-Denis Oléron
AG	17	Saint-Georges Oléron V21	Saint-Georges Oléron
AG	17	Saint-Pierre Oléron P21	Saint-Pierre Oléron La Cotinière
AG	17	Rochefort C23	Rochefort Bassin N°3
AG	17	Le Château Oléron P31	Le Château Oléron
AG	17	Marennes P31	Port De La Cayenne

Bassin versant	Département	Port Point (cartes)	Point REPOM (détail)
AG	17	La Tremblade P31	La Tremblade Chenal Atelier
AG	17	Royan V21	Royan
AG	33	Bordeaux C31	P, A, Bordeaux
AG	33	Bordeaux C32	Ambès
AG	33	Bordeaux C33	Bassens
AG	33	Bordeaux C34	Pauillac
AG	33	Bordeaux V21	Verdon
AG	33	Arcachon P21	Arcachon
AG	33	Arcachon V32	Arcachon Plaisance
AG	33	Arcachon V33	Arcachon Petit Port
AG	40	Capbreton V21	Capbreton
AG	64	Bayonne C31	Port De Commerce De Bayonne
AG	64	Biarritz V21	Port De Biarritz
AG	64	Saint-Jean-De-Luz P31	Port De Pêche De Saint-Jean-De-Luz
AG	64	Saint-Jean-De-Luz V21	Port De Plaisance De La Nivelle
AG	64	Hendaye P21	Port De Pêche De Hendaye
AG	64	Hendaye V21	Port De Plaisance De Hendaye
RM	66	Argelès-Sur Mer V21	Argelès-Sur Mer
RM	66	Saint-Cyprien V31	Saint-Cyprien
RM	66	Canet En Roussillon V31	Canet En Roussillon
RM	66	Barcarès V31	Port Barcarès
RM	11	Leucate V31	Port Leucate
RM	11	Port La Nouvelle C31	Port La Nouvelle
RM	11	Port La Nouvelle P21	Port La Nouvelle – Pêche
RM	11	Gruissan V21	Gruissan
RM	34	Cap D'Agde V31	Cap D Agde Es1
RM	34	Sète C34	Sète Port De Commerce
RM	34	Sète P41	Sète Port De Pêche
RM	34	Frontignan V21	Frontignan
RM	34	Camon V21	Camon
RM	34	Palavas Les Flots V21	Palavas Les Flots
RM	34	La Grande Motte V31	La Grande Motte
RM	30	Le Grau Du Roi P31	Le Grau Du Roi – Port Camargue
RM	30	Le Grau Du Roi V31	Le Grau Du Roi - Port De Commerce
RM	13	Sainte-Marie-De-La-Mer V21	Port Gardian
RM	13	Port Saint-Louis V21	Port Napoleon 1
RM	13	Port Saint-Louis V22	Port Napoleon 2
RM	13	Fos-Sur-Mer C41	Pam W – Darse 1
RM	13	Fos-Sur-Mer C42	Pam W – Darse 2
RM	13	Fos-Sur-Mer C43	Pam W – Darse Sud
RM	13	Fos-Sur-Mer C44	Pam W – Port De Lavera
RM	13	Fos-Sur-Mer V31	Port De Saint-Gervais 1
RM	13	Fos-Sur-Mer V32	Port De Saint-Gervais 2
RM	13	Port De Bouc V21	Port De Bouc Plaisance
RM	13	Sausset-Les-Pins V21	Port De Sausset
RM	13	Carry-Le-Rouet V21	Port De Carry
RM	13	Marseille Estaque V26	Pam E – Port De L'Estaque
RM	13	Marseille Estaque V27	Pam E – Port Abri De L'Estaque
RM	13	Marseille C41	Pam E – Port De Saumaty
RM	13	Marseille C42	Pam E – Bassin Mirabeau
RM	13	Marseille C43	Pam E – Pont Pinede
RM	13	Marseille C44	Pam E – Bassin De Radoub
RM	13	Marseille C45	Pam E – Bassin D'Arenc
RM	13	Marseille Vieux Port V31	Vieux Port De Marseille 1
RM	13	Marseille Vieux Port V32	Vieux Port De Marseille 2
RM	13	Marseille Frioul V35	Port Du Frioul
RM	13	Marseille Pointe Rouge V33	Port De La Pointe Rouge 1
RM	13	Marseille Pointe Rouge V34	Port De La Pointe Rouge 2

Bassin versant	Département	Port Point (cartes)	Point REPOM (détail)
RM	13	Cassis Port Miou V21	Port Miou
RM	13	Cassis V21	Port De Cassis
RM	13	La Ciotat V21	Vieux Port De La Ciotat
RM	13	La Ciotat V22	La Ciotat Bassin Berouard
RM	13	La Ciotat V23	La Ciotat Bassin Capucins
RM	83	Saint-Cyr-Sur-Mer V21	Saint-Cyr Les Lecques
RM	83	Bandol V31	Bandol
RM	83	Sanary V21	Sanary
RM	83	Six Fours Les Plages V21	Les Embiez 1
RM	83	Six Fours Les Plages V22	Les Embiez 2
RM	83	La Seyne-Sur-Mer C21	La Seyne - Brégaillon Nord
RM	83	Toulon C31	Toulon Côte D'Azur Minerve
RM	83	Toulon C32	Toulon Côte D'Azur Fournel
RM	83	Toulon V21	Toulon Vieille Darse
RM	83	Saint-Mandrier V21	Saint-Mandrier
RM	83	Hyères V21	Hyères Porquerolles
RM	83	Hyères V31	Hyères Saint-Pierre 1
RM	83	Hyères V32	Hyères Saint-Pierre 2
RM	83	Hyères V33	Hyères Saint-Pierre 3
RM	83	Hyères V34	Hyères Saint-Pierre 4
RM	83	La Londe Miramar V23	La Londe Miramar
RM	83	La Londe Miramar V41	La Londe Maravanne 1
RM	83	La Londe Miramar V42	La Londe Maravanne 2
RM	83	Bormes La Favière V21	Bormes La Favière
RM	83	Le Lavandou V21	Le Lavandou 1
RM	83	Le Lavandou V22	Le Lavandou 2
RM	83	Le Lavandou V23	Le Lavandou 3
RM	83	Cavalaire-Sur-Mer V31	Cavalaire 1
RM	83	Cavalaire-Sur-Mer V32	Cavalaire 2
RM	83	Cogolin V31	Cogolin 1
RM	83	Cogolin V32	Cogolin 2
RM	83	Cogolin V33	Cogolin 3
RM	83	Saint-Tropez V21	Saint-Tropez 1
RM	83	Saint-Tropez V22	Saint Tropez 2
RM	83	Port Grimaud V31	Port Grimaud 1
RM	83	Port Grimaud V32	Port Grimaud 2
RM	83	Port Grimaud V33	Port Grimaud 3
RM	83	Sainte-Maxime V21	Sainte-Maxime 1
RM	83	Sainte-Maxime V21	Sainte-Maxime 1
RM	83	Sainte-Maxime V22	Sainte-Maxime 2
RM	83	Sainte-Maxime V22	Sainte-Maxime 2
RM	83	Fréjus V21	Port Fréjus
RM	83	Saint-Raphaël V31	Saint-Raphaël 1
RM	83	Saint-Raphaël V32	Saint-Raphaël 2
RM	6	Théoule-Sur-Mer V21	Port De La Rague
RM	6	Théoule-Sur-Mer V22	Port De Théoule-Sur-Mer
RM	6	Mandelieu V31	Port De La Napoule
RM	6	Cannes V21	Cannes-Mouré Rouge
RM	6	Cannes V22	Port De Cannes-Canto
RM	6	Cannes V23	Vieux Port De Cannes
RM	6	Vallauris V21	Camille Rayon
RM	6	Vallauris V22	Golf Juan-Vieux Port
RM	6	Antibes V21	Port De La Gallice
RM	6	Antibes V32	Port Vauban
RM	6	Villeneuve Loubet V21	Port De Marina Baie Des Anges
RM	6	Saint-Laurent Du Var V31	Saint-Laurent Du Var
RM	6	Nice C21	Port De Nice
RM	6	Saint-Jean-Cap-Ferrat V21	Port De Saint-Jean-Cap-Ferrat
RM	6	Beaulieu-Sur-Mer V21	Port De Beaulieu
RM	6	Menton V21	Port De Menton Bastion
RM	6	Menton V22	Port De Menton Garavan

Bassin versant	Département	Port Point (cartes)	Point REPOM (détail)
C	2B	Rogliano V21	Macinaggio
C	2B	Bastia C31	Bastia Commerce
C	2B	Saint-Florent V21	Saint-Florent
C	2B	L'Ile Rousse C21	Ile Rousse Commerce
C	2B	Calvi C21	Calvi commerce
C	2A	Ajaccio C31	Ajaccio Appontement Gaz
C	2A	Ajaccio C32	Ajaccio Appontement Pétrole
C	2A	Ajaccio C33	Ajaccio Capucins
C	2A	Ajaccio C33	Ajaccio Capucins
C	2A	Ajaccio C33	Ajaccio Capucins
C	2A	Ajaccio V21	Port De Plaisance C, Ornano
C	2A	Bonifacio C31	Bonifacio Commerce
C	2A	Bonifacio V22	Bonifacio Port De Plaisance
C	2A	Porto-Vecchio C21	Porto-Vecchio Commerce
OM	971	Pointe à Pitre C1	Port de commerce de Pointe à Pitre
OM	971	Pointe à Pitre V2	Port de plaisance de Bas-du-Fort
OM	972	Fort de France 1	Baie des Flamands (FDF)
OM	972	Fort de France 2	Cohe du Lamentin (FDF)
OM	972	Fort de France 3	Est (FDF)
OM	972	Fort de France 4	Marin
OM	972	Fort de France 5	Pte des Grives (FDF)
OM	972	Fort de France 6	Quai Ouest (FDF)
OM	975	Saint Pierre et Miquelon C21	Commerce

Listes des figures et tableaux

Figures

Figure 1: Ports maritimes suivis dans le cadre du RÉPOM (point rouge sur la carte). Les districts de la DCE sont indiqués en vert.....	7
Figure 2: Extrait carte nationale Zinc, RÉPOM SEDIMENT, données de 1997 à 2006.....	10
Figure 3: Provenance des données du programme Sédiment du RÉPOM relatives aux contaminants chimiques en fonction des zones géographiques.....	12
Figure 4: Provenance des données du programme Sédiment du RÉPOM relatives aux contaminants chimiques en fonction de l'activité des ports maritimes.....	12
Figure 5: Provenance des données du programme Sédiment du RÉPOM relatives aux contaminants chimiques en fonction de l'exposition océanique pour la zone Mer du Nord – Manche – Atlantique (de Dunkerque à Hendaye).....	13
Figure 6: Fraction inférieure à 63 µm (moyenne), programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, * signifie différence significative.....	14
Figure 7: Teneur en aluminium (moyenne), programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, * signifie différence significative.....	15
Figure 8: Teneur en carbone organique total (moyenne), programme Sédiment du RÉPOM.....	15
Figure 9: France, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	16
Figure 10: Artois-Picardie, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	17
Figure 11: Seine-Normandie, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	18
Figure 12: Loire-Bretagne, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	19
Figure 13: Adour-Garonne, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	20
Figure 14: Rhône-Méditerranée, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	21
Figure 15: Corse, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	22
Figure 16: Ports de commerce, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	24
Figure 17: Ports de pêche, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	25
Figure 18: Ports de plaisance, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	26
Figure 19: Ports militaires, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	27
Figure 20: Ports de commerce, effet de la classe, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	28
Figure 21: Port de pêche, effet de la classe, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, niveaux de référence.....	28
Figure 22: Arsenic, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	29
Figure 23: Cadmium, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	31
Figure 24: Cuivre, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	34
Figure 25: Mercure, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	36

Figure 26: Plomb, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	38
Figure 27: Zinc, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	40
Figure 28: Chrome, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	42
Figure 29: Nickel, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	44
Figure 30: PCB, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	47
Figure 31: Tributylétain, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.....	50
Figure 32: 6 HAP (dit de Borneff), programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006, graphique, niveaux de référence.	54
Figure 33: Provenance des données du programme Eau du RÉPOM en fonction de la zone géographique.....	61
Figure 34: Provenance des données du programme Eau du RÉPOM en fonction de l'activité des ports maritimes.....	61
Figure 35: Provenance des données du programme Eau du RÉPOM en fonction de l'exposition océanique.....	61
Figure 36: Escherichia coli, 90e percentile par port, programme Eau du RÉPOM, 1997 à 2006.....	63
Figure 37: Entérocoques intestinaux, 90e percentile par port, programme Eau du RÉPOM, 1997 à 2006.....	65
Figure 38: Azote ammoniacal : ions ammonium (NH ₄ ⁺), forme ionisée de l'ammoniaque issue de la décomposition incomplète de la matière organique, RÉPOM eau.....	68
Figure 39: Azote nitrique : ions nitrates (NO ₃ ⁻), issu de l'oxydation de l'azote ammoniacal, RÉPOM eau.....	70
Figure 40: Phosphates : ions phosphate, PO ₄ ³⁻	72

Tableaux

<i>Tableau 1: Activités et classes des ports maritimes pour le RÉPOM (sédiment et eau).....</i>	<i>6</i>
<i>Tableau 2: Fréquence de prélèvement pour les programmes Sédiment et Eau du RÉPOM en fonction de l'activité et de la classe.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 3: Niveaux de référence pour l'analyse des données du programme sédiment.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 4: PCB, ports dépassant N2, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 5: Dépassement de N2 par activité pour les PCB au cours des 10 ans de suivis, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 6: TBT, pas de dépassements de N1 pour toutes les mesures effectuées par bassin, % de ports, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006.....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 7: HAP (disponibles simultanément), dépassement de N1, ports maritimes du programme Sédiment du RÉPOM.....</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 8: 6 HAP, dépassement de N2, programme Sédiment du RÉPOM, 1997 à 2006...55</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 9: Dépassement de N2 par activité pour les HAP au cours des 10 ans de suivis....56</i>	<i>56</i>

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

**Direction Générale de l'Aménagement,
du Logement et de la Nature
Direction de l'Eau et de la Biodiversité
Bureau des milieux marins**
Arche Sud
92055 La Défense cedex
Tél. 33 (0)1 01 40 81 21 22