



Surveillance du Milieu Marin

Travaux du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin

Edition 1998



SOMMAIRES DES EDITIONS PRECEDENTES

1988 (épuisée)

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
NIVEAUX ET TENDANCES DES PARAMETRES PRIORITAIRES
GROS PLAN SUR LES NITRATES EN RADE DE BREST

1989-1990

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
NIVEAUX ET TENDANCES DES PARAMETRES PRIORITAIRES (suite)
GROS PLAN SUR LA SURVEILLANCE DES EFFETS BIOLOGIQUES

1991

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
TENDANCES DES POLLUANTS DANS LA MATIERE VIVANTE
GROS PLAN SUR LA SURVEILLANCE MICROBIOLOGIQUE ET PHYTOPLANCTONIQUE

1992-1993

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
SURVEILLANCE DES ELEMENTS NUTRITIFS ET DE LA CHLOROPHYLLE
QUALITE DU MILIEU MARIN LITTORAL : UNE SYNTHESE

1994

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
SURVEILLANCE DES EFFETS BIOLOGIQUES PAR LA MESURE DE L'ACTIVITE ENZYMATIQUE EROD
L'ARSENIC ET LE CHROME DANS LES COQUILLAGES

1995

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
LES CONTAMINANTS DANS LA MATIERE VIVANTE
LES METAUX LOURDS DANS LES SEDIMENTS DE LA BAIE DE SEINE (CAMPAGNE 1993)

1996

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
LE MACROBENTHOS MARIN : TEMOIN DES VARIATIONS DE L'ENVIRONNEMENT COTIER
LA SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS DANS LA MATIERE VIVANTE : COMPARAISON FRANCE / ETATS-
UNIS

1997

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS
QUADRIGE, UNE BASE DE DONNEES POUR L'ENVIRONNEMENT LITTORAL

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce bulletin, il doit être cité sous la forme suivante :

RNO 1998.- Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 1998. Ifremer et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Surveillance du milieu marin

TRAVAUX DU RNO

Edition 1998

1

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS

2

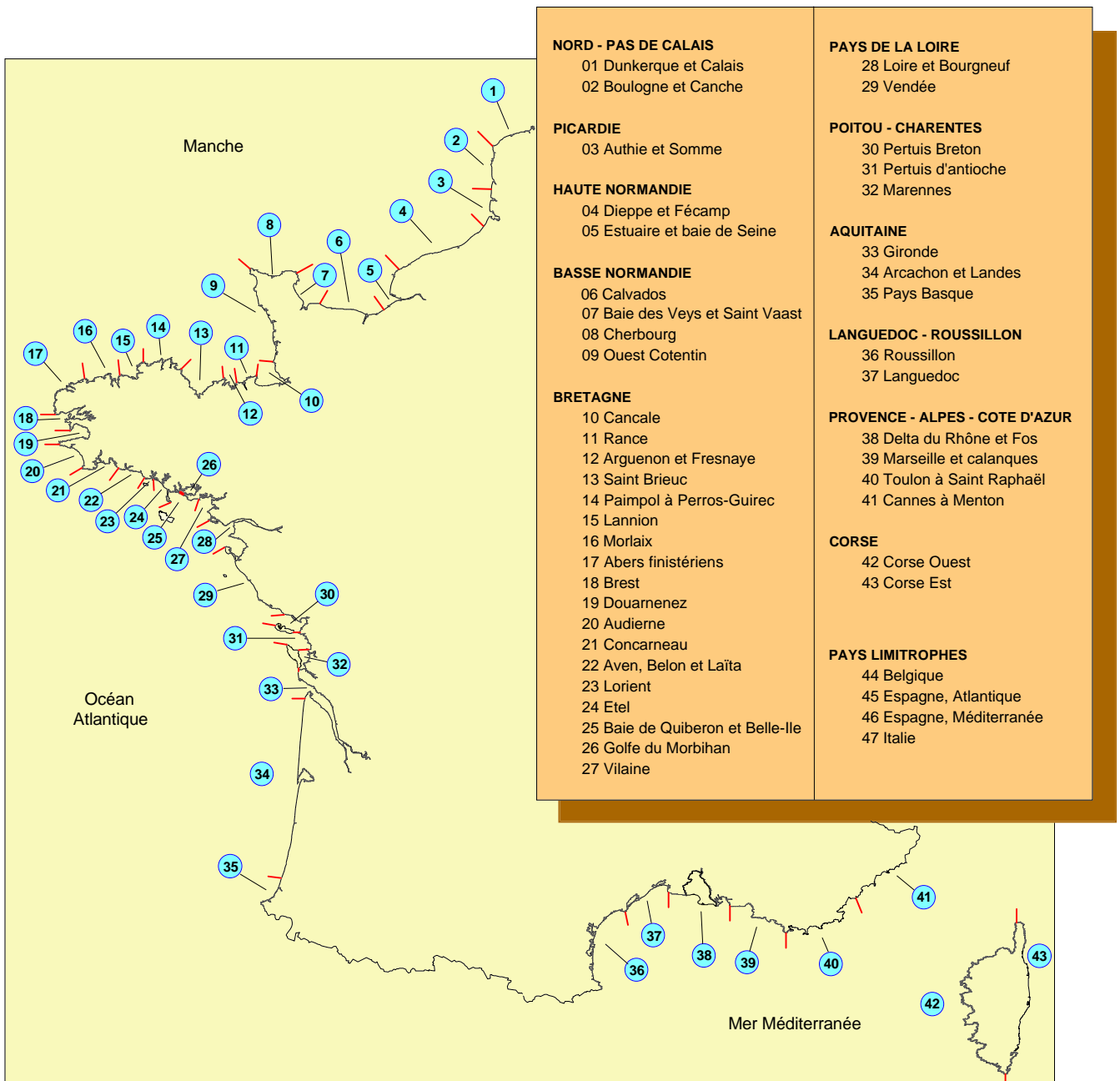
LES CONTAMINANTS CHIMIQUES
DANS LES SEDIMENTS DU LITTORAL MEDITERRANEEN



**RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION
DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN**

RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN

DISPOSITION DES SITES DE SURVEILLANCE (NOUVEAU DECOUPAGE DU LITTORAL)



1

LE RNO : PROGRAMMES ACTUELS

Didier CLAISSE

1. CADRE GÉNÉRAL

Le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) a été mis en place par le Ministère chargé de l'Environnement avec pour premier objectif l'évaluation des niveaux et des tendances des polluants et des paramètres généraux de la qualité du milieu marin.

Les premiers prélèvements ont débuté en juin 1974, et jusqu'en 1978 ont essentiellement porté sur les eaux marines. Par la suite se sont développés les programmes de surveillance dans la matière vivante et le sédiment. Le progrès des connaissances, et notamment une analyse critique des résultats de la période 1974-1984, a permis d'optimiser les programmes "niveaux et tendances".

En 1987 un deuxième objectif, la surveillance des effets biologiques, a été introduit dans les programmes du RNO. Cette surveillance vise à évaluer la qualité du milieu marin par la mesure des perturbations biologiques de la flore ou de la faune.

L'ensemble des activités du RNO est coordonné par l'IFREMER pour le compte du Ministère chargé de l'Environnement.

2. PROGRAMMES EN COURS ET TRAVAUX MENÉS EN 1997

2.1. Surveillance des paramètres généraux de qualité

Cette surveillance ne porte que sur les masses d'eaux. Les paramètres de base sont la température, la salinité, les sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate), la chlorophylle et les phéopigments. Sur certains sites, l'oxygène dissous et le silicate sont aussi mesurés.

En 1997, ce type de surveillance a été pratiqué sur douze sites : Calais-Dunkerque, baie de Seine, baie des Veys, rade de Brest, rade de Lorient, estuaire de la Loire, Gironde, golfe de Fos, étang de Berre, Cortiou, Villefranche sur Mer-Menton et golfe d'Ajaccio. En Manche-Atlantique, ce suivi comporte deux à cinq campagnes par an, uniquement en périodes hivernale et estivale, et le plan d'échantillonnage s'attache à décrire au mieux l'ensemble de la masse d'eau par des prélèvements répartis sur toute la gamme de salinité. En Méditerranée, six à douze campagnes par an portent sur un nombre limité de stations fixes. Sur la quasi totalité des sites, les Cellules Qualité des Eaux Littorales (CQEL) du Ministère chargé de l'Environnement, avec l'appui des Ports Autonomes, organisent les campagnes dont les analyses sont confiées à des laboratoires locaux. Le tableau 1 récapitule le volume des travaux de surveillance dans l'eau menés en 1997.

Régions	Sites	Nombre de campagnes		Nombre de points visités par campagne	Nombre d'échantillons pour l'année
		Hiver	Eté		
Nord-Pas de Calais	1. Dunkerque	2	1	20	60
Haute Normandie	5. Seine (baie)	3	2	10	150
	5. Seine (estuaire)	6 dans l'année		2	12
Basse Normandie	7. baie des Veys	2	2	3	20
Bretagne	18. Brest	3	1	30	120
	23. Lorient	2	2	15	60
Pays de la Loire	28. Loire	3	2	7	125
Aquitaine	33. Gironde	2	2	10	120
Provence-Alpes-Côte d'Azur	38. Fos (golfe)	10 dans l'année		5	90
	38. Fos (Rhône)	12 dans l'année		1	12
	38. Berre	10 dans l'année		2	70
	39. Cortiou	6 dans l'année		4	84
	41. Nice - Menton	8 dans l'année		5	80
Corse	42. Ajaccio	2	1	10	42
	TOTAL	84		124	1 045

Tableau 1 : Surveillance 1997 (hydrologie) présentée selon le nouveau découpage du littoral.

2.2. Surveillance des polluants

Compte tenu des difficultés et du coût des analyses à très faible concentration dans l'eau, cette surveillance porte en priorité sur la matière vivante, essentiellement des moules et des huîtres utilisées comme indicateurs de contamination. Une centaine de points de prélèvements sur 43 sites du littoral sont échantillonnés quatre fois par an par les agents IFREMER. Les analyses sont effectuées au Centre IFREMER de Nantes pour les métaux et de Brest pour les polluants organochlorés. Les mesures d'hydrocarbures sont sous-traitées. Une partie aliquote des échantillons est systématiquement conservée pour d'éventuels contrôles ou pour la recherche ultérieure d'autres contaminants. Les paramètres mesurés sont présentés ci-dessous :

Paramètres mesurés dans la matière vivante
<p>Métaux : mercure (Hg), cadmium (Cd), plomb (Pb), zinc (Zn), cuivre (Cu)</p>
<p>Organochlorés : DDT, DDD, DDE, lindane (γ-HCH), α-HCH, polychlorobiphényles (Congénères 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 180)</p>
<p>Hydrocarbures polyaromatiques (une fois par an) Naphtalène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Acénaphthène, Acénaphtylène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(a)pyrène, Dibenzo(a,h)anthracène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(g,h,i)pérylène, Indéno(1,2,3-cd)pyrène</p>

En complément à ce programme principal, et pour satisfaire notamment aux obligations internationales de la France, la surveillance des polluants s'effectue aussi dans le poisson (baie de Seine) ainsi que dans les sédiments. Ces derniers peuvent conserver dans leurs couches successives toute l'histoire chimique d'une région. En fonction des vitesses de sédimentation, des remises en suspension, de la bioturbation, etc., les premiers centimètres de la couche superficielle peuvent intégrer plusieurs années de contamination. Dans ces conditions il est inutile de revenir tous les ans sur un même lieu. Une campagne annuelle portant sur des façades différentes chaque année permet de couvrir en huit à dix ans l'ensemble du littoral français. Les polluants recherchés sont les mêmes que dans la matière vivante, accompagnés des paramètres descriptifs et normalisateurs propres à cette matrice, tels que granulométrie, carbone organique, carbonates, aluminium, fer, lithium, manganèse. Il n'y a pas eu de campagne sédiment en 1997.

Le tableau 2 récapitule le volume des travaux de surveillance des polluants dans la matière vivante menés en 1997.

Régions	Nombre de points de prélèvements	Nombre d'échantillons pour l'année	Espèce
Nord - Pas de Calais	4	16	Moule
Picardie	2	8	Moule
Haute Normandie	7	28	Moule
	1	25	Flet
Basse Normandie	10	40	Moule
Bretagne	12	48	Moule
	14	56	Huître
Pays de la Loire	3	12	Moule
	3	12	Huître
Poitou - Charentes	1	4	Moule
	8	32	Huître
Aquitaine	1	4	Moule
	10	40	Huître
Languedoc - Roussillon	7	28	Moule
Provence - Alpes - Côte d'Azur	11	44	Moule
Corse	3	12	Moule
TOTAL	97	409	

Tableau 2 : Surveillance 1997 (matière vivante) présentée selon le nouveau découpage du littoral. Un échantillon se compose de 50 individus de moules ou de 10 individus d'huîtres analysés ensemble, ou d'un poisson dont l'analyse porte sur le muscle et sur le foie.

En 1997, une première optimisation spatiale du plan d'échantillonnage des coquillages a été menée. Cette première approche a consisté à tester la redondance de certains points de prélèvement d'un même site. Pour être prise en compte, cette redondance devait concerner aussi bien les niveaux de contamination observés que les tendances à long terme. Les résultats obtenus en appliquant un modèle statistique développé par Ifremer ont été discutés au cas par cas, puis confirmés ou infirmés au vu des séries de résultats. Certains points ont également été supprimés pour leur non-représentativité du milieu marin littoral. Le tableau 3, ci-après, présente la liste des points pour lesquels la surveillance a été interrompue.

N° point	Site	Nom du point	N° point	Site	Nom du point
01001102	Dunkerque	Cap Blanc Nez	16033103	Morlaix	La Penzé rive droite
01002102	Dunkerque	Cap Gris Nez	21043102	Concarneau	Penfoulic
04007104	Dieppe-Fécamp	Bas fort Blanc	26054103	Golfe du Morbihan	Larmor Baden
04009105	Dieppe-Fécamp	Veulette	27057103	La Vilaine	Piriac
05011102	Seine	Cap de la Hève	28060101	Loire-Bourgneuf	Villes - Martin
05011106	Seine	Digue nord du Havre	28060103	Loire-Bourgneuf	Le Pointeau
06013109	Calvados	Hermanville	28060104	Loire-Bourgneuf	Tharon
06013110	Calvados	Bernières	32070104	Marennes	L'Estrée
07015104	Baie des Veys	Ravenoville	34077104	Arcachon	Les Hosses
10023102	Cancale	Cancale	38094103	Rhône et Fos	Darse 2
13027104	Saint-Brieuc	Baie de Morieux	41109110	Cannes-Menton	Nice la poudrière
13027103	Saint-Brieuc	Port Morvan	42117103	Corse Ouest	Ajaccio Ville

Tableau 3 : Points de prélèvement sur lesquels la surveillance dans les coquillages a été interrompue.

En contre-partie, cet allègement de l'effort a permis de renforcer la surveillance sur des sites jusqu'ici mal couverts. Sur certaines façades la rareté des organismes utilisables demande une prospection minutieuse des possibilités qui est encore en cours. Le tableau 4 présente la liste des points de prélèvement créés à partir de 1998.

N° point	Site	Nom du point	N° point	Site	Nom du point
11024033	La Rance	La Gauthier	21043103	Concarneau	Mousterlin
19039001	Douarnenez	Kervel	42117104	Corse Ouest	Ajaccio - Pte de Parata
20040101	Audierne	Baie d'Audierne	43116101	Corse Est	Sant'amanza

Tableau 4 : Points de prélèvement créés à partir de 1998.

2.3. Surveillance des effets biologiques

Cette surveillance peut se faire à différents niveaux d'organisation biologique (communauté, population, individu, cellule, ...) et met en oeuvre pour chacun des méthodes adaptées. Aussi, il n'existe pas encore vraiment de consensus au plan international sur le choix des techniques à mettre en oeuvre, hormis la nécessité de parvenir à ce consensus compte tenu de son importance. Toutefois, sur proposition des différents pays, des recommandations de techniques appliquées à la surveillance d'effets biologiques sont incorporées aux programmes de surveillance internationaux et donc au RNO qui y participe. Les groupes zoologiques concernés sont la macrofaune benthique, les larves d'huîtres, les poissons.

Jusqu'en 1991, l'activité RNO dans ce domaine a donc consisté à mener à bien des études de faisabilité des techniques de surveillance biologique jusqu'à leur mise en oeuvre éventuelle dans un programme de routine. A partir de 1992, 2 sites pilotes ont été créés pour la mesure en routine de l'activité enzymatique EROD (Ethoxyrésorufine-o-dééthylase) dans le poisson (Seine et Fos). Depuis 1997, ce suivi n'est maintenu que dans les limandes de baie de Seine. En Méditerranée, les efforts porteront dès 1998 sur la mesure de quelques biomarqueurs sur des animaux sédentaires (moules).

Comme par le passé, le RNO a soutenu financièrement le suivi benthique des Pierres Noires réalisé par le Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, avec le soutien de la Station Biologique de Roscoff. Cette action qui a débuté à l'époque de l'échouage de l'Amoco Cadiz s'intègre bien dans la programmation de la surveillance des effets biologiques. Les résultats acquis ont été présentés dans le bulletin 1996.

2.4. Assurance de qualité

L'organisation d'intercalibrations spécifiques au RNO, l'aide aux laboratoires, le suivi des développements méthodologiques restent un thème permanent dans les programmes RNO. La participation aux exercices internationaux de calibration est systématiquement recherchée. IFREMER et de nombreux Laboratoires partenaires du RNO sont impliqués dans le programme européen QUASIMEME (*Quality Assurance for Information from Marine Environmental Monitoring in Europe*). Ce programme s'étale sur plusieurs années. Dans le cadre de QUASIMEME de nombreux exercices sont organisés, portant sur les métaux lourds, les organochlorés et les hydrocarbures dans la matière vivante et le sédiment, ainsi que sur les sels nutritifs dans l'eau. En ce qui concerne les analyses de routine dans la matière vivante et le sédiment, l'usage de matériel de référence, inclus dans les séries analytiques est systématique. De nombreux laboratoires partenaires bénéficient d'un ou plusieurs agréments du Ministère chargé de l'Environnement. Les autres en ont entrepris la démarche.

2.5. Gestion des données. Publications

La gestion informatisée des données conduit à un système qui a fortement évolué depuis l'origine, en parallèle avec le développement de l'outil informatique lui-même, aussi bien matériel que logiciel. Jusqu'en 1995 le système RNO était composé d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD), associé à un langage d'interrogation. Quelques utilisateurs pouvaient extraire les données et les diffuser. Cependant, malgré les nombreuses améliorations dont elle a bénéficié depuis 1974, la base RNO souffrait de l'ancienneté de sa conception. IFREMER a donc entrepris la refonte et la fusion des bases de données des différents réseaux de surveillance dont il a la charge. Le but de l'opération est de mettre en place une base moderne (QUADRIGE), regroupant notamment les données du RNO et des réseaux REMI et REPHY (voir édition de 1991 pour ces deux réseaux).

Depuis juillet 1996, la base Quadrige est apte à recevoir les données RNO. Les divers outils et programmes d'extraction sont en cours de développement. L'homogénéisation des concepts et des structures entre les différents réseaux de mesure contenus dans cette base a induit quelques modifications pour le RNO. En particulier, le découpage du littoral est différent (voir édition 1997).

Depuis 1988, le besoin d'une information régulière et synthétique sur les résultats des travaux du RNO a mené à la création de ce bulletin annuel. Les éditions successives ont présenté chaque année les résultats d'un volet particulier du RNO (voir sommaires en page de garde).

Depuis l'édition 1997 de ce bulletin, plusieurs publications en relation avec les techniques ou les résultats de la surveillance RNO sont parues :

BELIAEFF B. et BURGEOT T., 1997. Sampling design optimisation for EROD measurements in fish. *Marine Ecology Progress Series*, vol.153 : 239-246.

BELIAEFF B., O'CONNOR T.P., CLAISSE D. 1998. Comparison of chemical concentrations in mussels and oysters from the United States and France. *Environmental Monitoring and Assessment*, 49: 87-95.

BOUCHET J.M., DELTREIL J.P., MANAUD F., MAURER D., TRUT G., 1997. Etude intégrée du Bassin d'Arcachon, synthèse 1997. Chapitre 4 : Le Bassin est-il pollué ? *Rapport Ifremer*

CHIFFOLEAU J.F., AUGER D., CHARTIER E., TRUQUET I. 1997. Identification et devenir des apports intra-estuariens de métaux-traces dans l'estuaire de la Seine. *Rapport Ifremer du programme "Seine Aval"*.

COSSA D., TOUCHARD G., BRETAUDEAU-SANJUAN J., BOMBLED B., CLAISSE D., 1998. Teneurs en méthylmercure dans les mollusques du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin en 1996. *Rapport Ifremer R.INT.DEL/98.13/Nantes*.

3. ASPECTS INTERNATIONAUX

Le cadre international dans lequel le RNO s'insère vient d'évoluer assez récemment. La Convention de PARIS et la Convention d'OSLO ont fusionné en 1994 pour devenir la Convention de PARIS, dite convention OSPAR. Cet accord international sur la protection de la mer dans l'Atlantique du nord-est reprend les mandats des deux précédentes, mais enrichit son activité de l'expérience acquise par la North Sea Task Force, qui avait préparé un rapport d'état de santé de la Mer du Nord.

OSPAR s'intéresse donc à la surveillance et à la réduction des pollutions d'origine tellurique (ancienne Convention de Paris) et des immersions à partir de bateaux ou d'aéronefs (ancienne Convention d'Oslo). Mais elle a aussi dans son programme de travail la préparation, à l'horizon de l'an 2000, d'une évaluation de la qualité du milieu marin sur la zone de la convention. Ceci suppose de procéder d'abord à une description scientifique des influences de l'activité humaine sur le milieu marin, dans les domaines physiques, chimiques et biologiques, puis d'en faire une évaluation globale qui permette d'orienter les décisions politiques d'aménagement et de restauration du milieu.

Les travaux d'OSPAR sont organisés en trois niveaux. La Commission est le niveau politique qui suit la mise en oeuvre de la convention. En dessous, on trouve deux groupes technico-politiques : PRAM (*Programmes and measures committee*) traite des aspects plutôt réglementaires et industriels comme les permis d'immersion ou les technologies propres, et ASMO (*Environmental assesment and monitoring committee*) prépare le rapport d'état "QSR 2000". Enfin, plusieurs groupes de travail, rattachés à PRAM ou ASMO s'occupent de domaines techniques spécialisés. Parmi ceux-ci, le groupe SIME (*Concentrations, trends and effects of substances in the marine environment*) est celui qui traite les données de surveillance, dont celles du RNO. A cet effet les données du RNO sont systématiquement communiquées au CIEM qui les gère pour le compte d'OSPAR. La base de donnée du CIEM contient donc toutes les données de surveillance transmises par les pays membres. Cette base est mise à disposition des groupes de travail OSPAR lors des évaluations périodiques de l'environnement de la zone de la Convention.

Le groupe SIME a adopté une démarche qui tente de redéfinir la stratégie de la surveillance en lien avec l'évaluation. Pour simplifier, on peut dire que cette démarche préconise de mettre en oeuvre un programme de surveillance uniquement pour répondre à une question bien définie, et lorsque des critères d'évaluation des résultats ont été déterminés.

Le comité ASMO a avalisé cette démarche, et procédé à la constitution de la liste des problèmes d'environnement identifiés qui va permettre de définir les programmes de surveillance pour les eaux de la convention. Ces programmes portent soit sur l'ensemble de la zone, soit sur l'une ou l'autre des sous-régions qui la compose. Le RNO se trouve impliqué dans la sous-région II (Mer du Nord et Manche) et dans la sous-région IV (Golfe de Gascogne et côtes ibériques).

En Méditerranée, la Convention de Barcelone, qui est le pendant méditerranéen d'OSPAR, est en cours de révision. Et le programme de surveillance qui lui est lié (MED POL) entrera dans une phase III qui est l'objet de travaux de préparation.

2

LES CONTAMINANTS CHIMIQUES DANS LES SEDIMENTS DU LITTORAL MEDITERRANEEN

Coordination : *Didier CLAISSE*
Contaminants métalliques : *Bernard BOUTIER*
Contaminants organiques : *Jacek TRONCZYNSKI*

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du RNO, la surveillance dans le sédiment est réalisée lors d'une campagne annuelle portant sur une façade différente chaque année. L'ensemble du littoral français est ainsi visité tous les huit à dix ans. Ce pas de temps est bien adapté à la surveillance dans le sédiment superficiel, qui peut intégrer plusieurs années d'apports dans le premier centimètre. Sur quelques zones bien spécifiques, un nombre réduit de carottages profonds a été effectué, dans le but de retracer l'histoire de la contamination sur ces zones et d'appréhender, si possible, les niveaux de référence anciens.

Le littoral méditerranéen a été couvert en trois campagnes, de 1994 à 1996 : de la frontière italienne au Rhône, y compris la Corse (RNOSED94), du Rhône à la frontière espagnole (RNOSED95) et les lagunes littorales du Languedoc et du Roussillon (RNOSED96). Les deux premières campagnes se sont déroulées à bord du navire océanographique de l'Ifremer "L'Europe". La campagne RNOSED96 fut effectuée à l'aide de moyens nautiques légers, adaptés aux faibles profondeurs rencontrées. Les cartes présentant la situation géographique des stations sont regroupées dans les figures 8 à 11, pages 34 à 37. Les noms et les numéros des points de prélèvement correspondant figurent dans le tableau 1 de l'annexe. Les résultats sont présentés intégralement dans les tableaux 2 à 4 de l'annexe. Les concentrations des contaminants sont exprimés par rapport au poids sec des sédiments analysés.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Échantillonnage et préparation.

La campagne RNOSED94 s'est déroulée du 29 octobre au 7 novembre 1994 et a donné lieu au prélèvement de 50 échantillons superficiels et de deux carottes profondes découpées en 15 couches chacune soit un total de 80 échantillons.

La campagne RNOSED95 s'est déroulée du 25 au 28 octobre 1995 et a donné lieu au prélèvement de 19 échantillons superficiels et de trois carottes profondes découpées en 15 ou 16 couches chacune soit un total de 65 échantillons.

La campagne RNOSED96 s'est déroulée du 18 au 22 novembre 1996 et a donné lieu au prélèvement de 42 échantillons superficiels.

Les échantillons superficiels en mer ouverte ont été prélevés à l'aide d'un carottier-boîte "petit Reineck", qui présente l'avantage de préserver la stratification de l'échantillon. Dans les étangs littoraux, les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une benne Eckman à manche présentant les mêmes avantages. Le centimètre supérieur du sédiment a été prélevé pour analyse. Les carottes profondes ont été prélevées à l'aide d'un carottier-boîte "grand Reineck" permettant d'obtenir des carottes de 35 cm de hauteur dans les meilleures conditions de pénétration dans un substrat meuble.

Le matériel destiné à la mesure de la granulométrie et des teneurs en eau a été prélevé dans la partie la plus périphérique de chaque niveau des carottes. Le matériel destiné à l'analyse des métaux a été prélevé à l'aide d'une spatule en polyéthylène dans la partie centrale des mêmes niveaux et stocké dans des piluliers en polystyrène préalablement lavés à l'acide. Enfin, la partie intermédiaire a été prélevée à l'aide d'une spatule en inox pour l'analyse des contaminants organiques et stockée dans des barquettes en aluminium préalablement calcinées à 450°C pendant huit heures. Les échantillons destinés aux analyses chimiques ont été congelés immédiatement à bord puis lyophilisés au laboratoire. Les échantillons destinés à l'étude de la granulométrie et à la détermination des teneurs en eau ont été stockés à 4°C dans des piluliers de polystyrène. Les mesures ont été effectuées dans le sédiment tamisé à 2 mm afin d'éliminer les plus gros éléments pouvant introduire une hétérogénéité dans les résultats.

2.2. Analyses.

Carbone organique : ce paramètre est dosé par oxydation sulfo chromique (norme X31-109).

Mercure : la prise d'essai est soumise à l'action de l'acide nitrique. Le minéralisat est analysé par fluorescence atomique après réduction de Hg^{++} en Hg^0 par le chlorure stanneux.

Autres métaux : après dissolution totale de la prise d'essai par les acides nitrique et fluorhydrique, les métaux sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme ou four graphite selon la concentration.

Extraction des organiques : les pesticides organochlorés, les PCB et les HAP sont extraits dans un soxhlet pendant 16 heures par un mélange Hexane / Acétone, 50/50 (vol/vol).

Pesticides organochlorés et PCB : les extraits organiques sont purifiés par de l'acide sulfurique concentré, du mercure et du cuivre en poudre. Après ajout de l'étalon interne, l'analyse est réalisée par chromatographie capillaire en phase gazeuse couplée à un détecteur à capture d'électrons.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : les extraits organiques sont purifiés sur colonne de gel de silice. Après reprise des extraits par de l'acétonitrile, l'analyse est réalisée par chromatographie liquide haute performance couplée à un détecteur à fluorescence.

2.3. Assurance de qualité.

Métaux et carbone organique : sur l'ensemble des trois campagnes, onze répliqués de matériel de référence du Conseil National de la Recherche du Canada (BEST 1 pour le mercure, BCSS 1 pour les autres métaux et le carbone organique) ont été analysés pour tester l'étape analytique de l'étude. Les résultats se sont montrés satisfaisants (tableau 1).

PCB et HAP : sur l'ensemble des trois campagnes, 20 répliqués de matériel de référence du Conseil National de la Recherche du Canada ont été analysés : 5 pour HS1 et HS2 (CB₁₀₁, CB₁₃₈, CB₁₅₃, CB₁₈₀) et 5 pour HS3 et HS6 (HAP). Les tableaux 2 et 3 présentent les résultats obtenus.

	COP	Hg	Pb	Cd	Zn	Cu	Al	Fe	Mn
Valeur certifiée	21.9 ± 0.9	0.092 ± 0.009	22.7 ± 3.4	0.25 ± 0.04	119 ± 12	18.5 ± 2.7	62629 ± 2170	32900 ± 980	229 ± 15
	Moyenne 11 réplicats	24.0 ± 0.9	0.098 ± 0.010	23.5 ± 1.9	0.25 ± 0.01	111 ± 2.1	18.5 ± 0.6	63472 ± 1623	33064 ± 1049

Tableau 1 : Résultats obtenus sur le matériel de référence inclus dans les séries analytiques pour le carbone organique (g/kg) et les métaux (µg/g).

	CB101	CB138	CB153	CB180
Valeur certifiée sur HS1	1.62 ± 0.21	1.98 ± 0.28	2.27 ± 0.28	1.17 ± 0.15
	Moyenne 5 réplicats HS1	1.80 ± 0.23	2.07 ± 0.35	2.12 ± 0.18
Valeur certifiée sur HS2	5.42 ± 0.34	6.92 ± 0.52	6.15 ± 0.67	3.70 ± 0.33
	Moyenne 5 réplicats HS2	5.43 ± 0.34	7.08 ± 1.19	6.84 ± 0.85

Tableau 2 : Résultats obtenus sur le matériel de référence inclus dans les séries analytiques pour les PCB (µg/kg).

	Fluoranthène	Benzo 3,4 fluoranthène	Benzo 11,12 fluoranthène	Benzo 3,4 pyrène	Benzo 1,12 pérylène	Indéno(1,2,3 cd) pyrène
Valeur certifiée sur HS3	60 ± 9	7.7 ± 1.2	2.8 ± 2.0	7.4 ± 3.6	5.0 ± 2.0	5.4 ± 1.3
	Moyenne 5 réplicats HS3	46 ± 3.2	5.4 ± 0.8	3.1 ± 0.4	3.9 ± 0.5	3.6 ± 0.8
Valeur certifiée sur HS6	3.54 ± 0.65	2.8 ± 0.6	1.43 ± 0.15	2.2 ± 0.4	1.78 ± 0.72	1.95 ± 0.58
	Moyenne 5 réplicats HS6	2.70 ± 0.40	1.9 ± 0.2	0.97 ± 0.09	1.2 ± 0.14	1.49 ± 0.25

Tableau 3 : Résultats obtenus sur le matériel de référence inclus dans les séries analytiques pour les HAP (µg/g).

3. CONTAMINATION PAR LES MÉTAUX

3.1. Caractéristiques générales des sédiments prélevés.

Echantillons superficiels.

On a prélevé dans la mesure du possible des sédiments fins, plus aptes à fixer les polluants que les sédiments grossiers. Malgré ce choix, une certaine variabilité de granulométrie entre stations subsiste, dont il faudra tenir compte dans l'interprétation. Globalement les sédiments superficiels prélevés en mer sont plus fins que ceux provenant des étangs littoraux. Ceux-ci sont par ailleurs nettement plus riches en carbone organique, ce qui traduit la forte productivité de ces milieux. Parmi les échantillons marins, ceux de Provence-Côte d'Azur et de la Corse sont plus riches en carbone organique que ceux du Languedoc-Roussillon. Les concentrations en carbonate de calcium sont réparties de façon comparable dans les échantillons des trois campagnes.

Carottes

Cinq carottes ont été prélevées : devant le Rhône (94-21), dans la Baie de Nice (94-40), au large du débouché de l'étang de Bages (95-09), au large du petit Rhône (95-19) et dans le Golfe d'Aigues-Mortes (95-21). Les carottes 94-21, 94-40, 95-19 et 95-21 présentent plus de 90% de particules inférieures à 63µm sur toute leur longueur. La carotte 95-09 présente des niveaux un peu plus grossiers vers la surface (figure 1).

3.2. Détermination de niveaux de référence.

Ces concentrations, destinées à servir de base de comparaison, peuvent être déterminées par l'étude de carottes atteignant des niveaux suffisamment anciens pour ne pas être influencés par les activités de l'homme. Les profils des métaux dans les cinq carottes sont présentés dans la figure 2.

Seule la carotte de la baie de Nice (94-40) a fait l'objet d'une étude géochronologique. Le taux de sédimentation moyen est de 2.7 mm/an et les 11 centimètres superficiels s'avèrent très perturbés. Les deux horizons les plus profonds (20.5 et 23.5 cm) se sont donc déposés entre 75 et 85 ans avant 1994, soit entre 1909 et 1919. Par ailleurs, si nous supposons que l'épaisseur de la couche perturbée n'a pas varié au cours du temps, les horizons situés actuellement à 20.5 et 23.5 cm ont quitté cette couche respectivement $(20.5 - 11.0)/0.27 = 33$ ans et $(23.5 - 11.0)/0.27 = 44$ ans avant le prélèvement. Il est donc possible qu'une influence anthropique puisse être perçue sur ces niveaux.

Les données de datation des autres carottes ne sont pas encore disponibles, ce qui rend leur exploitation plus difficile. On notera cependant que dans les niveaux les plus profonds, et pour un sédiment fin, les carottes 95-19 et 95-21 présentent des concentrations très faibles en mercure (0.03 µg/g) et en plomb (26 µg/g) sans doute représentatifs du bruit de fond géochimique régional pour ces éléments.

A partir du tableau 4, qui regroupe les concentrations observées dans les niveaux les plus profonds des carottes 94-40, 95-19, 95-21 et les concentrations considérées comme "naturelles" dans différents types de sédiments, nous avons établi pour chaque élément les concentrations au-delà desquelles un sédiment fin peut être considéré comme soumis à des apports anthropiques.

Cu	Zn	Cd	Pb	Hg	Régions	Sources
17	84	-	22	-	Humber	Middleton et Grant. 1990
22	103	-	37	0.067	Wadden sea	Kramer <i>et al.</i> 1991
17	110	0.08	26	0.04	Côtes norvégiennes	Données NSTF/JMG
15	49	0.2	23	-	Rade de Venise	Donazzolo <i>et al.</i> 1984
20 – 30	60 – 85	-	-	-	Mer Ligure	Cauwet et Monaco 1982
15 ± 5	50 ± 5	0.15 ± 0.15	25 ± 5	-	Estimation du bruit de fond méditerranéen	Whitehead <i>et al.</i> 1984
25-36	70-95	0.06-0.08	17-21	-	Maroc (Baie d'Al Hoceima)	Ifremer - données non publiées
20	88	0.12	25.7	0.03	Carotte 95-19	Cette étude
18	85	0.11	26.1	0.03	Carotte 95-21	Cette étude
24	83	0.14	43	0.06	Carotte 94-40 (20.5 cm)	Cette étude
23	81	0.12	36	0.07	Carotte 94-40 (23.5 cm)	Cette étude

Tableau 4 : Niveaux de référence des concentrations en métaux dans des sédiments fins de différentes origines (µg/g).

Pour le **mercure**, Le bruit de fond géochimique est estimé à 0.05 µg/g pour du sédiment fin d'après les valeurs observées dans la bibliographie et dans les niveaux profonds des carottes. Cependant, ces niveaux montrent une proportion de carbone organique, pour lequel le mercure présente une grande affinité, plus faible qu'en surface. Il est donc possible que dans les niveaux superficiels des concentrations légèrement supérieures ne traduisent pas d'apports anthropiques significatifs. Nous

avons donc adopté 0.1 µg/g comme valeur limite au-delà de laquelle une contamination peut être suspectée dans un sédiment fin. Pour les mêmes raisons nous avons considéré que des concentrations ne dépassant pas 0.15 µg/g de **cadmium**, 30 µg/g de **plomb**, 30 µg/g de **cuivre** et 90 µg/g de **zinc** ne traduisaient pas de contamination significative pour un sédiment fin de surface.

3.3. Etude de l'évolution verticale des concentrations.

Dans la carotte 94-40 (Baie de Nice) l'horizon 1 (0 à 2 mm), non consolidé, résulte sans doute du dépôt récent de limons apportés par une forte crue du Var et du Paillon. Il se distingue des horizons sous-jacents par une plus forte concentration en cuivre qui pourrait provenir du lessivage de sols agricoles. Ce phénomène trop récent et exceptionnel ne sera pas intégré dans cette étude. L'ensemble des métaux présentent des concentrations croissantes vers la surface, ce qui met en évidence l'influence des apports anthropiques. Les concentrations superficielles en Pb, Cd, Cu et Zn, respectivement de 60, 0.16, 31 et 101 µg/g, sont plus élevées que les valeurs observées dans les niveaux profonds mais seules les concentrations en plomb s'écartent notablement des valeurs de référence. Les concentrations en mercure sont faibles dans les niveaux inférieurs (0.06 et 0.07 µg/g). A la profondeur de 14 cm (soit vers 1940) elles passent brusquement à 0.24 µg/g, ce qui traduit une influence anthropique certaine jusqu'à une profondeur de 4.5 cm, soit au début des années 80. Cette influence reste perceptible dans les niveaux plus superficiels mais diminue progressivement.

Les carottes 95-19 et 95-21, situées dans le champ proche du Rhône, présentent des profils nets pour le plomb et le mercure. Les concentrations sont faibles sur les niveaux les plus profonds et augmentent régulièrement vers la surface où elles atteignent 40 à 50 µg/g pour le plomb et 0.15 à 0.17 µg/g pour le mercure. Ceci met en évidence une influence modérée mais significative des apports anthropiques pour ces deux éléments. Les profils de cuivre et de zinc, tant par leur allure régulière que par les concentrations atteintes, ne traduisent pas de contamination significative.

La carotte 94-21 est la plus proche de l'embouchure du petit Rhône. Sur toute sa longueur, les concentrations en plomb sont proches de 50 µg/g ce qui traduit une certaine contamination. Les concentrations en cadmium sont de 0.2 µg/g dans les niveaux superficiels et approchent de 0.3 µg/g dans les niveaux profonds. Elles traduisent une certaine influence anthropique. Le mercure suit la même évolution que le cadmium. Les concentrations, comprises entre 0.7 µg/g dans les horizons profonds et 0.35 µg/g en surface, traduisent une contamination nette bien qu'en baisse. Les concentrations en zinc, supérieures à 120 µg/g, dépassent les niveaux considérés comme naturels, alors que les concentrations en cuivre (30 à 40 µg/g) restent modérées.

La carotte prélevée face à l'étang de Bages (95-09) n'atteint sans doute pas les niveaux préindustriels. En effet les concentrations en plomb sont pratiquement constantes (40 µg/g) et sont représentatives de la contamination diffuse par cet élément. De même les concentrations en cadmium ne subissent pas d'évolution nette sur la verticale, et conservent des niveaux très légèrement supérieurs aux teneurs considérées comme naturelles. Le cuivre présente des concentrations faibles sur toute la hauteur de la carotte, et on retrouve pour le zinc des valeurs proches de 90 µg/g déjà observées sur les autres carottes. L'horizon le plus profond est très peu chargé en mercure (0.04 µg/g), ce qui correspond à des niveaux naturels observés par ailleurs. Ces concentrations augmentent dans les horizons supérieurs mais la contamination reste faible puisque le maximum atteint est de 0.11 µg/g.

3.4. Répartition des métaux dans les sédiments superficiels.

Un sédiment fin est doté d'une capacité d'adsorption supérieure à un sédiment grossier de même origine. Il est donc plus apte à fixer les contaminants. Dans une région occupée par des sédiments de même origine mais de granulométrie différente, les concentrations en métaux sont donc

proportionnelles au pourcentage de particules fines, et la relation entre ces deux paramètres est représentée par une droite. Un point extérieur au nuage représentant cette relation traduit une anomalie, c'est-à-dire le plus souvent une contamination si cette anomalie est positive. Cette approche nécessite une relation très forte entre la concentration en métaux et la granulométrie (GRA), exprimée ici en pourcentage (en poids) de particules inférieures à 63 microns. En l'absence de relation forte, l'examen du nuage de points demeure intéressant mais les résultats prennent alors un caractère qualitatif. Afin de traiter des ensembles de données aussi homogènes que possible, on a découpé la zone d'étude en quatre parties : Golfe du Lion et pro-delta du Rhône (stations 95-01 à 95-20 et 94-08 à 94-21); Provence Côte d'Azur (94-01 à 94-07 et 94-34 à 94-53); Corse (94-22 à 94-33A); étangs littoraux (96-01 à 96-42). Chaque partie ainsi définie sera étudiée successivement.

Golfe du Lion et pro-delta du Rhône.

mercure : Les variations des concentrations en mercure dans les sédiments de la côte du Languedoc-Roussillon (Stations 95-1 à 95-21) sont expliquées en grande partie par les variations de granulométrie (figure 3, gauche). Les valeurs maximales (0.11 µg/g) observées pour les sédiments les plus fins excèdent de très peu la limite des concentrations naturelles. La forte corrélation entre le pourcentage de particules inférieures à 63µm et les concentrations en mercure ($R^2 = 0.85$) suggère que ces stations sont soumises à un faible apport contaminant lié aux particules fines. Dans les sédiments proches du Rhône les concentrations sont plus élevées et traduisent un apport significatif (0.27 µg/g pour 94-13, 0.33 µg/g pour 94-10, 0.37 µg/g pour 94-21). La concentration mesurée au centre du Golfe de Fos (94-12) est modérée (0.2 µg/g).

Plomb : Sur l'ensemble de la zone les concentrations sont comprises entre 17 µg/g pour les sédiments grossiers et 64 µg/g pour les sédiments vaseux de l'embouchure du Rhône (94-13) dont la granulométrie n'a malheureusement pas été mesurée (toutefois leur aspect et leur richesse en aluminium indiquent qu'il s'agit de sédiments fins). Ces dernières valeurs traduisent une contamination significative par le plomb. Les variations de granulométrie expliquent en partie ($R^2 = 0.59$) les concentrations plus faibles observées dans les sédiments plus grossiers (figure 3, gauche), et l'ensemble de la zone apparaît soumis à des apports modérés en plomb.

Cadmium : La plupart des échantillons du littoral languedocien et du pro-delta du Rhône ont une concentration inférieure à notre référence de 0.15 µg/g. Les trois échantillons situés devant l'étang de Bages présentent des concentrations plus élevées que les échantillons de granulométrie comparable provenant d'autres sites (figure 3, gauche), ce qui peut traduire une certaine influence de la contamination de l'étang sur le littoral. L'échantillon le plus proche de l'embouchure du Rhône présente des signes plus nets de contamination (0.59 µg/g sur la station 94-13). Dans le Golfe de Fos les concentrations sont légèrement supérieures aux valeurs considérées comme naturelles pour un sédiment fin.

Cuivre : Sur la côte languedocienne les résultats sont compris entre 6 µg/g dans les sédiments grossiers et 22 µg/g dans les sédiments fins, ce qui ne traduit pas de contamination significative. A proximité du Rhône, seule la station la plus proche de l'embouchure (94-13) dépasse la concentration de 30 µg/g (43 µg/g).

Zinc : Les concentrations sont comprises entre 55 µg/g dans les sédiments grossiers et 140 µg/g dans les sédiments vaseux de la station 94-13. Six stations sur 36 présentent des concentrations supérieures à 100 µg/g. Elles sont situées à proximité du Rhône, et traduisent une certaine contamination. Plus à l'ouest, les concentrations sont plus faibles, mais compte tenu de la granulométrie plus grossière, un certain nombre d'entre elles ne paraissent pas exemptes d'influence anthropique.

Provence - Côte d'azur.

Les concentrations sont très variables et ne sont pas corrélées à la granulométrie (figure 3, droite). Ceci traduit les origines diverses des sédiments et des apports contaminants. La station 94-02, située dans le champ proche de l'émissaire de Cortiou, présente de très fortes concentrations en métaux (Pb, Cd, Cu, Zn, Hg) associées à un pourcentage moyen de particules fines (54.7 %). Ceci traduit une contamination très importante. Cette station constitue un point extrême et n'est pas représentative de l'ensemble du littoral. C'est pourquoi elle ne sera pas traitée métal par métal.

Mercure : Les sédiments des baies de St Raphaël et d'Antibes ne dépassent pas notre référence de 0.1 µg/g, et ne sont donc pas significativement contaminés. Malgré leur concentration très faible (0.06 µg/g), les sédiments de Cavalaire sont difficiles à classer car ils sont plus grossiers. Dix échantillons ont des concentrations comprises entre 0.1 et 0.3 µg/g, ce qui traduit une contamination significative. Dix autres dépassent 0.3 µg/g, et parmi eux, six dépassent 0.5 µg/g, ce qui traduit une contamination importante. Les sites les plus contaminés sont la rade de Marseille où tous les échantillons atteignent des concentrations très élevées (jusqu'à 2.5 µg/g sur la station 94-04), la baie du Lazaret (3.5 µg/g sur 94-53) et la baie de Nice où une valeur unique de 3.5 µg/g a été observée sur la station 94-39 A.

Plomb : Trois échantillons seulement (94-41, 01, 48) sur 23 présentent une concentration inférieure à 30 µg/g. De plus, les sédiments de la station 48 sont relativement grossiers (30 % < 63 µm) et les faibles valeurs qu'on y observe sont difficiles à interpréter. La région Provence-Côte d'Azur présente donc des niveaux relativement élevés de plomb. Ce phénomène s'observe également dans les résultats du RNO matière vivante. Onze échantillons ont des concentrations comprises entre 30 et 60 µg/g et traduisent la contamination diffuse du milieu par le plomb. Parmi eux, les échantillons situés à l'est de Nice excèdent peu la limite de 30 µg/g. Enfin, neuf stations proches de sites urbains dépassent 60 µg/g et semblent significativement contaminées. Parmi celles ci, la baie du Lazaret (94-53) et Marseille (94-03 et 06) apparaissent particulièrement exposées puisqu'elles dépassent 100 µg/g pour un pourcentage moyen de particules fines.

Cadmium : Sept échantillons sur 23 ne dépassent pas 0.15 µg/g. Parmi ceux-ci les stations 94-03 et 48 posent les mêmes problèmes d'interprétation que pour le plomb. Sur les autres, aucune contamination n'est mise en évidence. 14 échantillons dont les concentrations sont situées entre 0.15 et 0.30 µg/g traduisent des apports modérés. Deux échantillons présentent des concentrations de 0.35 µg/g et paraissent significativement contaminés (94-52 et 94-38). Cependant l'échantillon 94-52, provenant de la grande rade de Toulon, est relativement grossier et sa concentration en cadmium traduit une contamination beaucoup plus importante qu'en baie de Nice (94-38) où la même concentration a été observée sur un sédiment fin.

Cuivre : Seize échantillons ne dépassent pas 30 µg/g et peuvent donc être considérés comme indemnes de contamination significative. Six stations présentent des concentrations comprises entre 30 et 60 µg/g. Parmi elles, Marseille (94-04) et St Raphaël (94-47) présentent les concentrations les plus fortes et les sédiments les plus grossiers. Elles sont donc soumises à une contamination plus importante que les autres. Un seul échantillon, en provenance de la baie du Lazaret (94-53), dépasse 60 µg/g.

Zinc : Treize stations présentent des concentrations inférieures ou égales à 90 µg/g qui ne traduisent pas de contamination significative. Parmi les 10 stations dont les concentrations sont supérieures à 90 µg/g, les stations 94-47 (St.-Tropez) et 94-04 (Marseille) présentent des concentrations élevées et des échantillons assez grossiers. Il semble donc que ces deux sites soient soumis à des apports très significatifs. La plus forte contamination est observée dans la baie du Lazaret (195 µg/g sur 94-53).

Corse

Les sédiments collectés autour de la Corse sont de natures diverses et paraissent soumis à des pressions anthropiques très variables, puisque seul le zinc semble corrélé à la granulométrie (figure 4, gauche). L'échantillon 94-24 présente les concentrations en métaux les plus faibles, mais il s'agit d'un sable fin ayant donc une très faible affinité pour les contaminants. Les résultats obtenus sur ce type de matrice ne sont pas exploitables.

mercure : Six stations sur les treize exploitées ne dépassent pas 0.1 µg/g. Cependant trois d'entre elles ont fourni un sédiment grossier (moins de 20 % < 63 µm) pour lequel il est difficile d'interpréter de faibles concentrations en termes de contamination. Les concentrations observées sur les sept autres stations sont inférieures à 0.3 µg/g. Ces niveaux traduisent une contamination modérée pour les sédiments fins prélevés dans les golfes d'Ajaccio et Propriano. Des concentrations du même ordre observées dans un sédiment plus grossier à Bastia (94-33A) et sur la Côte Est (94-32) révèlent une contamination plus significative.

Plomb : Six stations ne dépassent pas la concentration de 30 µg/g que nous avons adoptée comme seuil des concentrations "naturelles". Parmi elles, trois stations présentent un sédiment grossier pour lequel on ne peut donner de conclusion. Les concentrations en Plomb des autres stations restent inférieures à 65 µg/g. Le maximum observé dans la Baie d'Ajaccio s'écarte peu des niveaux traduisant la contamination générale du littoral par le plomb, mais la valeur de 52 µg/g observée devant Bastia sur un sédiment grossier traduit une contamination plus importante.

Cadmium et cuivre : Sur huit échantillons les concentrations en cadmium sont inférieures à 0.1 µg/g et aucune n'excède 0.17 µg/g, ce qui ne traduit pas de contamination significative. Il en est de même pour le cuivre, pour lequel les concentrations sont toutes comprises entre 3 et 25 µg/g.

Zinc : Il existe une corrélation forte ($R^2 = 0.76$) sur douze stations entre Zn et la fraction inférieure à 63 µm (figure 4, gauche). Ceci indique que les variations de concentrations sur ces stations sont en majeure partie expliquées par la granulométrie. Comme la concentration dans les sédiments les plus fins atteint 135 µg/g, on peut suspecter sur ces stations une contamination modérée par le Zinc. La station 94-31 (Sant'Amanza) se distingue de toutes les autres par une concentration en zinc particulièrement faible, malgré une proportion notable de particules fines.

Etangs littoraux

mercure : Les concentrations sont nettement plus élevées dans l'étang de Thau et les étangs Palavasiens que dans les autres, à granulométrie comparable (figure 4, droite). Elles varient entre 0.08 et 0.69 µg/g, et 7 stations sur 12 y dépassent 0.2 µg/g, ce qui représente le double des concentrations considérées comme naturelles dans le sédiment côtier. Sur les autres étangs, les concentrations sont comprises entre 0.015 µg/g pour des sédiments grossiers de l'étang du Vaccarès et 0.12 µg/g pour un sédiment fin de l'étang de Bages. Il ne semble donc pas y avoir de contamination importante par le mercure sur ces étangs.

Plomb : Deux points de l'étang de Thau (96-01 et 96-05) présentent des concentrations nettement supérieures à celles des autres (56.8 et 74.5 µg/g) malgré une teneur en particules fines inférieure à 50 %, ce qui traduit une contamination certaine. A granulométrie comparable l'ensemble des stations de l'étang de Thau, des étangs Palavasiens et de Mauguio sont plus riches en plomb que les autres étangs (figure 4, droite). Dans ces derniers (Vaccarès, Ayrolle, Gruissan, Bages, Lapalme, Leucate,

Canet), il existe une relation assez forte entre les teneurs en plomb et la granulométrie ($Pb = 0.2 * GRA + 6.4$; $R^2 = 0.60$) et les concentrations des sédiments les plus fins, prélevés dans les étangs de Canet et de Bages, diffèrent peu des valeurs de référence. Ceci indique que ces étangs ne sont pas contaminés significativement par le plomb.

Cadmium : Six stations de l'étang du Vaccarès et de la Camargue présentent des concentrations inférieures aux limites de détection analytique. Certaines d'entre elles ont fourni un sédiment grossier sur lequel une concentration faible est difficile à interpréter, mais deux d'entre elles contiennent plus de 30 % d'inférieures à 63 μm , ce qui permet de conclure que les concentrations en cadmium de ces échantillons ne traduisent pas de contamination significative. Les concentrations observées sur les autres stations restent inférieures à 0.15 $\mu g/g$ ce qui montre que le Vaccarès et la Camargue ne sont pas soumis à une contamination significative par le Cadmium. Il en est de même pour l'étang de Canet où l'on a prélevé un sédiment très fin présentant une faible concentration en Cd (0.16 $\mu g/g$). Dans l'étang de Leucate (96-24 à 96-31) les concentrations sont comprises entre 0.14 et 0.46 $\mu g/g$. Cette dernière valeur traduit une contamination certaine et s'explique par la proximité de la zone portuaire. La valeur de 0.26 $\mu g/g$ observée près des installations ostréicoles (96-31) montre une influence anthropique modérée. Les concentrations des autres stations sont comprises entre 0.14 et 0.2 $\mu g/g$ et dénotent une contamination modérée, compte tenu d'une granulométrie moyenne. Les échantillons provenant des étangs de l'Ayrolle, de Gruissan, de Manguio et des étangs Palavasiens ont des concentrations en cadmium comprises entre 0.2 et 0.6 $\mu g/g$, ce qui traduit un apport anthropique certain, compte tenu de la granulométrie relativement grossière des sédiments où sont observées les concentrations les plus faibles. La valeur de 1.62 $\mu g/g$ observée sur la station 96-01 dans l'étang de Thau reflète une importante contamination car elle concerne un sédiment ne contenant que 43% de particules inférieures à 63 μm . Les concentrations des autres stations sont plus faibles, mais proviennent d'un sédiment plus grossier, ce qui montre que l'ensemble de l'étang subit l'influence de rejets anthropiques de cadmium. L'étang de Bages est fortement contaminé par le cadmium (1.87 $\mu g/g$ sur la station 96-10). On observe un gradient de concentration décroissant du nord vers le sud, et le point le plus au sud (96-14) présente encore une concentration de 0.4 $\mu g/g$, ce qui traduit une contamination certaine. Ces résultats confirment ceux de l'étude menée en 1990 par Ifremer sur cet étang.

Cuivre : Sur trois stations de l'étang de Thau et dans l'étang de Canet les concentrations sont comprises entre 100 et 150 $\mu g/g$. Ces valeurs élevées proviennent pour la plupart de sédiments moyens, ce qui traduit une forte contamination (figure 4, droite). De même, les sédiments des étangs Palavasiens dont les concentrations sont comprises entre 27.4 $\mu g/g$ pour les plus grossiers et 71 $\mu g/g$ pour les plus fins semblent significativement contaminés par le cuivre. L'étang de Bages présente des concentrations très modérées dans les sédiments fins. Seule la station 96-10, proche de Port la Nautique, dépasse nettement les concentrations considérées comme naturelles. Les étangs de Leucate, de l'Ayrolle et du Vaccarès présentent des concentrations faibles qui, même sur les stations à granulométrie grossière, ne traduisent pas de contamination significative. L'étang de Gruissan, où la concentration atteint 33 $\mu g/g$ dans un sédiment de granulométrie moyenne, semble soumis à certains apports de cuivre.

Zinc : Les stations de l'étang de Thau sont riches en zinc, l'une d'elles (96-01) atteignant 433 $\mu g/g$. Les autres concentrations, quoique moins élevées, dépassent 100 $\mu g/g$, ce qui traduit une certaine contamination, car elles proviennent pour la plupart de sédiments plus grossiers. Dans les étangs Palavasiens cinq stations sur sept dépassent 100 $\mu g/g$ pour des granulométries comprises entre 39 et 96 % de particules inférieures à 63 μm . Sur les autres étangs, la relation entre la granulométrie et la concentration est significative ($Zn = 0.8 * GRA + 14.2$; $R^2 = 0.64$), et les concentrations observées dans les sédiments fins ne dépassent pas 100 $\mu g/g$, ce qui ne démontre pas de contamination importante.

3.5. Conclusion pour les métaux.

La frange côtière du Golfe du Lion ne donne pas de signe de contamination significative par le cuivre, le cadmium ou le mercure. Elle est exposée à des apports diffus de plomb et ponctuellement des concentrations un peu élevées en zinc sont observées. Les sédiments les plus proches du Rhône présentent un enrichissement concernant les cinq métaux étudiés. Le point le plus critique de toute la façade méditerranéenne est le débouché de l'émissaire de Cortiou, où la contamination est très importante pour les cinq éléments étudiés. Cette station n'est cependant représentative que du voisinage immédiat de l'émissaire. Les zones les plus urbanisées et industrialisées de la région Provence-Côte d'Azur constituent des "points chauds" pour les éléments métalliques. Il en est ainsi de la rade de Marseille (Pb, Hg) et de la baie du Lazaret (Pb, Hg, Cu, Zn et dans une moindre mesure Cd). La baie de Nice présente également des signes de contamination. Sur l'ensemble de la côte de Provence - Côte d'Azur le plomb est présent de façon chronique et anormalement élevée sauf à l'est de Nice. On note également une présence quasi générale du mercure. La Corse ne présente pas de signe de forte contamination. Les résultats observés dans des sédiments assez grossiers de la baie d'Ajaccio et devant Bastia peuvent cependant faire suspecter des apports de mercure et de plomb sur ces stations. Le point marquant des résultats concernant les étangs littoraux est la contamination de l'étang de Thau par l'ensemble des métaux étudiés. L'étang de Bages est toujours soumis à une forte contamination par le cadmium, et l'unique échantillon provenant de l'étang de Canet révèle une contamination importante par le cuivre, qui devrait être confirmée. Les étangs Palavasiens subissent une contamination significative par l'ensemble des éléments. Les autres étangs présentent des problèmes plus ponctuels (Cd à Leucate et dans l'Ayrolle, Pb et Cd à Mauguio). L'étang du Vaccarès et la Camargue paraissent indemnes de contamination métallique.

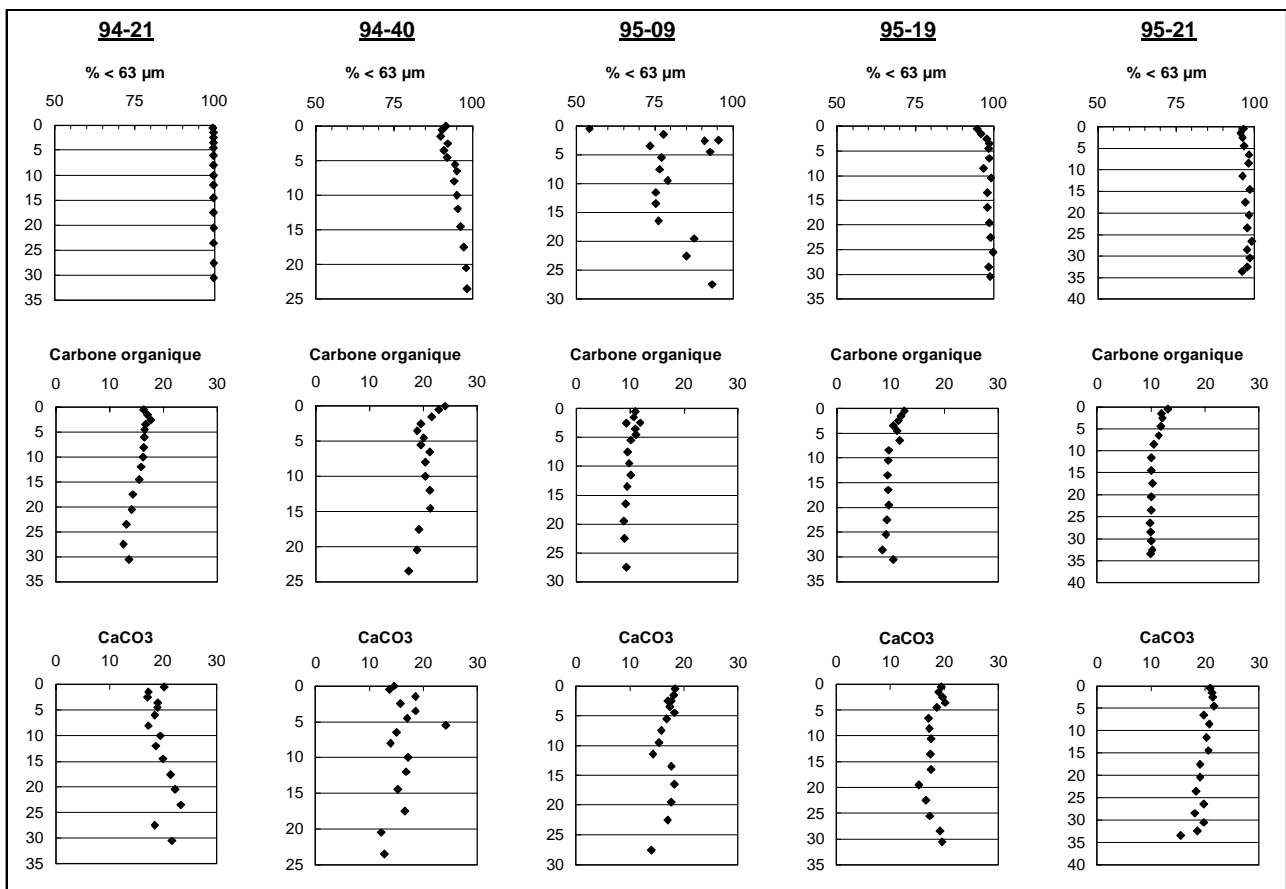


Figure 1 : Profils des paramètres normalisateurs dans les cinq carottes en fonction de la profondeur des horizons (cm). Carbone organique : g/kg; CaCO₃ : %. L'aluminium se trouve en page suivante.

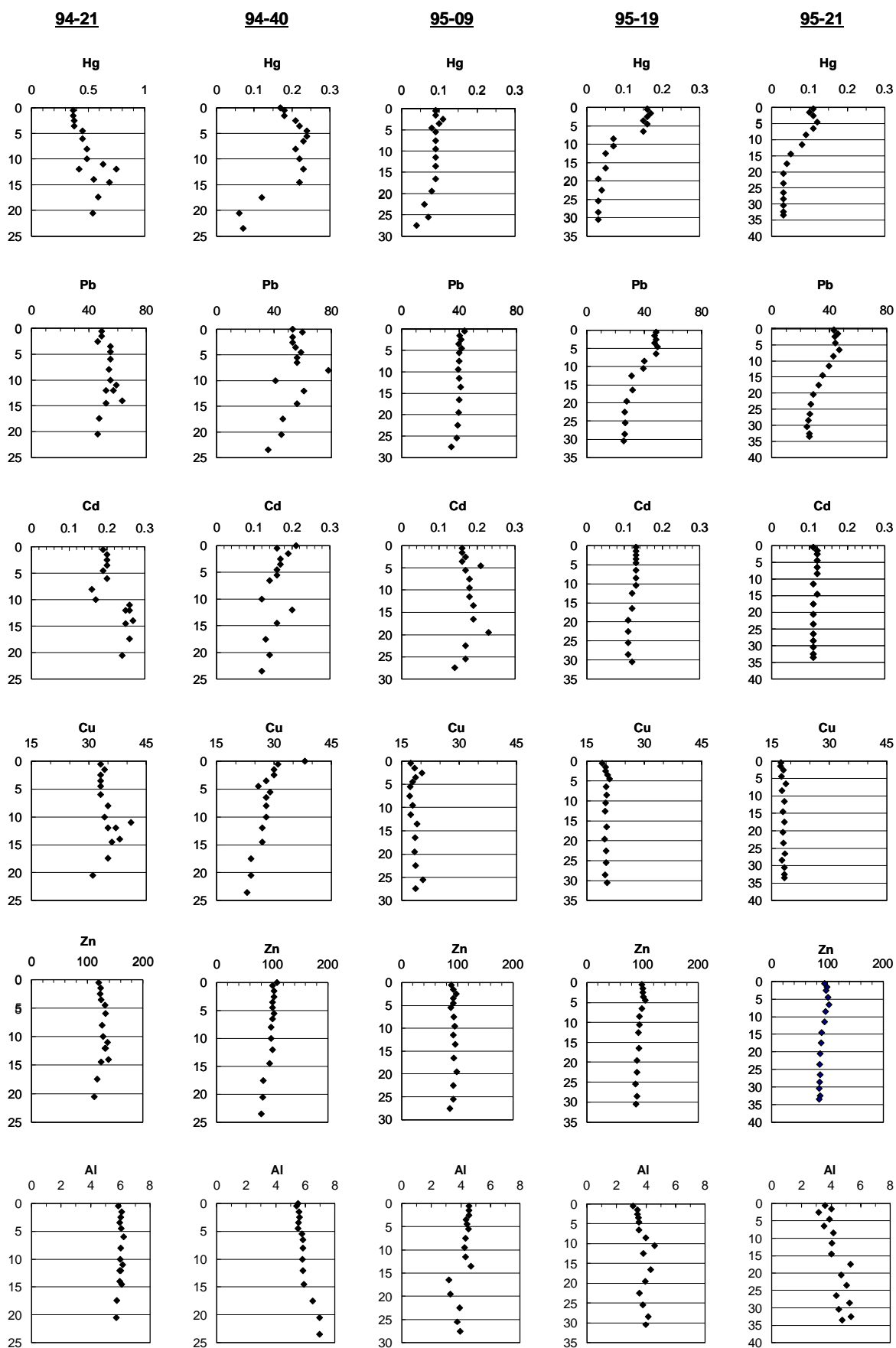


Figure 2 : Profils des concentrations en métaux dans les cinq carottes en fonction de la profondeur des horizons (cm). En $\mu\text{g/g}$ sauf pour l'aluminium (%).

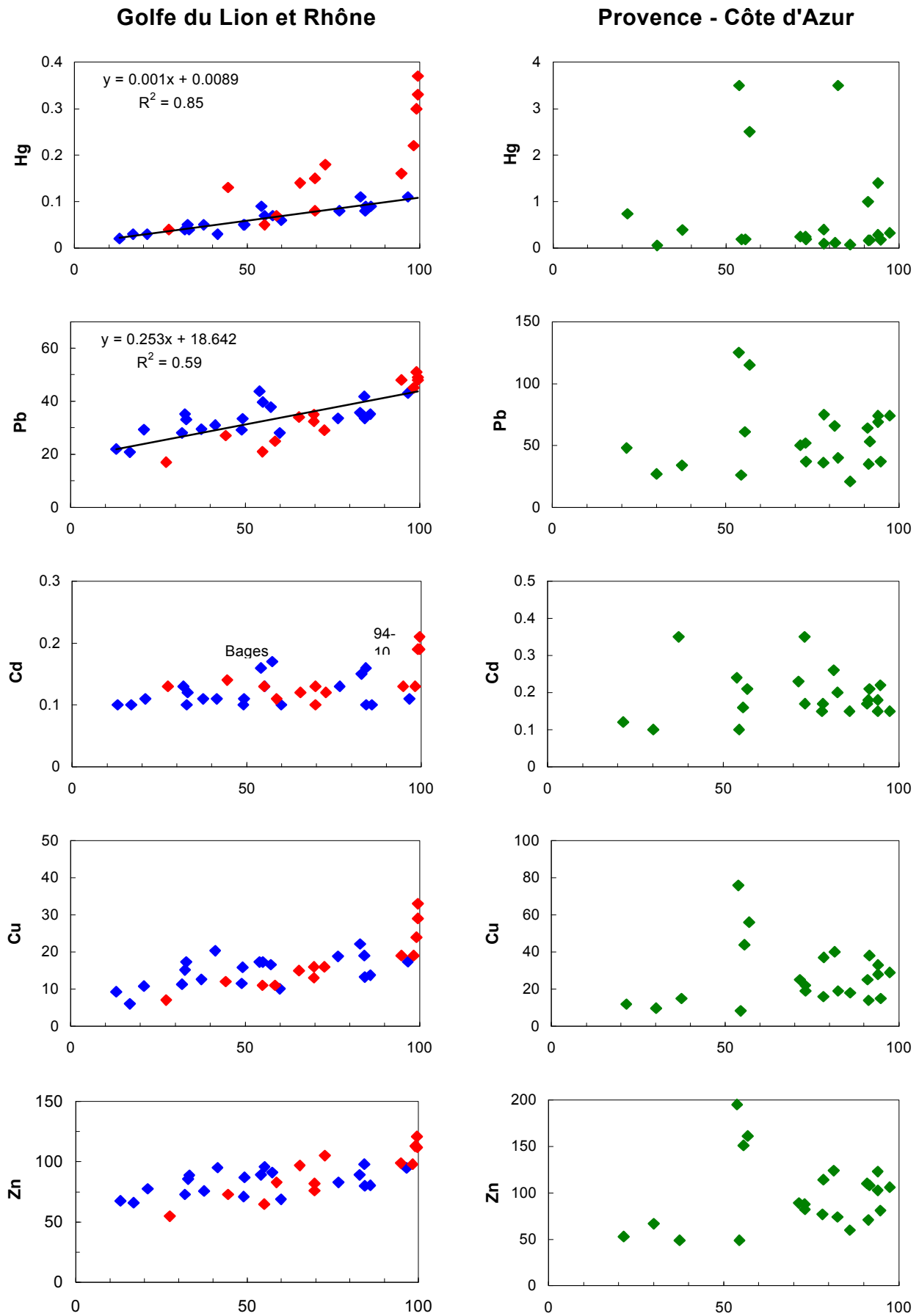


Figure 3 : Relations entre les concentrations mesurées ($\mu\text{g/g}$) et la granulométrie ($\% < 63\mu\text{m}$). Colonne de gauche : Golfe du Lion (\blacklozenge) et pro-delta du Rhône (\blacklozenge); colonne de droite : Provence - Côte d'Azur.

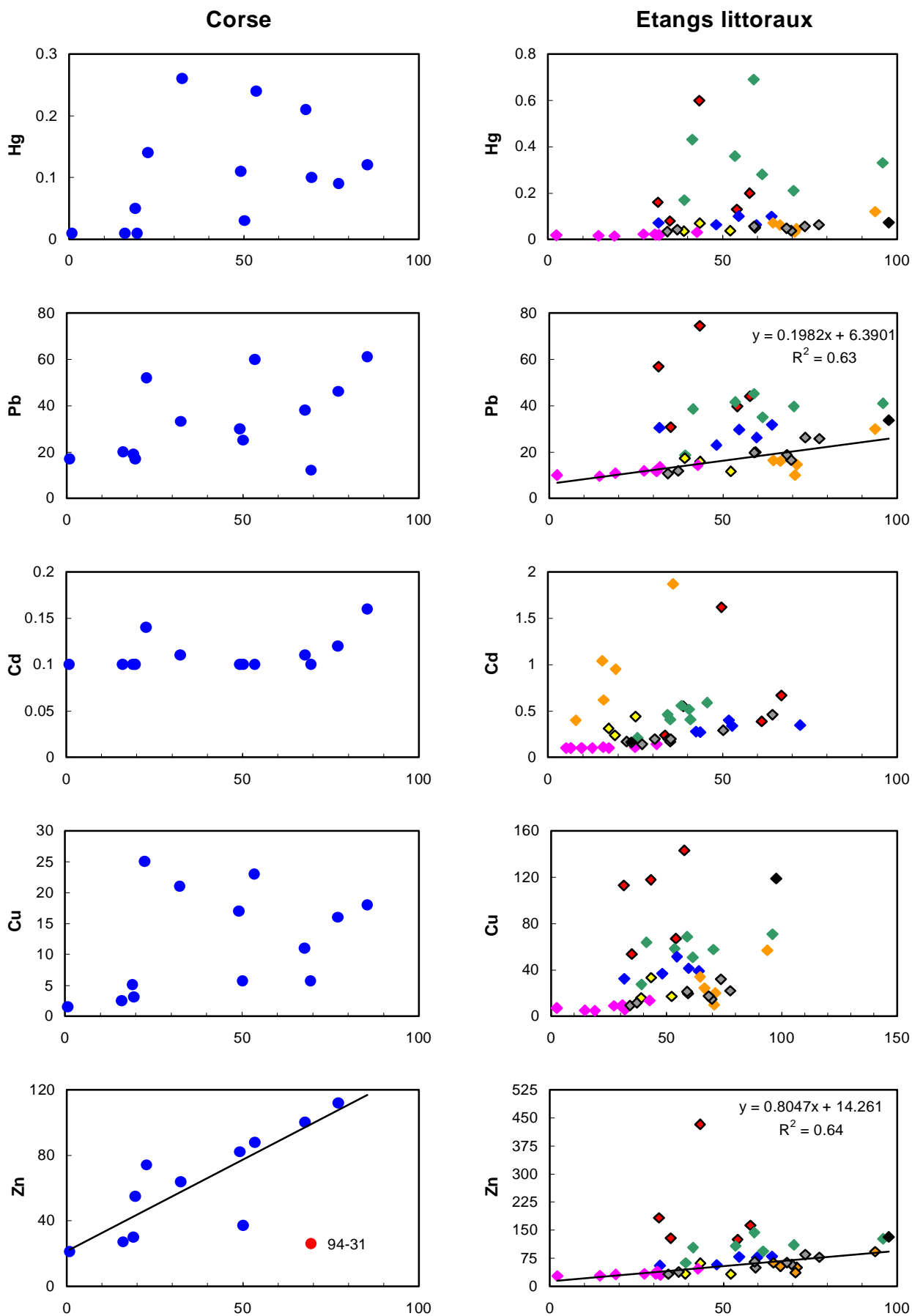


Figure 4 : Relations entre les concentrations mesurées ($\mu\text{g/g}$) et la granulométrie ($\% < 63\mu\text{m}$). Colonne de gauche : Corse; colonne de droite : étang littoraux :

- ◆ Thau
- ◆ Mauguio
- ◆ Ayrolle - Gruissan
- ◆ Leucate
- ◆ Pérols - Arnel - Vic
- ◆ Bages
- ◆ Vaccarès - Camargue
- ◆ Canet

4. CONTAMINATION PAR LES COMPOSÉS ORGANIQUES.

Les contaminants organiques ont été étudiés dans cinq carottes sédimentaires et dans les sédiments superficiels le long du littoral méditerranéen français (figures 8 à 11). Ce sont essentiellement les **composés organochlorés : pesticides organochlorés et polychlorobiphényles (PCB)** et quelques **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**. Ces composés se caractérisent par une grande stabilité chimique dans l'environnement abiotique. De par leurs cycles biogéochimiques, l'environnement marin constitue pour ces composés un milieu récepteur important. Au total, les concentrations de 22 composés chimiques individuels ont été déterminées : onze congénères de PCB (CB28, CB31, CB35, CB52, CB101, CB105, CB118, CB138, CB153, CB156, CB180, numérotés selon Ballsheimer et Zell, 1980), le 4,4'-DDT et les deux produits de sa dégradation le 4,4'-DDE et le 4,4'-DDD, le γ -HCH (lindane) et un de ses isomères l' α -HCH, et six hydrocarbures polycycliques aromatiques (liste dans le tableau 4 de l'annexe). Afin de faciliter la lecture, les isomères 4,4' des DDT, DDD, DDE seront parfois notés DDT, DDD, DDE dans le texte.

Les sources de ces composés organochlorés sont essentiellement liées aux activités urbaines et industrielles (PCB) et agricoles ou sanitaires (pesticides). Cependant, à l'exception du lindane, l'usage de ces composés chlorés est réglementé ou non-autorisé en France depuis au moins deux décennies. Par contre, les HAP sont continuellement émis dans l'environnement, surtout par les activités d'exploitation et de transformation du pétrole et par les divers processus de combustion et d'incinération des fuels fossiles ou contemporains ainsi que des déchets industriels et urbains. Les six hydrocarbures analysés dans cette étude, formés de quatre noyaux aromatiques ou plus, indiquent surtout les apports issus de la combustion.

Les contaminants organiques étudiés entrent dans l'environnement marin principalement *via* l'atmosphère et les fleuves ainsi que par des rejets directs. Du fait de leur caractère nettement hydrophobe (à l'exception du lindane et de l' α -HCH) tous les composés étudiés ont une grande capacité à être sorbés et par conséquent se trouvent facilement associés aux particules des sols et des sédiments.

L'étude de la disposition verticale des concentrations dans les strates de carottes sédimentaires renseigne sur la géochronologie de la contamination en Méditerranée. L'étude de la répartition géographique des contaminants dans les sédiments superficiels révèle notamment les sites fortement contaminés, ainsi que l'état général de la contamination. On présentera successivement ces deux aspects de la contamination par les composés organiques en Méditerranée.

4.1. Enregistrement stratigraphique

Les concentrations des contaminants organiques ont été déterminées dans les mêmes carottes de sédiments que pour les métaux, à savoir : devant l'embouchure du Rhône (station 94-21) et plus au large (95-19), à l'ouest de l'embouchure du Petit Rhône dans le Golfe d'Aigues-Mortes (95-21), dans la Baie de Nice (94-40) et face au débouché de l'étang de Bages (95-09A). On présentera seulement un examen préliminaire de l'évolution verticale des concentrations des contaminants organiques dans les dépôts sédimentaires de quatre carottes. En effet, si on procède fréquemment à l'étude d'enregistrements stratigraphiques des contaminants organiques pour reconstituer une chronologie de la contamination en zones côtières, nombreux sont les processus qui interviennent dans la redistribution verticale des contaminants dans la colonne sédimentaire, rendant parfois l'interprétation des résultats difficile. Ainsi, une étude stratigraphique complète implique la datation des strates successives, ainsi que des analyses fines des contaminants dans ces strates et la prise en compte des processus tels que la compaction, l'érosion, l'effondrement, la remise en suspension et la bioturbation des sédiments, la dégradation et la diffusion des composés chimiques. Pour résoudre et interpréter finement ce type de résultats on recourt souvent aux modèles mathématiques.

4.1.1. Choix des carottes sédimentaires et des composés organiques

Une quinzaine d'horizons ont été découpés et analysés pour chaque carotte. A l'exception de la carotte 95-09A, les sédiments montrent sur toute leur longueur un taux supérieur à 90 % de particules fines ($< 63 \mu\text{m}$). Les sédiments de la carotte 95-09A montrent un pourcentage de particules fines légèrement plus faible. Par ailleurs, la carotte 94-21 semble être très perturbée, vraisemblablement fortement influencée par les apports sédimentaires rhodaniens et une dynamique sédimentaire complexe. En effet, elle a été prélevée près de l'embouchure du fleuve. Les résultats de cette carotte ne sont pas traités ici.

Quatre composés individuels ont été choisis pour présenter l'ensemble des résultats : le fluoranthène, représentatif des autres hydrocarbures analysés, le CB138 (2,2',3,4,4',5-hexachlorobiphényle) représentatif d'autres congénères des chlorobiphényles, le 4,4'-DDT et le 4,4'-DDD. En effet, des corrélations significatives ($0.50 \leq R^2 \leq 0.90$) sont observées entre les composés individuels dans chaque groupe (HAP et CB) et entre le DDD et le DDE. Par contre, les données sur le γ -HCH et l' α -HCH ne sont pas exploitées dans ce rapport, étant pour la plupart trop proches de la limite de détection de la méthode analytique.

4.1.2. Choix des niveaux de références

On cherche à fixer des niveaux de références pour les contaminants organiques étudiés afin de permettre un examen critique de l'état de la contamination des sédiments superficiels.

Pour définir les niveaux de références, les contaminants organiques sont communément divisés en composés ayant des sources naturelles connues et clairement établies (biogéniques et biogéochimiques) et en composés sans sources naturelles connues ou clairement identifiées (composés issus de synthèses chimiques ou composés dont les sources naturelles sont extrêmement faibles ou incertaines). On inclut les HAP dans le premier groupe c'est-à-dire ayant un fond géochimique naturel, et les PCB et les pesticides organochlorés dans le second, sans sources naturelles clairement établies. On s'accorde pour dire que les concentrations de références des contaminants organiques du premier groupe peuvent être déterminées dans les sédiments fins superficiels des zones éloignées des sources de la contamination ou dans les horizons profonds d'un dépôt sédimentaire ancien. Pour le second groupe, en général on reconnaît la limite de détection d'une méthode analytique comme un niveau traduisant une très faible influence anthropique. Les concentrations ainsi établies pour les deux groupes peuvent être considérées comme références des zones "vierges" c'est-à-dire les zones indemnes de contamination et représentatives de la période préindustrielle ou les zones faiblement contaminées. Cette approche a déjà été adoptée pour fixer les concentrations de références des HAP et des CB dans les sédiments d'autres régions océaniques.

Dans notre zone d'étude, seule la carotte de la baie de Nice a fait l'objet d'une étude géochronologique (voir le commentaire dans le paragraphe 3.2). On ne peut cependant exclure une influence anthropique dans les strates les plus profondes de cette carotte. Il semble que les carottes 95-19 et 95-21 atteignent également un dépôt sédimentaire représentatif d'une contamination faible ou nulle par les composés organiques. On utilisera les concentrations des horizons les plus profonds de ces trois carottes pour choisir les niveaux de références pour les composés organiques. Toutefois, il convient de préciser que les niveaux choisis ne sont pas généralisables et qu'ils ne s'appliquent qu'à cette étude.

Dans le tableau 5 les concentrations de fluoranthène, de CB138, de 4,4'-DDT et de 4,4'-DDD dans les horizons les plus profonds des trois carottes étudiées, sont regroupées avec les concentrations de ces composés déterminées dans un sédiment superficiel collecté à 2700 m de profondeur en Méditerranée, dans des sédiments déposés entre 1840 et 1880 également en Méditerranée et dans

des sédiments superficiels de la Mer de Barents et de l'Océan Arctique. Il ressort de cette comparaison que les faibles concentrations des composés organochlorés, à savoir inférieures à **0.1 µg/kg** pour le CB138 et pour les 4,4'-DDT et 4,4'-DDD, enregistrées dans les trois carottes, peuvent être représentatives d'un dépôt sédimentaire relativement ancien. Cependant, en prenant en compte d'autres données dans la littérature scientifique et le fait que les apports des chlorobiphényles ont un caractère global en milieu marin, le niveau inférieur à **0.5 µg/kg en CB138** dans les sédiments côtiers superficiels en Méditerranée, semble toute de même traduire une faible contamination par les PCB. Il s'avère plus délicat d'établir une valeur limite pour le DDT et les produits de sa dégradation car leurs concentrations peuvent varier en fonction de leurs transformations *in situ*. On remarque toutefois pour ces composés que les concentrations de 0.1 µg/kg dans les horizons profonds se situent au niveau de la limite de détection de la méthode utilisée.

Finalement, on note que les concentrations de fluoranthène entre 5 et 20 µg/kg restent encore de 5 à 10 fois plus importantes que les concentrations minimales données pour les sédiments superficiels de la Mer de Barents et de l'Océan Arctique. Il est possible que ces niveaux du fluoranthène représentent un fond géochimique des HAP présents dans les sédiments côtiers de la Méditerranée. Dans ce cas, on utilisera une concentration de **10 µg/kg du fluoranthène** comme indication d'une faible contamination par les HAP pyrolytiques.

Site	Echantillon	CB138 (µg/kg)	4,4'-DDT (µg/kg)	4,4'-DDD/E (µg/kg)	Fluoranthène (µg/kg)	Référence
Méditerranée	Carotte sed. fond (94 - 40)	< 0.1	0.1 - 0.4	0.3	19	cette étude
Méditerranée	Carotte sed. fond (95 - 19)	0.1	< 0.1	< 0.1	9 - 20	cette étude
Méditerranée	Carotte sed. fond (95 - 21)	< 0.1	0.1	< 0.1	5	cette étude
Méditerranée / Bassin profond Ouest	Sédiment superfic. à 2700 m.	0.30	0.10	1.20	-	Tolosa <i>et al.</i> 1995
Méditerranée / pro-delta du Rhône	Carotte sed. fond.	< 0.05	< 0.01	0.20	-	Tolosa <i>et al.</i> 1995
Mer de Barents	Sédiments superficiels	0.03 - 0.14	-	0.05 - 0.29	< 1	OSPAR/ CIEM 1996
Océan Arctique / Islande	Sédiments superficiels	0.02 - 0.06	-	0.04 - 0.11	2	OSPAR/ CIEM 1996

Tableau 5 : Comparaison des concentrations (µg par kg de poids sec de sédiments) de trois des carottes analysées avec quelques concentrations de références. "carotte sed. fond" indique l'horizon le plus profond d'une carotte de sédiment. "<" indique la limite de détection de la méthode.

4.1.3. Evolution verticale des concentrations des contaminants organiques

Sur les figures 5 et 6 sont présentés les profils verticaux des concentrations de fluoranthène, de CB138, de 4,4'-DDT et de 4,4'-DDD en fonction de la profondeur dans les quatre carottes (95-19, 95-21, 94-40 et 95-09A). On examinera d'abord les deux carottes 95-19 et 95-21 dont la stratification semble être la mieux préservée (figure 5). Les concentrations des composés organiques dans les couches plus profondes et à la surface sont respectivement du même ordre de grandeur dans ces deux carottes. Les concentrations de 9 et 5 µg/kg du fluoranthène, enregistrées dans les niveaux du fond, sont les plus faibles de l'ensemble des résultats. A la surface des deux carottes elles atteignent 92 et 72 µg/kg, signalant des apports anthropiques significatifs d'HAP. L'allure des profils du fluoranthène suggère des apports continuellement croissants d'HAP (à l'exception d'un niveau à la surface de la carotte 95-21). Sur la station 95-19 cette distribution du fluoranthène est semblable à celle du carbone organique, montrant également une augmentation des niveaux dans l'horizon du fond entre 30 et 31 centimètres.

Le CB138 présente deux profils différents dans les deux carottes. Sur la station 95-19, au large du Rhône, entre 29 et 13 cm, on observe une concentration peu variable d'une moyenne de 0.63 µg/kg. Ensuite, on note pour cinq horizons successifs, une augmentation régulière (de 0.22 µg/kg par cm; $R^2 = 1.00$; $n = 5$) jusqu'au maximum de 2.6 µg/kg sur l'horizon de 5 à 4 cm. Puis, une diminution progressive s'amorce, pour atteindre à la surface une concentration de 1.2 µg/kg de CB138, traduisant vraisemblablement une diminution de la contamination par les PCB. A la station 95-21 le profil de CB138 montre sur la moitié de sa longueur, entre le fond à 34 cm et l'horizon de 15 à 14 cm, un niveau constant inférieur à 0.1 µg/kg (limite analytique). Ensuite, les concentrations croissent continuellement jusqu'au niveau de 2.5 µg/kg de CB 138 à la surface. Si ce profil indiquait que dans le Golfe d'Aigues-Mortes les charges en PCB augmentent toujours, cette observation serait en contradiction avec la nette diminution remarquée sur la carotte 95-19 en pro-delta du Rhône. Ce profil pourrait par contre signaler un régime sédimentaire distinct, par exemple marqué par une forte érosion des sédiments récents. Ceci paraît également cohérent à la lecture des profils d'autres composés organiques. Par ailleurs, en comparaison avec le profil du fluoranthène il semble que dans le Golfe d'Aigues-Mortes les apports anthropiques des HAP soient plus anciens que ceux des PCB.

Les dispositions du 4,4'-DDT dans les deux carottes présentent des niveaux faibles sur toute leur longueur. Les concentrations croissent vers la surface, entre < 0.1 et environ 1 µg/kg dans la carotte 95-19 (à l'exception du pic à la surface) et jusqu'à une profondeur d'environ 9 cm dans la carotte 95-21. Là, dans les niveaux plus superficiels les concentrations varient entre 0.8 et 1 µg/kg. Ces profils mettent en évidence l'existence d'apports faibles mais toujours actuels de DDT en Méditerranée. Le DDD, produit de la dégradation du DDT dans des conditions d'anoxie, révèle également dans les deux carottes une évolution temporelle marquée par des concentrations graduellement croissantes jusqu'aux horizons de 4 à 5 cm. Comme pour le CB138, une amorce de la diminution des concentrations du 4,4'-DDD est nettement visible sur la carotte 95-19 située au large du Rhône. La mise en évidence dans les deux carottes des apports actuels de DDT et des produits de sa dégradation (DDD et DDE) indiquerait la persistance dans les sols, depuis au moins une vingtaine d'années, d'une quantité significative de ces composés. En effet, une étude récente d'évaluation des flux de contaminants du Rhône à la Méditerranée (IFREMER, 1996) confirme que ces apports en 4,4'-DDT et en 4,4'-DDD particuliers exportés par le fleuve sont actuellement de l'ordre de 70 kg/an pour chacun de ces composés.

La carotte 94-40, prélevée dans la baie de Nice, est la seule datée. Les résultats de l'étude géochronologique indiquent que les sédiments superficiels sont fortement perturbés jusqu'à la profondeur de 11 centimètres. La distribution verticale des concentrations des contaminants organiques dans cette colonne sédimentaire corrobore ce constat (figure 6). En effet, sans prendre en compte le premier horizon (celui-ci désigne exceptionnellement une couche de 2 mm de sédiments fraîchement déposés), on constate que dans les 11 premiers centimètres les concentrations du fluoranthène varient autour de 150 µg/kg (± 21 %). Les concentrations de CB138, DDT et DDD se singularisent par la présence des pics de 6.4, 10.7 et 4.4 µg/kg respectivement, apparaissant dans une série de concentrations relativement peu variable. Manifestement, ce registre sédimentaire est fortement mélangé. Dans la strate adjacente (11 à 13 cm) les concentrations chutent pour les quatre composés, traduisant un niveau de la contamination nettement plus faible dans les sédiments déposés il y a environ 45 ans. Les plus faibles concentrations, proches des valeurs de références, sont enregistrées dans les couches du fond. Par ailleurs, on remarque que les concentrations d'environ 3 µg/kg de CB138 dans les sédiments de surface en Baie de Nice qualifient ces sédiments comme sensiblement contaminés par les PCB. Enfin, on relève une concentration nettement plus faible du fluoranthène et plus forte de 4,4'-DDT et de 4,4'-DDD dans la première couche des sédiments non-consolidés. Cette couche superficielle, de deux millimètres d'épaisseur, pourrait être représentative des sols fraîchement érodés et rapidement apportés dans la Baie de Nice (l'échantillonnage a eu lieu juste après des pluies diluviennes et une forte crue du Var et du Paillon). Toutefois, le niveau du fluoranthène dans cet horizon devrait être confirmé.

La carotte 95-09A (figure 6), prélevée au large de l'étang de Bages, se caractérise par des sédiments plus grossiers et seulement quatre horizons (27-28, 25-26, 4-5 et 2-3 cm) montrent un pourcentage de particules fines supérieur à 90%. Si les niveaux des concentrations des composés organochlorés enregistrés à la surface des sédiments indiquent une contamination modérée, les concentrations du fluoranthène entre 130 et 200 µg/kg classent par contre ces sédiments parmi les plus contaminés de la côte du Languedoc-Roussillon. La disposition verticale des concentrations du fluoranthène et des DDT et DDD suggère que cette carotte est également fortement mélangée jusqu'à la profondeur de 17 cm. Les concentrations de CB138 et de 4,4'-DDD remontent dans les horizons profonds entre 22 et 28 cm et le niveau du fluoranthène de 67 µg/kg sur la dernière strate est presque sept fois plus fort que la valeur de référence. Ceci confirme que cette carotte n'atteint pas les couches représentatives de l'époque préindustrielle.

4.2. Répartition géographique dans les sédiments superficiels

De la même manière que pour l'étude des carottes sédimentaires, nous avons choisi quatre composés organiques pour représenter la contamination des sédiments superficiels par les PCB, les HAP et les résidus des pesticides organochlorés. Ce sont le fluoranthène, le congénère CB138 (2,2',3,4,4',5-hexachlorobiphényle), le 4,4'-DDT et le 4,4'-DDE. Ce dernier, étant le produit de la dégradation du DDT dans des conditions aérobies, apparaît plus représentatif pour les sédiments superficiels que son homologue DDD, issu de la dégradation anaérobie. Pour comprendre la répartition géographique de la contamination des sédiments par les composés organiques il faut tenir compte des origines, des modes de transport et des propriétés des sédiments prélevés. Entre autres, on a tenté de définir des zones côtières relativement homogènes géographiquement et de s'affranchir des variations des résultats venant de l'hétérogénéité des sédiments. La couverture spatiale de l'échantillonnage définit la résolution de l'observation menée.

4.2.1. Granulométrie et carbone organique

Ces paramètres contrôlent la capacité de sorption des contaminants organiques par les sédiments. En général, on admet que les sédiments fins et riches en carbone organique ont une plus forte capacité de sorption des contaminants organiques apolaires. La granulométrie détaillée et les concentrations en carbone organique particulaire ont été déterminées pour caractériser les sédiments prélevés (annexe, tableau 2). Les résultats révèlent l'importante hétérogénéité des sédiments prélevés, due à la répartition des sédiments fins dans les zones étudiées.

Afin d'assurer plus de comparabilité entre les divers sites on effectue les analyses sur la même fraction granulométrique et parfois on normalise les concentrations en contaminants par rapport à la teneur en carbone organique des sédiments. Dans la présente étude les analyses ont été effectuées sur la fraction "totale" des sédiments (< 2 mm). Ce choix assure une certaine homogénéité des échantillons mais n'élimine pas entièrement une disparité des résultats d'un site à l'autre due à la granulométrie. Les résultats exprimés en poids sec de sédiment ne sont pas pondérés par rapport au carbone organique (CO). Par ailleurs, on recherche systématiquement pour chaque zone étudiée des relations entre les niveaux des contaminants, la granulométrie et le carbone organique. Cependant, ces relations sont souvent faussées par la présence de sources de contamination telles que les grandes agglomérations urbaines, industrielles et portuaires.

4.2.2. Distinction des zones géographiques

Les résultats seront présentés dans quatre zones côtières distinctes : Provence Côte d'Azur et delta du Rhône (**stations 94-01 à 21 et 94-34 à 53**), Corse (**stations 94-22 à 33A**), Côte du Languedoc-Roussillon dans le Golfe du Lion (**stations 95-01 à 21 sauf 17 et 19**) et les étangs

littoraux (**stations 96-01 à 42**). Ce découpage est légèrement différent de celui utilisé pour les métaux car il inclut le pro-delta du Rhône dans la zone Provence Côte d'Azur. On remarque que cette couverture spatiale des sédiments superficiels et les analyses des contaminants organiques sont les plus complets jamais réalisés sur la façade méditerranéenne en France.

Provence Côte d'Azur et pro-delta du Rhône

Dans cette zone côtière on distingue nettement les sites portuaires et urbains de Marseille, Nice et Toulon (baie du Lazaret), qui sont les plus contaminés par les chlorobiphényles et par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (figure 7). La contamination significative par le DDT et ses produits de dégradation persiste également sur ces côtes. Dans l'ensemble les concentrations ne sont corrélées ni avec la fraction fine ni avec les taux de carbone organique. Ces relations sont fortement perturbées par les apports ponctuels des sites urbains, industriels et portuaires. Cependant, lorsqu'on s'affranchit de ces points, on peut discerner des corrélations positives entre le carbone organique, la fraction fine et les teneurs en contaminants.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Le fluoranthène illustre la répartition de la contamination des sédiments superficiels par les HAP issus de combustion (figure 7). Les sédiments de la rade de Marseille (94-04 : 8200 µg/kg), devant le port de Nice (94-38 : 1220 µg/kg), de la rade de Toulon et de la Baie du Lazaret (94-52 et 53 : 350 et 606 µg/kg) montrent des concentrations en fluoranthène et en HAP égales ou supérieures aux niveaux à partir desquels des effets de toxicité chronique sont potentiellement induits. Les observations du RNO "surveillance des effets biologiques" mettent effectivement en évidence des pics d'induction d'activité enzymatique (EROD) sur ces sites. Les zones adjacentes sont fortement contaminées par les HAP. Les apports du Rhône sont perceptibles sur la station 94-13, près de l'embouchure, où le niveau du fluoranthène (500 µg/kg) est comparable à deux échantillons de la grande rade de Marseille (94-03 et 06) et à une station influencée par l'émissaire de Cortiou (94-02). En pro-delta du Rhône, seules les stations plus au large (94-09) et plus à l'ouest (94-14 à 20) présentent des concentrations un peu plus faibles (presque toutes inférieures à 100 µg/kg). Une relativement bonne corrélation entre le carbone organique, la fraction fine et le fluoranthène ($R^2 = 0.75$ et 0.40 respectivement; $n = 12$) suggère que la répartition des HAP dans cette zone semble être effectivement contrôlée par des particules fines et par leur richesse en carbone organique. Les niveaux du fluoranthène entre Menton (94-34) et la Baie du Lazaret (94-53) sont, à l'exception de trois stations (94-43, 46 et 48), supérieurs à 100 µg/kg. On note également que les concentrations élevées en HAP dans la rade de Toulon et dans la Baie du Lazaret sont associées aux sédiments relativement grossiers, ce qui traduit une forte contamination du site. Toutes les stations étudiées en Provence Côte d'Azur et en pro-delta du Rhône dépassent le niveau de référence de 10 µg/kg du fluoranthène.

Chlorobiphényles : Le CB138 illustre la répartition de la contamination des sédiments superficiels par les PCB (figure 7). Les mêmes zones urbaines et portuaires (Marseille, Nice et la baie du Lazaret) sont contaminées par les PCB et les HAP. Cependant, la contamination par les PCB semble plus associée aux rejets de grandes agglomérations urbaines. Ceci est le mieux révélé par une concentration exceptionnelle de 85 µg/kg de CB138 à la station 94-02 située dans le champ proche de l'émissaire de Cortiou. On relève également des concentrations particulièrement fortes en rade et Baie de Nice (28 et 14 µg/kg de CB138). L'importance des apports et l'étendue de ces rejets restent à évaluer. On note que les apports du Rhône ne parviennent pas à être nettement perçus. En pro-delta, les concentrations de CB138 comprises entre 0.2 et 1.9 µg/kg, à l'exception de la station 94-21 (3.2 µg/kg), traduisent une contamination modérée par les PCB. Un gradient de concentrations décroissantes peut être perçu d'est en ouest dans cette zone. Sur l'ensemble, 95 % des échantillons analysés en Provence Côte d'Azur et en pro-delta du Rhône dépassent le niveau de référence de 0.5 µg/kg pour le CB138.

4,4'-DDT et 4,4'-DDE : La répartition géographique des concentrations de ces composés révèle une contamination distincte par les résidus de pesticides organochlorés et par leurs produits de dégradation. Les sites peuvent être divisés en deux groupes. Le premier est formé des sites proches des rejets urbains de Marseille et de Nice (stations 94-02, 03 et 94-38, 39, 40) qui présentent des concentrations fortes de ces deux composés. En effet, à la station 94-02, le pic de 16 µg/kg de DDE est associé au niveau élevé de DDT (11 µg/kg) et en rade de Nice, une concentration exceptionnellement forte de 115 µg/kg de DDT est associée au fort niveau en DDE (5 µg/kg). Le second groupe est composé des sites proches du delta du Rhône (stations 94-13, 14 et 21), et situés dans les golfes (par exemple le Golfe de Beauduc, station 94-15, le Golfe de Fos, station 94-12, le Golfe de St. Tropez, station 94-47). Sur ces stations on note des concentrations ponctuelles plus élevées surtout pour le 4,4'-DDT, comprises entre 5 et 15 µg/kg, qui seraient une empreinte probable des campagnes de démoustication passées. Une contamination persistante et bien localisée par les résidus de pesticides organochlorés, dont l'usage n'est plus autorisé depuis deux décennies en France, est présente en zone côtière de Provence - Côte d'Azur et en pro-delta du Rhône. Cette contamination est également observée dans le cadre de la surveillance RNO "matière vivante".

Corse

Les sédiments superficiels collectés autour de l'île ont un pourcentage de particules fines (< 63 µm) compris entre 0.84 et 86 %. Dans l'ensemble, la répartition géographique des concentrations des contaminants organiques n'est pas corrélée avec la granulométrie. Cette contamination se trouve confinée en Baie d'Ajaccio et en rade de Bastia. Dans la Baie d'Ajaccio on note des concentrations maximales en **fluoranthène** de 566 µg/kg et en rade de Bastia de 3260 µg/kg. Un autre site contaminé par les HAP en Corse se trouve à l'extérieur du Golfe de Sant'Amanza avec une concentration de 200 µg/kg de fluoranthène. Une contamination relativement faible par les PCB est à relever en Corse. Deux concentrations maximales de 1.7 et 2.2 µg/kg de **CB138** se trouvent en Baie d'Ajaccio et en rade de Bastia respectivement. Une concentration extrême de 360 µg/kg de **4,4'-DDT** a été enregistrée à Bastia. Cette mesure devrait être confirmée par d'autres analyses. Ce pic est accompagné par des concentrations élevées de DDD et de DDE. 93 et 28 % des échantillons analysés dépassent respectivement les niveaux de référence du fluoranthène et du CB138.

Languedoc-Roussillon

Les sédiments de la côte du Languedoc-Roussillon se caractérisent en général par un pourcentage relativement faible de particules fines (compris entre 16 et 97 % pour nos échantillons). C'est à l'est, sur la côte du Languedoc, qu'on trouve davantage de sédiments fins, visiblement en raison des apports du Rhône. Dans l'ensemble, seule la répartition des concentrations en chlorobiphényles peut être expliquée par la répartition des particules fines et les teneurs en carbone organique ($R^2 = 0.64$ et 0.76 pour le CB138; $n = 21$).

Les niveaux du **fluoranthène** sont en général inférieurs à 100 µg/kg à l'exception des stations au large de l'Agly (95-06), de Port-la-Nouvelle (95-08, 09 et 09A) et au large du Grau du Roi (95-18, Golfe d'Aigues-Mortes). Les apports des rivières Tech, Têt et Agly peuvent être également discriminés. Les niveaux de **CB138** sont inférieurs à 1µg/kg sauf sur la zone ouest au large de l'étang de Thau (station 95-13) et à l'est de Sète où les apports rhodaniens peuvent être ressentis. 100 et 77 % des échantillons analysés dépassent respectivement les niveaux de référence du fluoranthène et du CB138. La présence du **4,4'-DDT** est marquée par un seul pic de 15.6 µg/kg à la station 95-18 située dans le Golfe d'Aigues-Mortes. Sur les stations adjacentes (95-16 et 17) et plus à l'ouest au large de l'étang de Thau (95-14 et 13) on note quelques concentrations en DDT supérieures à 2 µg/kg. Ensuite, les stations 95-10 (Narbonne-Plage) et au large de Port-la-Nouvelle (95-09) affichent également des niveaux supérieurs à 2 µg/kg. Le **4,4'-DDE** montre une distribution tri-modale avec des concentrations plus fortes, comprises entre 1.3 et 2.3 µg/kg, au large du Tech

(95-02 et 01), au large de Port-la-Nouvelle (95-08, 09, 09A) et au large du Golfe d'Aigues-Mortes (95-21, 19 et 18).

Étangs littoraux

Aux étangs méditerranéens est souvent associée une image de patrimoine écologique à conserver. Certains d'entre eux sont ou pourraient être prochainement classés parcs naturels régionaux. Ces étangs méditerranéens constituent un milieu lagunaire particulier. Ce sont des domaines quasi-fermés où les apports et les échanges hydriques sont limités ou contrôlés. Ces milieux lagunaires se caractérisent par une faible inertie et une forte variabilité des systèmes du fait de leur grande superficie mais faible masse d'eau. Les dépôts sédimentaires des étangs, à tendance sableuse, sont souvent répartis de façon inégale. Sur notre série d'échantillons le taux des sédiments fins est compris entre 2.3 et 98 %. Dans l'ensemble, les concentrations des contaminants organiques ne sont pas corrélées avec le pourcentage des sédiments fins, indiquant des sources spécifiques de contamination.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : La répartition géographique des concentrations du fluoranthène dans les sédiments superficiels révèle clairement la distribution de la contamination par les HAP dans les étangs (figure 7). Les sédiments des étangs de Bages-Sigean (sauf à la station 96-10, la plus au nord, près de Narbonne), de l'Ayrolle, de Lapalme, du Vaccarès, de l'Impérial, de Leucate et de Canet affichent des concentrations en fluoranthène inférieures à 100 µg/kg. La répartition des HAP dans ces étangs peut être rapprochée du pourcentage de particules fines ($R^2 = 0.45$; $n = 21$). La plus forte concentration de 1830 µg/kg a été déterminée à la station 96-01, située dans la partie est de l'étang de Thau. Ensuite, on décèle dans cet étang un gradient d'est en ouest où les concentrations du fluoranthène sont comprises entre 147 et 430 µg/kg. Ces niveaux du fluoranthène dans les sédiments de l'étang de Thau, pour un taux de particules fines inférieur à 50%, indiquent que l'ensemble de l'étang est contaminé par les HAP. D'autres étangs sont contaminés par les HAP à des niveaux comparables : étangs de Pérols (de 360 à 453 µg/kg de fluoranthène), de l'Arnel (187 µg/kg), du Prévost (107 à 507 µg/kg), de Vic (213 µg/kg), de Manguio (73 à 375 µg/kg), de Gruissan (117 µg/kg) ainsi que le Rhône de Saint Roman (141 µg/kg). Cette dernière station présente un taux de particules fines extrêmement faible (2.3%), ce qui suggère l'existence d'une contamination importante par les HAP.

Chlorobiphényles : Il apparaît que les sédiments des mêmes étangs méditerranéens sont contaminés autant par les PCB que par les HAP. En effet, une corrélation significative est observée entre les niveaux de CB138 et les niveaux des HAP ($R^2 \geq 0.77$; $n = 42$). Les étangs plus fortement contaminés par les PCB sont ceux de Thau (avec une contamination toutefois limitée à l'est de l'étang, stations 96-01 et 02; 13.6 et 2.2 µg/kg de CB138), de l'Arnel et du Prévost (1.8 à 7 µg/kg de CB138), de Pérols (2.6 et 2.7 µg/kg de CB138). L'étang de Manguio est faiblement contaminé, le CB138 y étant inférieur à 2 µg/kg. Tous les autres étangs affichent des niveaux inférieurs à 1 µg/kg.

4,4'-DDT et 4,4'-DDE : Ces composés présentent une répartition singulière. Des niveaux relativement forts de 4,4'-DDT sont identifiés seulement sur quelques stations. Par exemple, dans l'étang du Vaccarès on trouve sur une seule station (96-21) un pic de 35 µg/kg du DDT. D'autres stations présentent de fortes concentrations en DDT : 96-01 dans l'étang de Thau (12.6 µg/kg), 96-06 dans l'étang de Pérols (5 µg/kg), 96-08 dans l'étang de l'Arnel (7 µg/kg), 96-10 dans l'étang de Bages-Sigean (8.1 µg/kg) et 96-32 dans l'étang de Canet (6.6 µg/kg). Cette contamination par le 4,4'-DDT, bien localisée sur des stations individuelles, est également présente sur ces mêmes stations pour les produits de dégradation : le 4,4'-DDE et le 4,4'-DDD. Cependant, on peut remarquer que, mis à part l'étang du Vaccarès où la contamination reste localisée, l'étendue spatiale de la contamination par le DDE est nettement plus grande que celle de la contamination par le DDT.

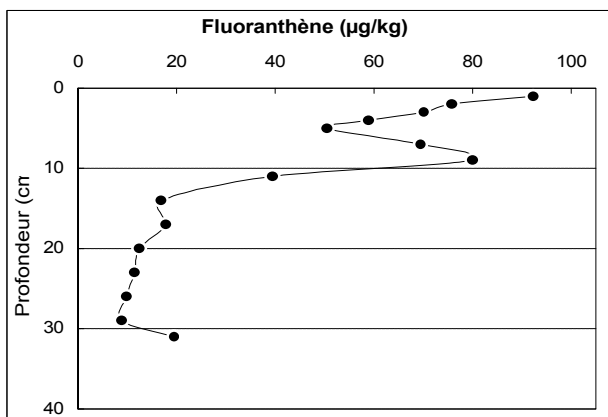
4.3. Conclusion pour les contaminants organiques

Les résultats de l'étude d'**évolution verticale** des contaminants organiques dans quelques carottes sédimentaires ont permis d'établir les concentrations de références du fluoranthène et du CB138 (2,2',3,4,4',5-hexachlorobiphényle). Il apparaît que pratiquement la totalité des sédiments superficiels analysés dépassent les niveaux de références de 10 µg/kg du fluoranthène. Ceci révèle une contamination généralisée des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en Méditerranée. Respectivement, 98 %, 28 %, 77 % et 40 % des sédiments superficiels analysés en Provence Côte d'Azur, Corse, Languedoc-Roussillon et dans les étangs littoraux, dépassent la référence de 0.5 µg/kg de CB138. Ceci indique une contamination par les PCB répartie de façon plus inégale sur les côtes. La distribution verticale de concentrations en contaminants organiques dans les carottes sédimentaires montrent également une augmentation significative des niveaux de ces contaminants due aux apports anthropiques dans les horizons superficiels par rapport aux strates plus profondes. Cette étude de tendances temporelles de la contamination sera complétée ultérieurement par la datation des sédiments.

Les résultats de l'étude de la **répartition géographique** des concentrations des contaminants organiques dans les sédiments superficiels côtiers de la mer Méditerranée en France révèlent des sites fortement contaminés. Ces sites peuvent être mis en rapport avec les sources de contamination telles que les zones urbaines, industrielles et portuaires importantes présentes sur le littoral. D'une manière générale, la répartition géographique de la contamination par les composés organiques dans les sédiments de surface ne change pas si on normalise les résultats par rapport à la granulométrie ou au carbone organique des sédiments.

Sur la façade côtière de **Provence-Côte d'Azur** deux zones fortement contaminées par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et par les polychlorobiphényles (PCB) sont ainsi identifiées : la rade de Marseille, incluant l'émissaire de Cortiou, et la Baie de Nice. On relève également sur des sédiments relativement grossiers, des niveaux élevés pour ces contaminants dans la baie du Lazaret. Un gradient de concentrations décroissantes des PCB peut être décelé vers l'ouest, dans la zone du pro-delta du Rhône et sur la côte du Languedoc-Roussillon. Les **apports du Rhône** en HAP sont perceptibles près de l'embouchure. Une contamination distincte et bien localisée, par les résidus de DDT et par les produits de sa dégradation (DDE et DDD) en franges côtières de Provence-Côte d'Azur et du pro-delta du Rhône a été mise en évidence. Les golfes des Saintes-Maries, de Fos, de Saint-Tropez, de la Napoule et les sédiments les plus proches du Rhône montrent une contamination par le DDT, qui serait une empreinte probable des campagnes de démoustication passées. Une contamination extrêmement forte des sédiments de la baie de Nice par le DDT serait à confirmer. Par ailleurs, les émissaires urbains (ex. Cortiou) contribuent à la contamination par le DDT et les DDE/DDD en Provence-Côte d'Azur. **En Corse**, seuls les sédiments de la baie d'Ajaccio et devant Bastia présentent une forte contamination par les HAP, le DDT et les DDE/DDD. Les niveaux exceptionnels d'HAP et de 4,4'-DDT enregistrés sur les sédiments grossiers devant Bastia doivent faire l'objet d'une confirmation. La zone côtière du **Languedoc-Roussillon** ne présente pas de symptômes de forte contamination. Toutefois, une contamination assez isolée par les HAP se manifeste au large de Port-la-Nouvelle et par le 4,4'-DDT dans le Golfe d'Aigues-Mortes. Les mêmes **étangs littoraux** présentent une contamination relativement forte par les HAP, PCB et les résidus des pesticides organochlorés. L'étang de Thau et les quatre étangs Palavasiens (Pérols, Arnel, Vic et Prévost) sont plus fortement contaminés par les HAP et par les PCB. L'étang de Mauguio montre une contamination évidente par les HAP et plus localement par les PCB. La contamination de l'étang de Bages-Sigean n'est apparente qu'à son extrémité nord. Si d'autres étangs ne semblent pas être atteints par les HAP et les PCB, on note toutefois des points isolés de forte contamination par le 4,4'-DDT dans l'étang du Vaccarès et par le 4,4'-DDE dans l'étang de Canet.

95 - 19 Pro-delta du Rhône



95 - 21 Golfe d'Aigues-Mortes

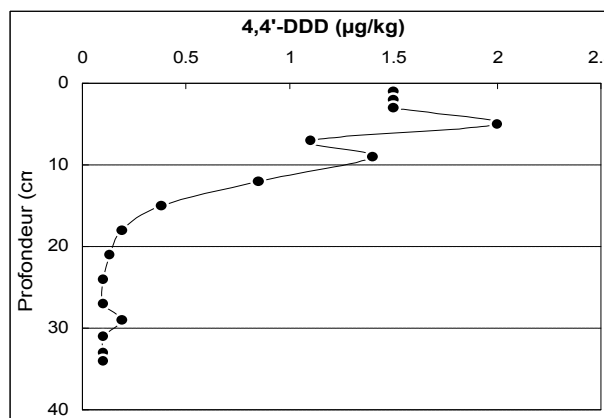
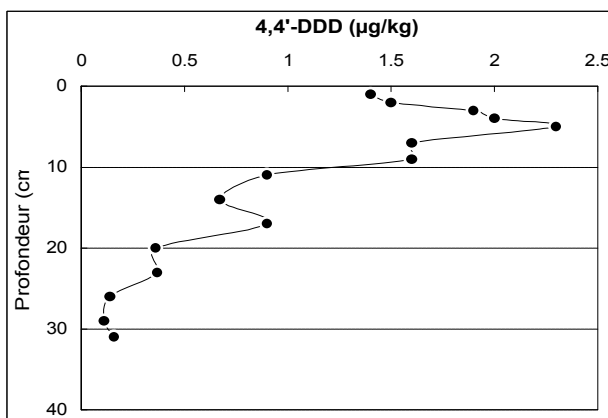
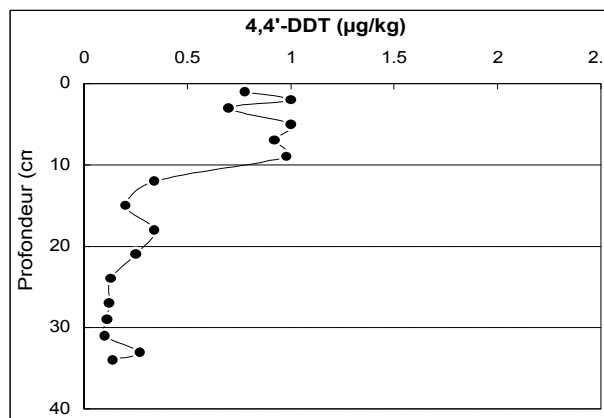
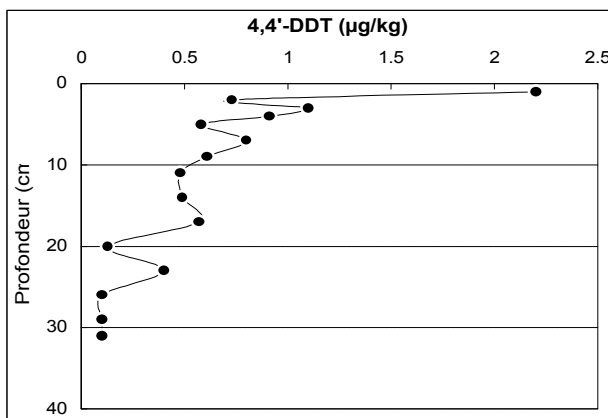
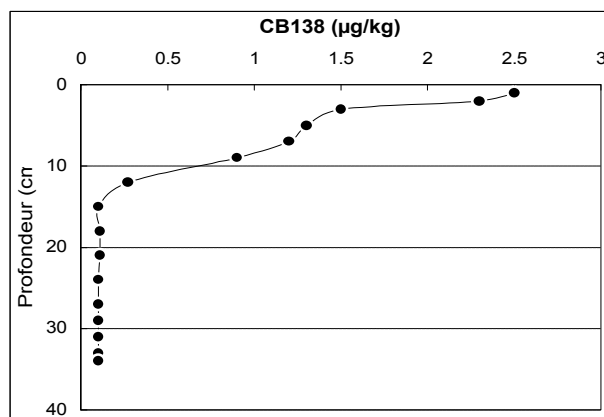
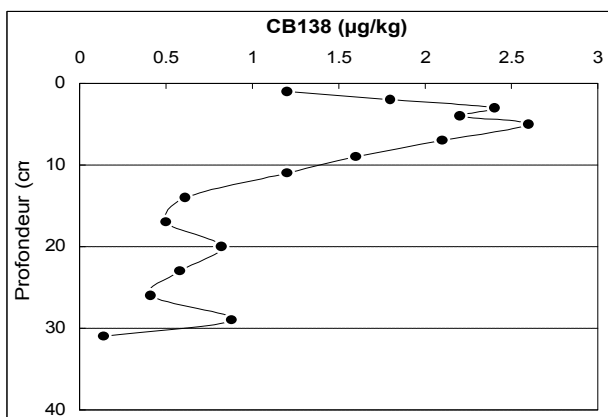
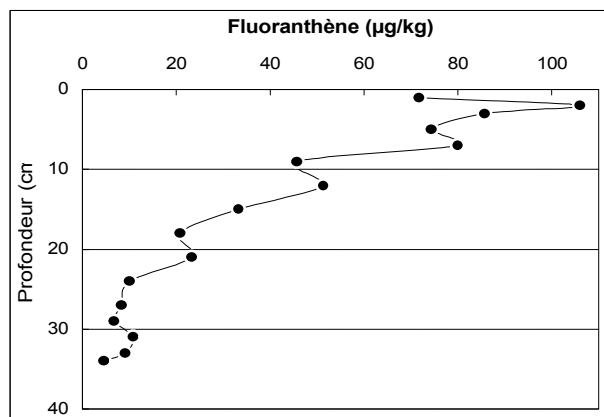


Figure 5 : Profils des concentrations de quatre contaminants organiques dans les carottes 95-19 et 95-21 en fonction des profondeurs.

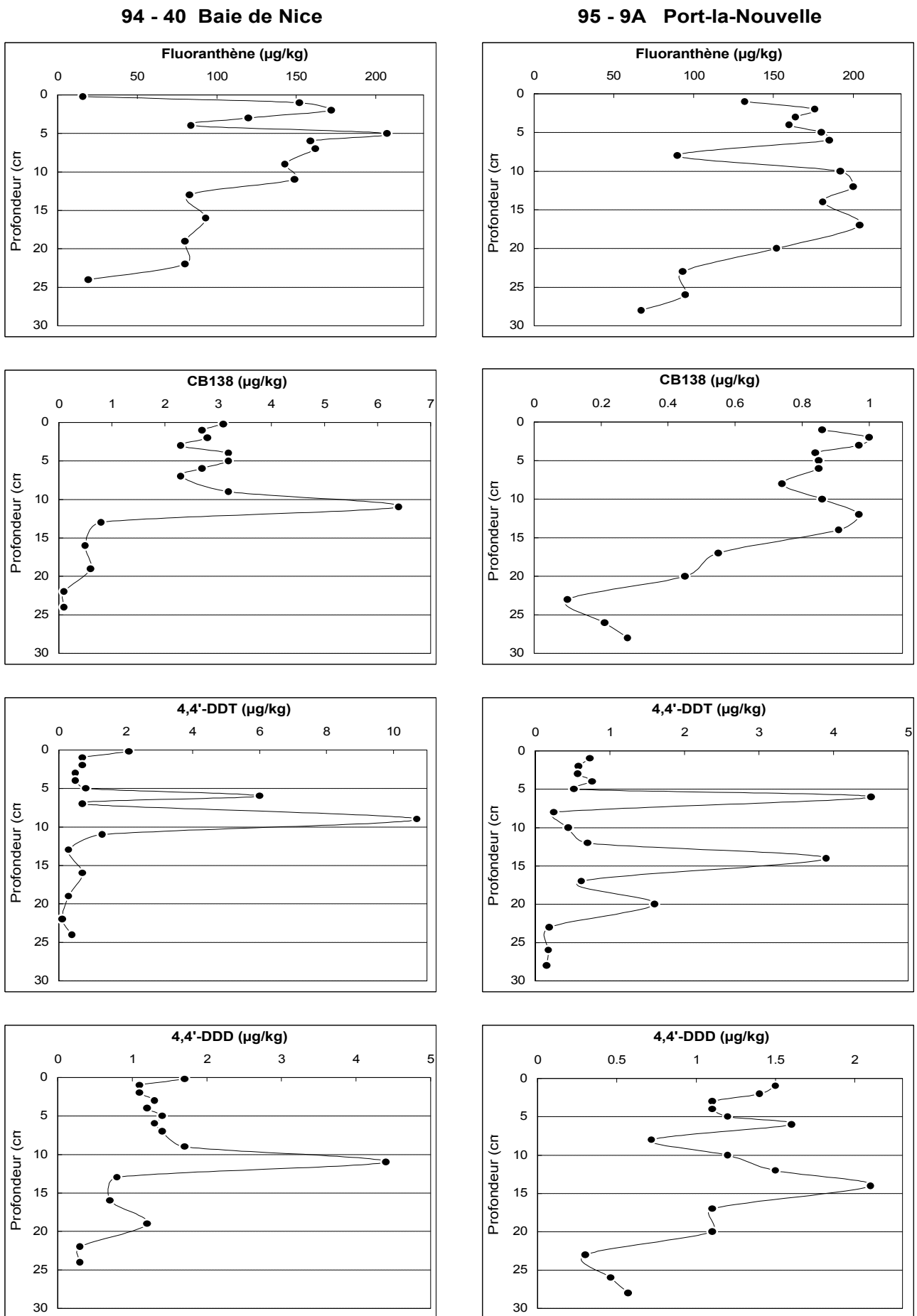


Figure 6 : Profils des concentrations de quatre contaminants organiques dans les carottes 94-40 et 95-9A en fonction des profondeurs. Les échelles en abscisse sont différentes pour mettre en évidence les profils verticaux.

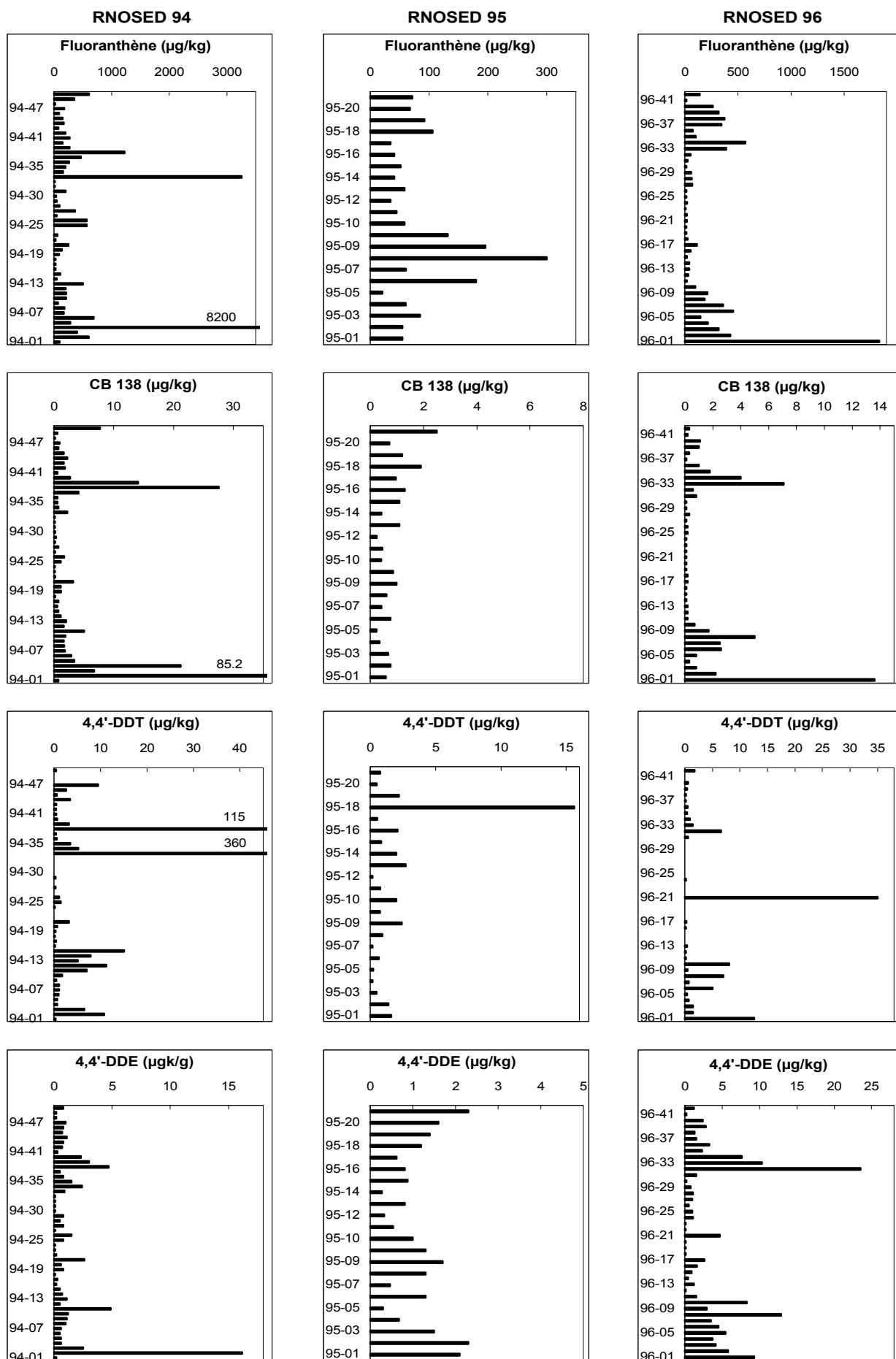
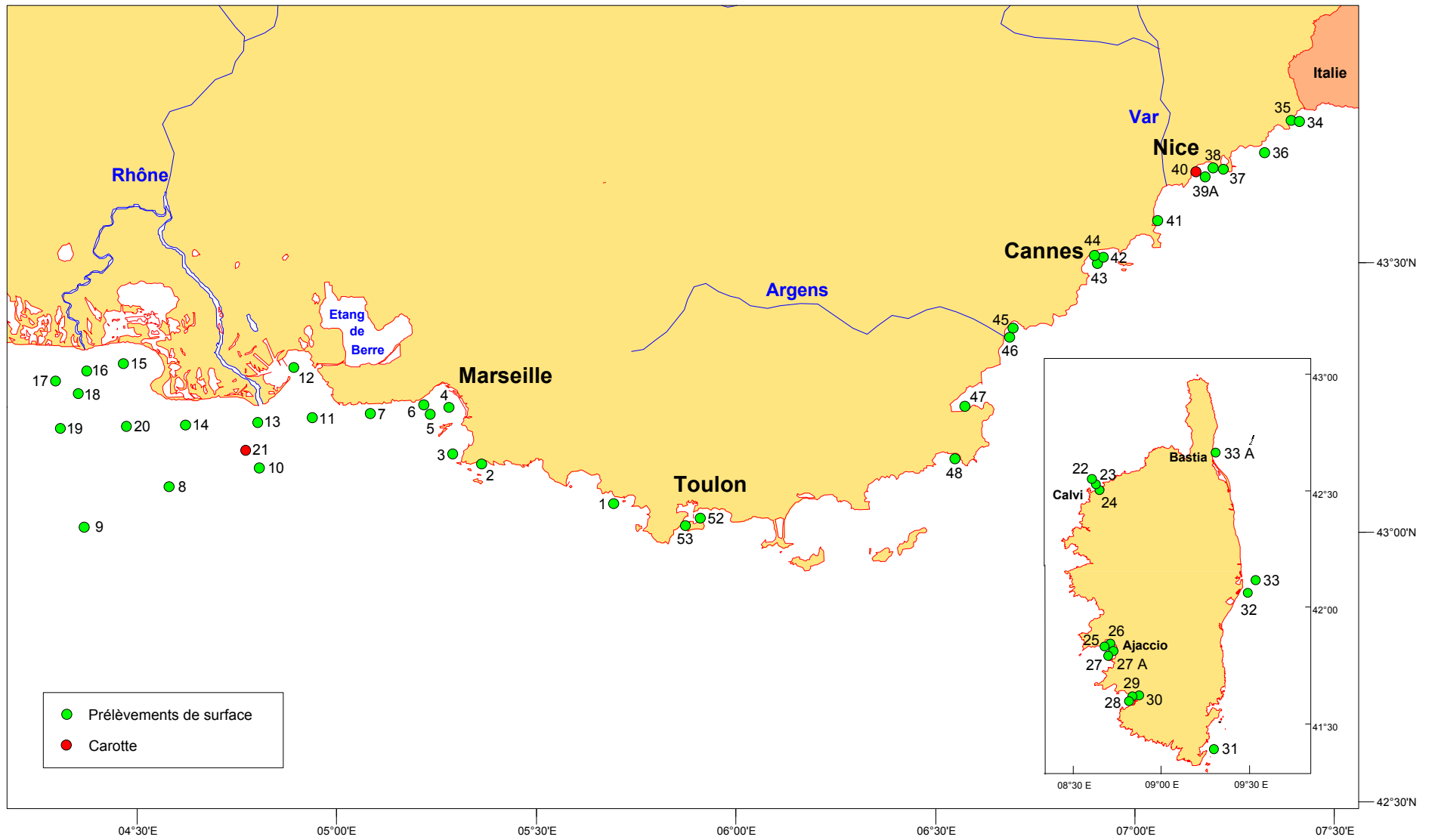


Figure 7 : Répartition géographique des concentrations des contaminants organiques. Ordonnée : numéros des stations. RNOSED94 : Pro-delta du Rhône, Côte d'Azur et Corse. RNOSED95 : Languedoc-Roussillon. RNOSED96 : Etang littoraux.



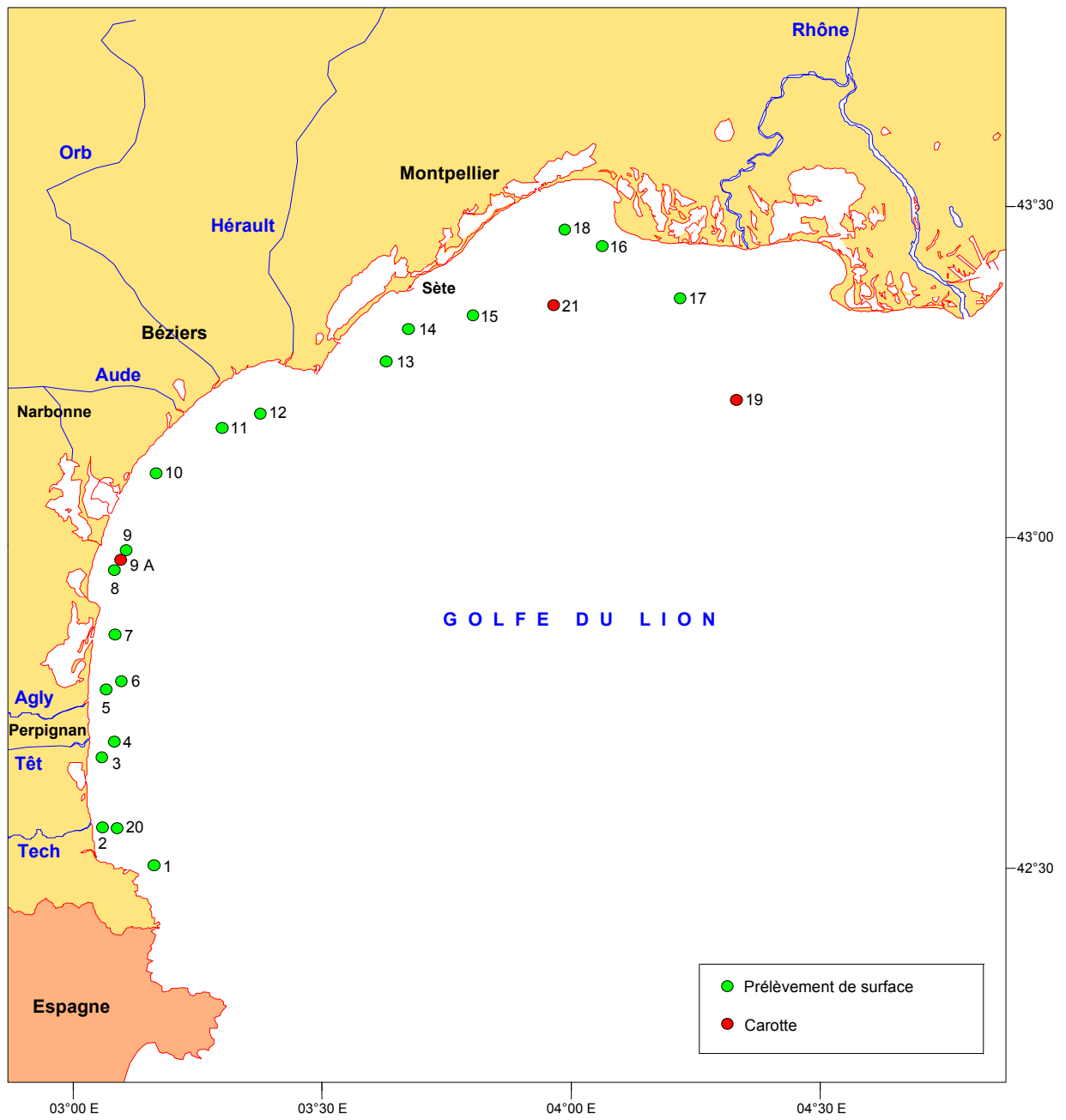


Figure 9 : Situation des points de prélèvement (campagne RNOSED95).

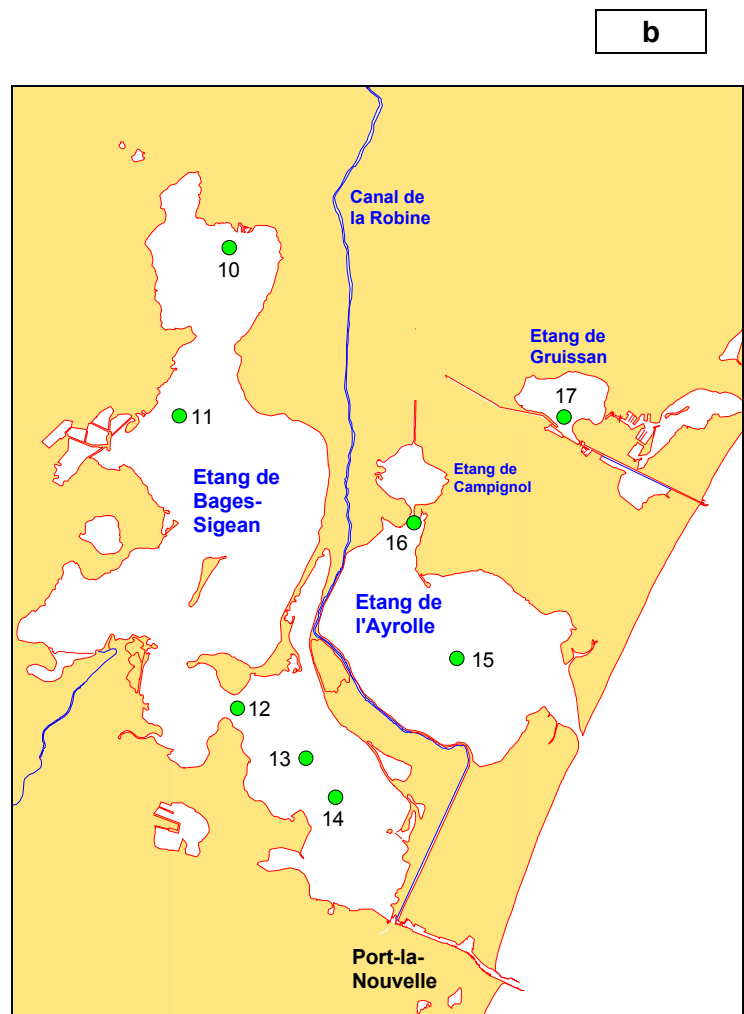
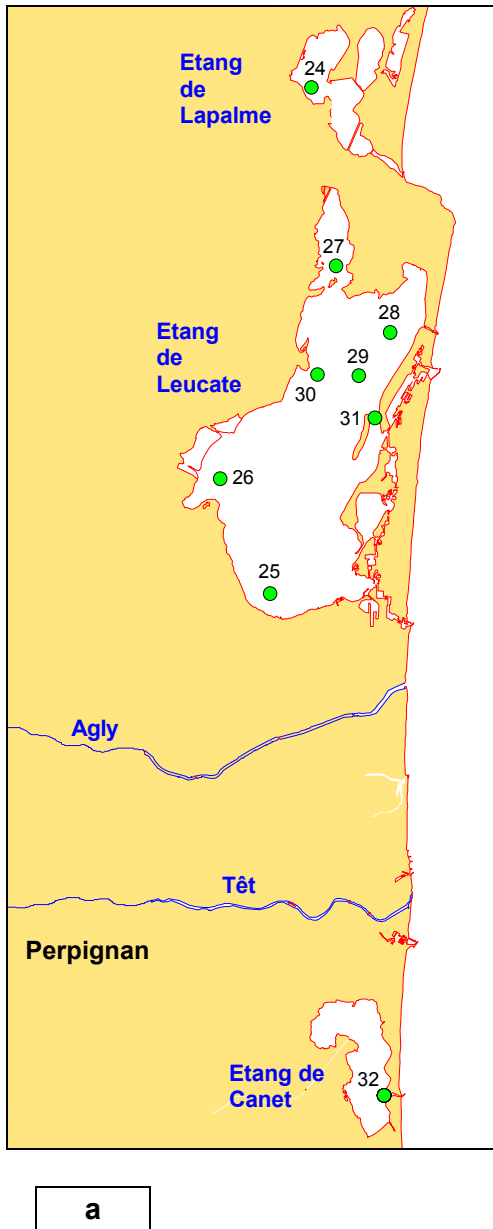


Figure 10 : Situation des points de prélèvement (campagne RNOSED96). (a) : Etangs du Canet, de Leucate et de Lapalme. (b) : Etangs de Bages-Sigean, de L'Ayrolle et de Gruissan.

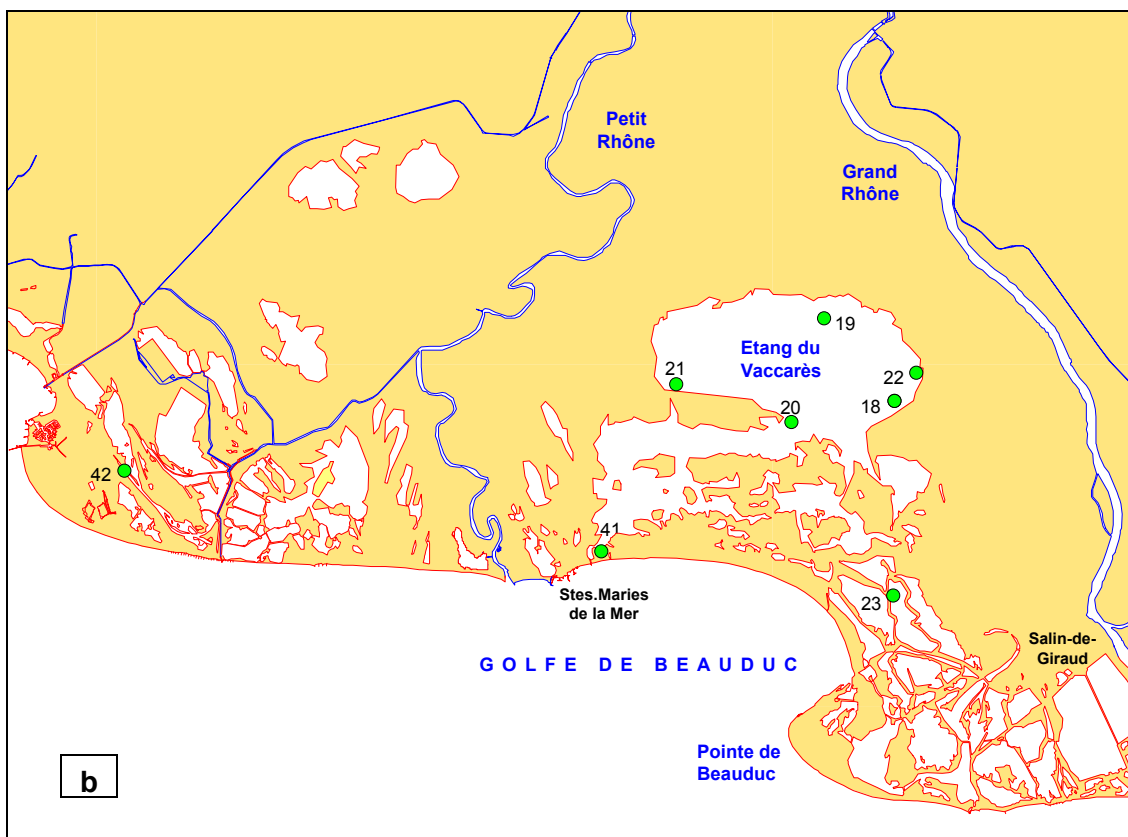
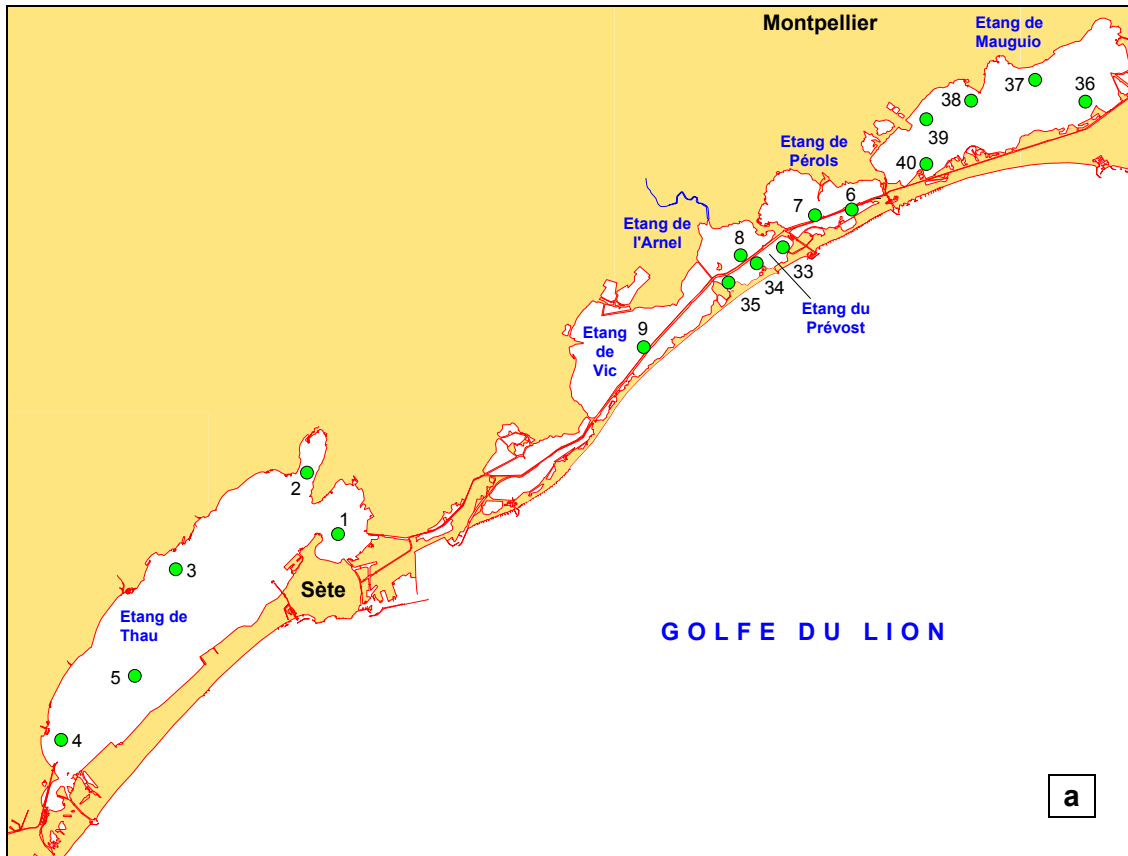


Figure 11 : Situation des points de prélèvement (campagne RNOSED96). **(a)** : Etang de Thau, étangs Palavasiens et de Carnon. **(b)** : Etangs de Camargue.

ANNEXE

Tableau 1 : Correspondance entre les stations des trois campagnes et les points RNO sédiment dans la base quadrige. Les stations correspondant à des carottes sont en gras sur fond grisé.

N° de la station dans le texte	Nom du point	Site	Point RNO
94-01	Bandol 1	Marseille et calanques	39098501
94-02	Cortiou - émissaire	Marseille et calanques	39097501
94-03	Baie de Marseille 8	Marseille et calanques	39096508
94-04	Baie de Marseille 2	Marseille et calanques	39096502
94-05	Baie de Marseille 5	Marseille et calanques	39096505
94-06	Baie de Marseille 4	Marseille et calanques	39096504
94-07	Fos Côte Bleue 64	Marseille et calanques	39096564
94-08	Petit Rhône 12	Delta du Rhône et Fos	38093512
94-09	Petit Rhône 11	Delta du Rhône et Fos	38093511
94-10	Fos 63 - RNOSED94	Delta du Rhône et Fos	38094563
94-11	Fos 62 - RNOSED94	Delta du Rhône et Fos	38094562
94-12	Fos rade VTC 1	Delta du Rhône et Fos	38094546
94-13	Fos 61 - RNOSED94	Delta du Rhône et Fos	38094561
94-14	Petit Rhône 13	Delta du Rhône et Fos	38093513
94-15	Petit Rhône 10	Delta du Rhône et Fos	38093510
94-16	Petit Rhône 2	Delta du Rhône et Fos	38093502
94-17	Petit Rhône 5	Delta du Rhône et Fos	38093505
94-18	Petit Rhône 4	Delta du Rhône et Fos	38093504
94-19	Petit Rhône 15	Delta du Rhône et Fos	38093515
94-20	Petit Rhône 14	Delta du Rhône et Fos	38093514
94-21	Fos 64 - RNOSED94	Delta du Rhône et Fos	38094564
94-22	Calvi 1	Corse Ouest	42118501
94-23	Calvi 2	Corse Ouest	42118502
94-24	Calvi 3	Corse Ouest	42118503
94-25	Ajaccio 47 - RNOSED94	Corse Ouest	42117547
94-26	Ajaccio 46 - RNOSED94	Corse Ouest	42117546
94-27	Capitainerie 25	Corse Ouest	42117542
94-27A	Ajaccio 43 - RNOSED94	Corse Ouest	42117543
94-28	Propriano 31	Corse Ouest	42117531
94-29	Propriano 32	Corse Ouest	42117532
94-30	Propriano 33	Corse Ouest	42117533
94-31	Sant'Amanza 1	Corse Est	43116501
94-32	Face Tavignano 1	Corse Est	43113501
94-33	Face étang de Diana 1	Corse Est	43113502
94-33A	Bastia 1	Corse Est	43111501
94-34	Menton	Cannes à Menton	41110509
94-35	Menton/wsu 30	Cannes à Menton	41110517
94-36	Cap d'Ail	Cannes à Menton	41110507
94-37	Villefranche 3	Cannes à Menton	41109502
94-38	Devant port de Nice	Cannes à Menton	41109521
94-39A	Baie de Nice 1	Cannes à Menton	41109522
94-40	Baie de Nice 2	Cannes à Menton	41109523
94-41	Antibes	Cannes à Menton	41109515
94-42	Cannes 1	Cannes à Menton	41108521
94-43	Cannes 2	Cannes à Menton	41108525
94-44	Cannes - La Bocca	Cannes à Menton	41108524
94-45	Argens 19	Toulon à Saint-Raphaël	40106519
94-46	Argens 8	Toulon à Saint-Raphaël	40106508
94-47	St Tropez 1	Toulon à Saint-Raphaël	40105501
94-48	Baie de Cavalaire 1	Toulon à Saint-Raphaël	40104501
94-52	Toulon grande rade 1	Toulon à Saint-Raphaël	40100509
94-53	Baie du Lazaret 1	Toulon à Saint-Raphaël	40100510

Tableau 1 : suite

95-01	Port-Vendres 1	Roussillon	36080501
95-02	Tech - Têt - Agly 1	Roussillon	36081501
95-03	Tech - Têt - Agly 3	Roussillon	36081503
95-04	Large Têt	Roussillon	36081526
95-05	Tech - Têt - Agly 7	Roussillon	36081507
95-06	Tech - Têt - Agly 8	Roussillon	36081508
95-07	Large Grau de Leucate	Roussillon	36081525
95-08	Large Port-la-Nouvelle 3	Roussillon	36081524
95-09	Large Port-la-Nouvelle 1	Roussillon	36081522
95-09A	Large Port-la-Nouvelle 2	Roussillon	36081523
95-10	Narbonne-Plage	Roussillon	36081521
95-11	Aude - Orb - Hérault 5	Roussillon	36081515
95-12	Orb - Hérault 11	Roussillon	36081519
95-13	Large étang de Thau	Languedoc	37088506
95-14	Large Sète	Languedoc	37088505
95-15	Large Frontignan	Languedoc	37088504
95-16	Pointe de L'Espiguette	Languedoc	37088502
95-17	Petit Rhône 17	Delta du Rhône et Fos	38093517
95-18	Le Grau du Roi 1	Languedoc	37088501
95-19	Large Petit Rhône	Delta du Rhône et Fos	38093516
95-20	Large Tech	Roussillon	36081527
95-21	Golfe d'Aigues Mortes 1	Languedoc	37088503
96-01	Thau 6 - sédiment	Languedoc	37087506
96-02	Thau - Crique de l'Angle	Languedoc	37087508
96-03	Thau - Face Mèze	Languedoc	37087509
96-04	Thau - Marseillan	Languedoc	37087511
96-05	Thau - Face la Fadèze	Languedoc	37087510
96-06	Etang de Pérols Est	Languedoc	37089501
96-07	Etang de Pérols Centre	Languedoc	37089502
96-08	Etang de L'Arnel 1	Languedoc	37089503
96-09	Etang de Vic 1	Languedoc	37089507
96-10	Etang de Bages - La Nautique	Roussillon	36085504
96-11	Etang de Bages - Sud Bages	Roussillon	36085505
96-12	Etang de Bages - Ile de L'Aute	Roussillon	36085506
96-13	Etang de Bages - S.E. Port-Mahon	Roussillon	36085507
96-14	Etang de Bages - Sud	Roussillon	36085508
96-15	Etang de l'Ayrolle 1	Roussillon	36086501
96-16	Etang de l'Ayrolle - devant Campagnol	Roussillon	36086502
96-17	Etang de Gruissan	Roussillon	36086503
96-18	Vaccarès - Sortie Fumemorte	Delta du Rhône et Fos	38092501
96-19	Vaccarès - Sud	Delta du Rhône et Fos	38092503
96-20	Vaccarès - Mornes	Delta du Rhône et Fos	38092504
96-21	Vaccarès - Ouest	Delta du Rhône et Fos	38092505
96-22	Vaccarès - La Capelière	Delta du Rhône et Fos	38092502
96-23	Etang du Fangassier	Delta du Rhône et Fos	38092506
96-24	Etang de Lapalme	Roussillon	36084501
96-25	Leucate 8	Roussillon	36083516
96-26	Leucate 9 - Anse de la Roquette	Roussillon	36083517
96-27	Leucate 11 - Anse du Paurel	Roussillon	36083519
96-28	Leucate 2 - Nord parcs	Roussillon	36083510
96-29	Leucate 3 - Sud parcs	Roussillon	36083511
96-30	Leucate - Pointe de Pedros	Roussillon	36083501
96-31	Leucate - Pointe de la Corrège	Roussillon	36083502
96-32	Etang de Canet - Grau du Canet	Roussillon	36082501
96-33	Etang du Prévost - Est	Languedoc	37089505
96-34	Etang du Prévost - Centre	Languedoc	37089504
96-35	Etang du Prévost - Ouest	Languedoc	37089506
96-36	Etang de Mauguio - Pte du Trianglet	Languedoc	37090501
96-37	Etang de Mauguio - Baie Capoulière	Languedoc	37090502
96-38	Etang de Mauguio - Pointe du Salaison	Languedoc	37090503
96-39	Etang de Mauguio - Est piste aéroport	Languedoc	37090504
96-40	Etang de Mauguio - Cabane de l'Avranche	Languedoc	37090505
96-41	Stes-Maries-de-la-Mer - Etang l'Impérial	Delta du Rhône et Fos	38092507
96-42	Rhône de St Roman	Delta du Rhône et Fos	38091501

Tableau 2 : Résultats bruts obtenus pour les paramètres normalisateurs et les métaux lourds, exprimés par rapport au poids sec (4 pages).

station	Horizon	% < 63 µm	% 63-125 µm	% 125-250 µm	% 250-500 µm	% 0.5-1 mm	% 1-2 mm	% >2mm	carbone organique g/kg	carbo- nates %	Al %	Fe µg/g	Li µg/g	Mn µg/g	Pb µg/g	Hg µg/g	Cd µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g
94-01	H 01	54.5	27.6	10.4	3.7	2.2	1.1	0.5	12.3	29.6	2.24	15900	35	320	26	0.19	0.1	8.3	49
94-02	H 01	54.7	18.7	9.2	5.6	4.4	2.7	4.7	102.0	49.5	2.72	20700	37	188	321	4.9	3.6	208	741
94-03	H 01	21.5	16.2	10.8	13.5	15.6	17.5	4.9	14.9	47.3	0.78	12600	24	156	48	0.74	0.12	12	53
94-04	H 01	56.9	14.9	10.4	9	4.7	2.2	1.8	20.0	30.1	2.52	19200	38	295	115	2.5	0.21	56	161
94-05	H 01	91	4.4	2.1	1	0.5	0.3	0.8	17.4	27.0	4.35	24300	55	388	64	1	0.17	25	110
94-06	H 01	94	2.2	1.7	1.3	0.4	0.2	0.3	21.2	22.5	4.25	22900	57	357	74	1.4	0.18	33	123
94-07	H 01	78.2	14.7	2.4	1.5	1.2	1.1	1	15.1	21.5	3.86	20700	50	423	36	0.4	0.15	16	77
94-08	H 01	99.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.04	13.5	22.2	5.88	30500	74	605	51	0.3	0.19	24	113
94-09	H 01	69.7	5.3	20.7	3.3	0.6	0.4	0.2	9.7	21.9	4.53	26000	57	553	35	0.15	0.13	16	82
94-10	H 01	99.6	0.16	0.1	0.1	0	0	0	14.2	25.5	5.65	28500	68	585	48	0.33	0.21	29	112
94-11	H 01								15.5	22.2	5.50	28600	64	523	54	0.49	0.24	32	118
94-12	H 01								10.0	19.1	3.97	22900	46	536	26	0.2	0.19	14	75
94-13	H 01								20.4	15.5	6.05	30600	61	669	64	0.27	0.59	43	140
94-14	H 01	44.5	50.3	2.5	0.75	0.6	0.7	0.7	8.0	16.8	4.28	22700	49	503	27	0.13	0.14	12	73
94-15	H 01	27.4	68.6	1.9	0.5	0.5	0.4	0.6	5.9	20.6	3.60	19800	40	477	17	0.04	0.13	7.1	55
94-16	H 01	55	36	1.3	1	0.9	1	4.9	6.5	21.7	4.22	22500	48	524	21	0.05	0.13	11	65
94-17	H 01	58.6	23	3.6	4.2	4.2	3.1	3.3	9.4	23.7	4.00	33200	47	571	25	0.07	0.11	11	83
94-18	H 01	72.7	11.9	2.6	3.5	4.3	2.9	2	10.9	24.2	4.45	44700	52	644	29	0.18	0.12	16	105
94-19	H 01	65.4	4.1	12.3	6.2	3.5	2.1	6.4	11.5	23.6	4.89	29400	58	598	34	0.14	0.12	15	97
94-20	H 01	98.3	1.4	0.3	0.1	0	0	0	14.5	20.6	5.57	28700	62	592	45	0.22	0.13	19	98
94-21	H 01	99.5	0.3	0.1	0	0	0	0	16.3	20.2	5.88	29800	68	605	49	0.37	0.19	33	121
94-21	H 02	99.6	0.3	0.1	0	0	0	0	17.0	17.2	6.10	31000	69	584	49	0.37	0.2	34	124
94-21	H 03	99.6	0.3	0.1	0	0	0	0	17.6	17.0	6.01	30900	69	565	46	0.38	0.2	33	123
94-21	H 04	99.6	0.3	0.1	0	0	0	0	16.7	19.0	5.95	30500	69	590	55	0.38	0.2	33	125
94-21	H 05	99.6	0.3	0.1	0	0	0	0	16.5	18.9	6.07	30200	66	546	55	0.45	0.19	33	132
94-21	H 06	99.6	0.3	0.1	0	0	0	0	16.4	18.4	6.22	31200	68	560	55	0.45	0.2	33	133
94-21	H 07	99.6	0.3	0.1	0	0	0	0	16.3	17.2	6.01	30300	65	535	54	0.49	0.16	35	127
94-21	H 08	99.7	0.3	0.1	0	0	0	0	16.2	19.4	5.99	30200	64	539	55	0.49	0.17	34	129
94-21	H 09	99.6	0.3	0.08	0.04	0	0	0	15.8	18.6	5.95	30700	66	552	57	0.42	0.25	35	132
94-21	H 10	99.7	0.2	0.05	0.03	0.02	0	0	15.4	19.9	5.97	30200	68	555	63	0.55	0.27	38	138
94-21	H 11	99.7	0.19	0.05	0.03	0	0	0.03	14.3	21.4	6.18	29400	68	550	59	0.63	0.26	41	136
94-21	H 12	99.8	0.1	0.03	0.03	0.03	0	0	14.1	22.2	6.02	28200	66	610	52	0.75	0.26	37	133
94-21	H 13	99.6	0.17	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	13.0	23.3	6.09	28200	67	644	52	0.69	0.25	36	125
94-21	H 14	99.8	0.11	0.03	0.02	0	0	0	12.5	18.4	5.75	28700	69	665	47	0.59	0.26	35	118
94-21	H 15	99.8	0.13	0.04	0.02	0	0	0	13.5	21.6	5.73	27400	69	636	46	0.54	0.24	31	113
94-22	H 01	50.3	34	12	2.4	0.7	0.4	0.1	14.2	26.2	3.08	11000	30	144	25	0.03	<0.1	5.7	37
94-23	H 01	16.1	52.8	18.5	7.5	3.3	1.2	0.6	9.3	9.8	5.38	9400	21	123	20	0.01	<0.1	2.5	27
94-24	H 01	0.84	28.01	69.2	1.8	0.07	0.07	0.02	5.0	1.1	6.59	7440	17	88	17	0.01	<0.1	1.5	21
94-25	H 01	53.6	9.9	14.2	9.7	4.5	2.3	5.8	4.6	11.6	6.21	19200	44	278	60	0.24	<0.1	23	88
94-26	H 01								85.8	5.5	6.61	34200	69	476	65	0.26	0.17	24	135
94-27	H 01	19.1	14.5	21.5	14.8	7.9	12.6	9.6	13.5	49.2	1.23	7820	29	186	19	0.05	<0.1	5.1	30
94-27 A	H 01	85.5	6.1	4	3	0.8	0.3	0.3	59.4	7.1	7.32	32300	71	478	61	0.12	0.16	18	121
94-28	H 01	77.2	14.3	5.3	2.4	0.5	0.2	0.2	55.2	5.4	7.94	41700	72	658	46	0.09	0.12	16	112
94-29	H 01	67.8	21.2	5.6	2.7	1.1	0.7	1	12.0	6.3	8.09	40800	57	705	38	0.21	0.11	11	100
94-30	H 01	19.6	54.3	20.6	2.7	2.4	0.4	0.1	8.6	4.9	8.42	29200	24	672	17	0.01	<0.1	3.1	55
94-31	H 01	69.5	15.5	5.6	4.3	2.7	1.3	1.1	21.0	22.0	1.81	9630	19	143	12	0.1	<0.1	5.7	26
94-32	H 01	32.5	22.7	19.7	13.4	7	3.5	1.2	22.6	19.6	5.25	23400	41	415	33	0.26	0.11	21	64
94-33	H 01	49.3	39.3	9.1	1.7	0.4	0.1	0.02	10.8	12.0	6.19	33600	52	664	30	0.11	<0.1	17	82
94-33 A	H 01	22.7	17.4	17	18.6	10.1	5.9	8.25	56.2	8.4	5.94	41200	36	617	52	0.14	0.14	25	74

Tableau 2 : suite

station	Horizon	% < 63 µm	% 63-125 µm	% 125-250 µm	% 250-500 µm	% 0.5-1 mm	% 1-2 mm	% >2mm	carbone organique g/kg	carbo- nates %	Al %	Fe µg/g	Li µg/g	Mn µg/g	Pb µg/g	Hg µg/g	Cd µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g
94-34	H 01	94.8	3.5	0.8	0.2	0.1	0.2	0.3	12.5	22.1	4.19	19800	48	294	37	0.18	0.22	15	81
94-35	H 01	91.3	7.2	0.9	0.4	0.1	0.05	0	12.0	21.1	3.98	18900	45	253	35	0.16	0.18	14	71
94-36	H 01	73.2	8.11	7.04	7.28	2.36	1.09	0.9	9.9	25.4	4.03	23200	48	336	37	0.19	0.17	19	82
94-37	H 01								10.3	28.0	2.98	15300	40	235	36	0.32	0.16	20	63
94-38	H 01	73.1	22.1	3	0.9	0.4	0.4	0.1	14.1	31.4	2.76	14200	38	183	52	0.24	0.35	22	88
94-39 A	H 01	82.5	15.2	1.7	0.3	0.1	0.1	0.1	12.3	24.9	3.75	17500	47	243	40	3.5	0.2	19	74
94-40	H 01	91.6	6.2	1.6	0.3	0.1	0.1	0.2	24.1	14.6	5.50	28000	72	341	53	0.17	0.21	38	108
94-40	H 02	90.2	6.9	2.2	0.4	0.1	0.2	0.03	22.9	13.8	5.42	27200	70	276	60	0.18	0.16	31	101
94-40	H 03	89.9	8.1	1.4	0.44	0.14	0.03	0	21.6	18.5	5.57	26900	73	274	53	0.18	0.19	30	103
94-40	H 04	92	6.4	1.2	0.22	0.16	0.09	0	19.5	15.7	5.59	27400	72	262	53	0.21	0.17	30	103
94-40	H 05	91	6.9	1.4	0.26	0.16	0.29	0.03	18.9	18.5	5.53	26300	74	252	55	0.22	0.17	28	101
94-40	H 06	91.9	6.1	1.6	0.25	0.14	0.08	0.05	20.1	17.0	5.50	25900	74	237	59	0.24	0.16	26	101
94-40	H 07	94.4	4.6	0.75	0.12	0.06	0.02	0	19.6	24.2	5.75	27000	77	253	56	0.24	0.16	29	103
94-40	H 08	95	4.1	0.65	0.13	0.06	0.06	0	21.2	15.0	5.83	27800	82	251	56	0.23	0.14	28	100
94-40	H 09	94.1	4.7	0.92	0.15	0.09	0.06	0	20.4	13.9	5.84	27900	83	247	78	0.21	0.88	28	98
94-40	H 10	95	4.2	0.67	0.08	0.05	0.03	0	20.4	17.2	5.79	28000	80	245	41	0.22	0.12	28	98
94-40	H 11	95.3	4	0.46	0.17	0.07	0.05	0.02	21.2	16.8	5.84	28300	83	249	61	0.23	0.2	27	101
94-40	H 12	96.3	3.3	0.34	0.05	0.03	0.03	0.03	21.3	15.3	5.91	28800	87	252	56	0.22	0.16	27	95
94-40	H 13	97.2	2.4	0.25	0.05	0.08	0.05	0	19.2	16.6	6.52	32000	94	266	46	0.12	0.13	24	84
94-40	H 14	97.9	1.9	0.18	0.05	0.02	0	0	18.8	12.2	6.97	33600	102	290	45	0.06	0.14	24	83
94-40	H 15	98.2	1.5	0.12	0.06	0.12	0.02	0	17.3	12.8	6.97	34800	100	291	36	0.07	0.12	23	81
94-41	H 01	86	9.4	1.9	1.3	0.7	0.4	0.3	11.9	22.1	4.05	18700	49	267	21	0.07	0.15	18	60
94-42	H 01	97.4	1.3	0.6	0.4	0.1	0.07	0.09	22.0	14.8	5.90	27800	75	345	74	0.32	0.15	29	106
94-43	H 01	94	4.6	1.1	0.2	0.03	0.03	0	20.6	19.8	5.93	28800	77	411	69	0.28	0.15	28	103
94-44	H 01	71.5	12.8	10.7	3.5	0.4	0.1	1.1	19.4	15.5	5.50	25700	72	282	50	0.24	0.23	25	89
94-45	H 01	81.5	10.4	4.3	2.6	0.7	0.4	0.2	20.6	11.1	6.36	29900	102	372	66	0.11	0.26	40	124
94-46	H 01	78.4	11.7	8.2	0.9	0.4	0.3	0.2	17.9	12.9	6.00	27700	91	334	75	0.1	0.17	37	114
94-47	H 01	55.6	7.5	7.4	9.6	7.7	7.1	5.2	34.4	5.0	7.50	34500	78	360	61	0.19	0.16	44	151
94-48	H 01	30.1	20.1	16.6	15.4	10.3	4.8	2.8	10.7	34.2	2.94	23200	40	397	27	0.06	<0.1	9.8	67
94-52	H 01	37.4	22	9.4	10.9	8.2	7.3	4.8	22.7	23.1	2.84	13300	35	138	34	0.39	0.35	15	49
94-53	H 01	53.8	8.5	12.4	19.8	2.1	1.5	2	63.2	13.0	5.04	24400	56	137	125	3.5	0.24	76	195
95-09 A	H 01	54.1	44	1.3	0.6	0	0	0	10.9	18.3	4.54	20000	30	395	43.8	0.09	0.16	17.3	89.2
95-09 A	H 02	77.8	20.6	1.2	0.4	0	0	0	10.6	18.1	4.54	20400	30	360	40.3	0.09	0.16	18.4	92.4
95-09 A	H 03	95.3	2.5	1.5	0.7	0	0	0	11.8	17.6	4.54	24300	36	336	41.3	0.11	0.17	20.3	97.4
95-09 A	H 04	73.4	24.2	1.8	0.4	0.2	0	0	10.9	17.4	4.34	21800	32	332	39.6	0.1	0.16	18.7	92.5
95-09 A	H 05	92.8	4.6	1.4	0.5	0.7	0	0	11.0	18.2	4.43	21600	32	340	41.7	0.08	0.21	17.9	92.3
95-09 A	H 06	77.2	21.2	1	0.6	0	0	0	10.1	16.8	4.51	22000	33	368	40	0.09	0.17	17.2	88.4
95-09 A	H 07	76.5	22	1	0.5	0	0	0	9.5	15.8	4.32	23000	35	343	40.1	0.09	0.18	17.1	93.5
95-09 A	H 08	79.1	17.8	1.6	1	0.5	0	0	9.8	15.4	4.24	22600	35	336	39.3	0.09	0.18	17.9	95.3
95-09 A	H 09	75.4	22.9	1	0.7	0	0	0	10.1	14.3	4.31	21900	34	348	39.8	0.09	0.18	17.4	92.9
95-09 A	H 10	75.4	23.3	0.9	0.4	0	0	0	9.4	17.7	4.69	21300	33	374	40.9	0.09	0.19	19	96.8
95-09 A	H 11	76.2	21.9	1.4	0.5	0	0	0	9.1	18.2	3.19	20500	30	258	40	0.09	0.19	18.5	93.5
95-09 A	H 12	87.5	9.6	0.6	0.3	0.4	0.3	1.3	8.8	17.6	3.27	23500	33	255	39.6	0.08	0.23	18.4	98.6
95-09 A	H 13	85.2	12.5	1.4	0.9	0	0	0	8.9	17.0	3.94	24800	39	274	39	0.06	0.17	18.6	92.2
95-09 A	H 14	91	8.3	0.7	0	0	0	0	9.2	17.0	3.76	25000	39	257	38.3	0.07	0.17	20.5	92.7
95-09 A	H 15	93.3	6.1	0.6	0	0	0	0	9.2	13.9	3.95	27400	42	269	34.5	0.04	0.14	18.7	86.5
95-01	H 01	32.8	5	4.5	19.9	7.6	7.2	23	7.1	9.8	5.25	26700	36	323	35.1	0.05	<0.1	15.2	85.8
95-02	H 01	41.4	47.2	7.5	1.3	0.8	0.5	1.3	8.0	4.9	6.72	32400	40	355	31.1	0.03	0.11	20.3	95.2
95-03	H 01	33.1	56.6	7.9	1	0.4	0.4	0.6	7.4	8.0	5.23	27700	35	307	33.1	0.04	0.12	17.3	89

Tableau 2 : suite

station	Horizon	% < 63 µm	% 63-125 µm	% 125-250 µm	% 250-500 µm	% 0.5-1 mm	% 1-2 mm	% >2mm	carbone organique g/kg	carbo- nates %	Al %	Fe µg/g	Li µg/g	Mn µg/g	Pb µg/g	Hg µg/g	Cd µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g
95-04	H 01	37.5	54.8	5.5	0.8	1.4	0	0	6.3	15.4	3.79	21700	32	269	29.5	0.05	0.11	12.7	75.9
95-05	H 01	13	35.3	47.2	2.6	0.5	1.4	0	5.0	13.4	3.98	21500	31	289	21.9	0.02	<0.1	9.3	67.8
95-06	H 01	55.1	40.1	4.3	0.5	0	0	0	9.7	15.5	4.61	26100	40	318	39.7	0.07	0.13	17.3	95.8
95-07	H 01	21	25.5	44.3	6.5	0.7	0.7	1.3	6.2	14.2	4.19	19400	28	307	29.3	0.03	0.11	10.8	77.5
95-08	H 01	57.4	38.8	2.1	1.3	0.4	0	0	10.1	16.5	3.96	21100	33	297	37.9	0.07	0.17	16.6	91.1
95-09	H 01	84.2	14	0.7	0.6	0.5	0	0	9.6	18.2	4.40	23300	37	330	41.8	0.08	0.16	19	97.8
95-10	H 01	31.9	56.2	9.8	0.7	1.2	0	0	6.6	15.8	3.40	18800	26	338	28.1	0.04	0.13	11.3	72.9
95-11	H 01	49	48.3	1.1	0.8	0.8	0	0	6.6	16.7	3.36	20100	29	306	29.2	0.05	0.1	11.5	71.1
95-12	H 01	16.9	51.6	25.3	1	1.9	1.3	2	4.7	17.8	2.68	19500	23	315	20.9	0.03	0.1	6.1	66.2
95-13	H 01	85.9	8.8	1.2	1.1	0	0	0	9.0	20.0	3.92	23200	35	367	35.2	0.09	0.1	13.8	80.4
95-14	H 01	59.9	34.7	3.8	1.6	0	0	0	7.1	19.2	3.23	20500	29	335	28	0.06	<0.1	10.1	68.8
95-15	H 01	84.3	10	3	1	0.8	0.4	0.5	9.9	22.7	4.01	20900	31	391	33.6	0.09	0.1	13.3	80.2
95-16	H 01	76.7	19.7	2.8	0.8	0	0	0	12.8	23.5	4.44	20600	31	415	33.6	0.08	0.13	18.8	83
95-17	H 01	69.7	26	3.3	0.4	0.2	0.4	0	11.0	18.7	4.37	20600	32	414	32.5	0.08	0.1	13.1	76.2
95-18	H 01	82.9	15.2	1.3	0.6	0	0	0	14.3	16.0	4.34	22900	34	413	35.7	0.11	0.15	22.2	89.2
95-19	H 01	94.8	3.2	2	0	0	0	0	12.5	19.4	3.12	27500	40	457	48.1	0.16	0.13	19	98.9
95-19	H 02	96	2	2	0	0	0	0	11.9	18.9	3.42	26800	38	393	47.3	0.17	0.13	19.9	100
95-19	H 03	97.8	1.1	0.8	0.3	0	0	0	11.4	19.7	3.41	25700	39	390	48	0.16	0.13	19.9	101
95-19	H 04	98.6	0.9	0.3	0.2	0	0	0	10.5	20.1	3.48	27000	41	402	47	0.15	0.13	20.4	102
95-19	H 05	98.4	1	0.6	0	0	0	0	11.2	18.6	3.51	26500	40	400	49.1	0.16	0.13	21	105
95-19	H 06	98.7	0.7	0.6	0	0	0	0	11.6	17.1	3.52	26500	42	380	48.3	0.15	0.13	20	99.1
95-19	H 07	96.7	1.3	2.7	0	0	0	0	9.6	17.2	3.97	26300	44	384	39.9	0.07	0.13	20.2	94.6
95-19	H 08	99.2	0.5	0.3	0	0	0	0	9.5	17.6	4.56	27700	44	394	39.5	0.07	0.13	19.9	94.6
95-19	H 09	98.1	1	0.2	0.7	0	0	0	9.4	17.4	3.83	30300	48	401	31.3	0.05	0.12	19.8	92.7
95-19	H 10	98.1	0.7	1.2	0	0	0	0	9.5	17.6	4.30	29500	48	406	31.9	0.05	0.12	20.2	93.3
95-19	H 11	98.7	1	0.3	0	0	0	0	9.6	15.3	3.95	29200	48	401	27.9	0.03	0.11	19.7	90.5
95-19	H 12	99	1	0	0	0	0	0	9.3	16.6	3.56	29700	48	372	26.3	0.04	0.11	20.1	89.7
95-19	H 13	99.9	0.1	0	0	0	0	0	9.1	17.3	3.77	29400	47	379	26.8	0.03	0.11	20	87.2
95-19	H 14	98.4	0.6	0.5	0.5	0	0	0	8.4	19.2	4.14	28500	48	387	24.6	0.03	0.11	19.8	90.1
95-19	H 15	98.9	0.4	0.4	0.3	0	0	0	10.5	19.6	3.99	28200	44	390	25.7	0.03	0.12	20.3	87.9
95-20	H 01	49.3	40.8	6.9	0.9	0.6	0.4	1.2	8.1	7.4	5.71	25200	32	335	33.4	0.05	0.11	15.9	86.9
95-21	H 01	96.6	2.2	0.8	0.4	0	0	0	13.1	20.9	3.60	25600	40	411	43.1	0.11	0.11	17.4	94.9
95-21	H 02	95.6	2.2	1.2	1	0	0	0	11.9	21.3	4.03	26800	43	399	45.8	0.1	0.12	17.3	98.8
95-21	H 03	96.2	2.4	0.8	0.6	0	0	0	12.1	21.4	3.17	26600	43	379	43.8	0.11	0.12	18.1	97.6
95-21	H 04	96.7	2	0.8	0.3	0.2	0	0	11.8	21.7	3.90	26100	42	386	44.1	0.12	0.12	17.5	101
95-21	H 05	98.3	1	0.4	0.3	0	0	0	11.4	19.8	3.51	28200	45	394	46.8	0.11	0.12	18.6	103
95-21	H 06	98.2	1.1	0.4	0.3	0	0	0	10.5	20.8	4.16	27400	44	372	43	0.09	0.12	17.6	96.7
95-21	H 07	96.3	2	0.5	0.5	0.7	0	0	10.1	20.3	4.05	29000	46	384	39.7	0.08	0.11	18.2	94.9
95-21	H 08	98.7	1.3	0	0	0	0	0	10.1	20.6	4.01	27800	43	394	35.2	0.05	0.12	17.9	89.3
95-21	H 09	97.1	1.2	1.7	0	0	0	0	10.3	19.1	5.32	29100	46	447	32.5	0.04	0.11	18.3	88.1
95-21	H 10	98.3	0.9	0.3	0.5	0	0	0	10.0	19.1	4.69	30000	49	397	28.8	0.03	0.11	17.9	86.9
95-21	H 11	97.8	1.3	0.4	0.5	0	0	0	10.0	18.3	5.06	30300	48	430	27.2	0.03	0.11	18	86.1
95-21	H 12	99.1	0.9	0	0	0	0	0	9.8	19.7	4.34	30900	47	397	26.7	0.03	0.11	18.4	86.8
95-21	H 13	97.7	1.6	0.4	0.3	0	0	0	9.9	18.1	5.26	29300	45	431	25.3	0.03	0.11	17.7	85.7
95-21	H 14	98.5	1	0.5	0	0	0	0	10.0	19.7	4.50	29800	45	377	24.6	0.03	0.11	18.2	85.2
95-21	H 15	97.8	1.1	0.6	0.6	0.3	0	0	10.2	18.6	5.35	29400	45	414	25.9	0.03	0.11	18.3	86.9
95-21	H 16	96.1	1.6	0.6	1	0.7	0	0	9.9	15.5	4.77	27100	42	388	26.1	0.03	0.11	18.2	85.2

Tableau 2 : suite

station	Horizon	% < 63 µm	% 63-125 µm	% 125-250 µm	% 250-500 µm	% 0.5-1 mm	% 1-2 mm	% >2mm	carbone organique g/kg	carbo- nates %	Al %	Fe µg/g	Li µg/g	Mn µg/g	Pb µg/g	Hg µg/g	Cd µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g
96-01	H 01	43.3	7.7	18.8	11.7	3.2	3.1	12.3	49.7	18.3	2.25	21000	60	221	74.5	0.6	1.62	118	433
96-02	H 01	57.8	3.1	7	13.5	8.6	2.8	7.2	66.9	16.3	2.01	19100	49	157	44	0.2	0.67	143	163
96-03	H 01	54.1	4.5	6.5	4.7	3.9	4.2	22	33.5	20.7	2.43	23000	62	248	39.6	0.13	0.24	67	125
96-04	H 01	34.9	6.1	11.5	11.4	8.5	10.8	16.8	38.7	28.1	2.08	14600	51	224	30.8	0.08	0.55	53.7	129
96-05	H 01	31.5	9.2	37.6	14.1	1.5	1.6	4.5	61.2	16.4	2.71	25300	78	194	56.8	0.16	0.39	113	183
96-06	H 01	61.4	3.6	6.8	7.7	4.6	6.6	9.3	40.8	20.3	2.31	16400	58	231	35	0.28	0.41	50.9	93.9
96-07	H 01	41.3	1.6	3.5	6.6	8.6	16	22.4	34.3	25.8	1.82	14100	53	209	38.6	0.43	0.46	63.7	104
96-08	H 01	95.9	2.7	1.3	0.1	0	0	0	38.2	17.5	2.37	22700	67	271	40.9	0.33	0.56	71	127
96-09	H 01	70.3	1	2.2	2.7	1.9	0.8	21	45.6	21.5	2.19	21400	65	246	39.7	0.21	0.59	57.8	111
96-10	H 01	93.7	1.2	1.9	1.7	0.1	0.1	1.33	35.8	15.6	3.44	28500	89	352	30	0.12	1.87	57.1	92.8
96-11	H 01	66.5	13.1	2	1.7	2.3	5	9.4	15.6	16.7	3.00	9260	50	207	16	0.061	1.04	24.3	53.7
96-12	H 01	64.5	13.9	2.5	1.9	2	3.9	11.3	19.4	20.3	2.27	16700	54	247	16.4	0.071	0.95	34	63.6
96-13	H 01	71.2	16.5	2.6	1.7	1.1	1.6	5.4	15.9	14.5	2.76	13900	49	188	14.5	0.045	0.62	20	50.6
96-14	H 01	70.7	16.2	2.4	1.9	1.8	2	5.1	7.9	13.9	2.08	9980	35	137	10	0.03	0.4	9.9	37.1
96-15	H 01	39	24.6	20.7	8	2.3	1.9	3.5	19.1	11.8	2.50	10200	33	141	17.4	0.036	0.24	15.9	34.2
96-16	H 01	52.2	28.5	11.2	4.2	1.5	1.3	1.1	17.4	17.8	2.10	10700	31	261	11.6	0.037	0.31	17.3	32.9
96-17	H 01	43.4	10.4	12.3	5.6	4.1	8.6	15.7	25.1	28.6	1.82	11600	35	217	15.9	0.07	0.44	33.3	61.9
96-18	H 01	42.7	14.5	21.3	5.6	2.2	3.3	10.4	31.1	28.1	2.15	13000	41	365	14.2	0.03	0.14	13.5	46.8
96-19	H 01	27.3	8.7	48.5	8.7	2.7	2.2	1.9	25.0	25.1	2.05	10300	28	271	11.8	0.023	0.11	9.2	33.6
96-20	H 01	30.6	5.4	45	10.3	3.3	3	2.4	15.8	20.4	2.44	11400	30	340	12	0.023	0.11	8.3	32.8
96-21	H 01	14.5	40.5	35.4	6.6	1.4	0.7	1	5.1	17.5	2.04	10200	25	305	9.5	0.016	<0.1	5.1	29.2
96-22	H 01	30.9	17.7	27.6	7.9	2.6	2.9	10.5	12.6	20.8	2.53	12300	36	330	11.6	0.02	<0.1	9.6	40
96-23	H 01	19	1.8	47.5	24.5	3	2.4	1.8	17.5	14.6	2.48	10000	33	201	10.9	0.015	0.1	4.9	32.3
96-24	H 01	34.2	30.3	17.6	5.9	2.8	3.5	5.7	27.0	32.5	0.78	6770	21	123	10.7	0.034	0.14	9.3	33.3
96-25	H 01	69.6	8.3	4.8	4.4	2.4	2.7	7.8	34.5	17.8	3.08	17400	60	224	16.5	0.038	0.2	15	59.5
96-26	H 01	68.3	9.4	6.1	4	2.3	2.9	6.5	35.1	14.6	2.94	18900	68	241	18.8	0.048	0.17	17.4	64.1
96-27	H 01	59.3	12.7	4.9	5.3	3.8	3.6	10.4	35.2	15.9	2.70	16000	51	207	19.9	0.05	0.2	19.7	50.4
96-28	H 01	77.6	4.4	3.9	4.5	3.3	3	3.3	50.2	9.8	3.27	21200	75	203	25.7	0.063	0.29	22.1	78.3
96-29	H 01	59	6.9	7.5	5.9	3.1	4.3	13.5	30.6	22.8	2.74	20200	64	295	19.8	0.056	0.2	21.5	65.7
96-30	H 01	37.1	4.7	10.6	18.7	14.2	7.8	7	22.5	34.3	1.66	11400	35	149	11.9	0.042	0.17	11.6	39.3
96-31	H 01	73.6	3	5	6	5.4	5.6	1.4	64.3	21.2	2.96	25200	81	219	26.3	0.057	0.46	32.1	85.4
96-32	H 01	97.6	0.4	0.6	0.8	0.3	0.2	0.1	23.8	2.5	10.60	53100	129	958	33.7	0.073	0.16	119	132
96-33	H 01	58.9	3.6	8.7	7.4	3	5.3	13.1	40.4	23.8	2.52	18300	55	167	45.2	0.69	0.52	68.6	144
96-34	H 01	53.5	2.1	2.3	2.7	3.4	7.1	28.9	35.1	25.3	2.68	20500	52	201	41.7	0.36	0.41	58.4	108
96-35	H 01	39.1	4.1	9.3	7.2	8.9	17.1	14.4	25.6	33.8	1.59	11900	33	173	18.7	0.17	0.21	27.4	63.3
96-36	H 01	59.7	3.4	7.8	13	1.2	7.7	7.2	72.2	23.8	1.44	15200	43	191	26.2	0.063	0.35	41.4	77
96-37	H 01	48.1	4.8	7.8	9.3	6.9	12	11.1	42.4	34.9	1.71	14100	38	226	23	0.063	0.28	36.9	58.3
96-38	H 01	31.7	4.2	6.8	10.1	11.5	21.2	14.5	43.7	40.7	0.87	10900	26	185	30.4	0.071	0.27	32.4	56.6
96-39	H 01	54.6	1.7	3.3	5.1	3.7	6.5	25.3	51.9	30.6	2.03	19500	47	256	29.7	0.1	0.42	51.5	79
96-40	H 01	64	4.3	12.8	12.1	1.3	1.2	4.3	52.7	24.1	2.86	21100	57	233	31.7	0.098	0.34	39.1	80.6
96-41	H 01	31.8	2.3	37.3	23.6	2.3	1.9	0.9	9.6	14.3	3.22	12200	30	285	13.5	0.019	<0.1	5.8	30.7
96-42	H 01	2.3	4.8	69.5	14.6	1.6	3	4.3	6.5	19.5	2.45	11400	23	335	10.1	0.018	<0.1	7	28.2

Tableau 3 : Résultats bruts obtenus pour les contaminants organochlorés en µg/kg, poids sec (4 pages).

station	Horizon	CB101	CB105	CB118	CB138	CB153	CB156	CB180	CB28	CB31	CB35	CB52	4,4'-DDT	4,4'-DDD	4,4'-DDE	αHCH	γHCH
94-01	H 01	0.7	0.1	0.2	0.7	0.6	<0.1	0.4	<0.1	0.4	<0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	<0.1	0.2
94-02	H 01	29.6	17.9	22.6	85.2	96.2	9.7	87.8	2.5	1.7	0.4	5.3	10.8	21.4	16.2	2.2	0.7
94-03	H 01	2	0.6	3.5	6.7	6.5		4.9	0.6		<0.2	0.7	6.5	6.1	2.5	0.2	0.2
94-04	H 01	9.1	4.7	14.2	21.2	19.9	2.7	16.5	0.85	0.6	<0.2	4	0.7	2.1	0.6	0.1	0.2
94-05	H 01	0.9	0.2	1.2	3.4	3.3	0.3	3.6	0.3	0.4	<0.2	0.4	0.7	2.1	0.6	<0.1	0.15
94-06	H 01	1.4	0.5	2.3	2.9	4.3	0.3	4.7	0.5	0.6	<0.2	0.5	1	1.8	0.5	<0.1	0.1
94-07	H 01	1.3	0.4	1.1	1.8	1.9	0.15	1.7	0.3	0.4	<0.2	0.4	1.1	1.8	0.6	<0.1	0.2
94-08	H 01	0.9	0.2	0.7	1.7	1.6	0.2	1.4	0.5	0.4	<0.2	0.1	1.1	1.9	1	0.1	0.1
94-09	H 01	1	0.3	0.7	1.6	1.4	0.1	0.8	0.5	0.7	<0.2	0.3	0.5	1.3	1.1	0.1	0.3
94-10	H 01	0.9	0.1	1	1.9	2	0.2	2.1	0.6	0.4	<0.2	0.4	1.8	2.8	1.2	0.3	0.2
94-11	H 01	2	1.7	3.7	5	5.3	0.8	4.4	2.8	2.1	<0.2	1	7	8.4	4.9	0.35	0.2
94-12	H 01	1.2	0.25	0.9	1.6	1.8	0.2	1.5	0.5	0.5	0.3	0.4	11.2	1.8	0.5	<0.1	0.2
94-13	H 01	1.1	0.4	1.1	2	2.3	0.3	2.1	0.6	0.5	0.3	0.8	5.1	2.1	1.1	0.3	0.3
94-14	H 01	0.6	0.2	0.5	1.1	1.3	<0.1	0.9	0.4	0.5	<0.2	0.25	7.9	1.2	0.7	<0.1	0.1
94-15	H 01	0.5	0.1	0.4	0.7	0.8	<0.1	0.5	0.3	0.5	<0.2	0.3	15.1	1.1	0.5	<0.1	0.15
94-16	H 01	0.5	0.1	0.4	0.5	0.6	<0.1	0.3	0.3	0.4	<0.2	0.2	0.25	0.5	0.2	<0.1	0.2
94-17	H 01	0.5	0.1	0.3	0.7	0.8	<0.1	0.4	0.4	0.5	<0.2	0.2	0.4	0.6	0.3	<0.1	0.2
94-18	H 01	0.2	<0.1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
94-19	H 01	0.9	0.2	1.1	1.2	1.2	<0.1	0.8	0.4	0.5	<0.2	0.5	0.3	1	0.8	0.2	<0.1
94-20	H 01	0.5	<0.1	0.2	1.1	1.1	<0.1	0.7	0.8	0.3	<0.2	0.2	0.7	1	0.6	<0.1	<0.1
94-21	H 01	1.5	0.6	2.1	3.2	3.5	0.4	2.6	1.7	1.2	<0.2	0.6	3.2	4.8	2.6	0.2	<0.1
94-21	H 02	2.3	1.1	3.8	4.6	5.1	0.5	4	3.5	3	<0.2	0.9	10	10	4.4	0.4	0.1
94-21	H 03	1.4	0.5	1.6	3.6	3.8	0.4	3.4	1.5	1.3	<0.2	0.9	1.7	4.6	1.9	0.4	0.1
94-21	H 04	2.3	1.1	3.9	4.8	5.7	0.5	4.3	3.4	2.4	<0.2	1.2	5.1	8.7	5.2	0.6	<0.1
94-21	H 05	1.1	0.6	1.3	2.1	3.5	0.5	2.2	1.2	0.8	<0.2	0.5	1.8	3.8	1.4	0.25	0.2
94-21	H 06	1.7	0.8	2.8	3.8	4	0.5	3.1	2.3	1.6	<0.2	0.7	2.5	6.3	3.1	0.2	0.1
94-21	H 07	1.6	0.9	3.1	3	4.3	0.5	3.7	2.7	1.7	<0.2	0.8	3.3	7.3	3.6	0.2	0.1
94-21	H 08	0.7	0.2	0.8	1.4	1.6	0.2	1.5	0.7	0.4	<0.2	0.3	0.5	2	0.8	0.1	<0.1
94-21	H 09	1.9	1.2	3.6	5	5.3	0.9	4.4	3.9	3.2	<0.2	1	8.7	8.8	4.2	0.3	0.2
94-21	H 10	1.9	1.1	3.5	4.5	4.6	0.8	3.7	3.3	2.8	<0.2	1	1.9	8.5	4.6	0.3	0.2
94-21	H 11	2.5	1.6	4.5	5.9	6.1	1	4.5	3.7	3.2	<0.2	1.3	3.1	15.3	9.7	0.6	0.3
94-21	H 12	2.3	1.6	4.4	5	5.3	1	3.8	3.1	3.1	<0.2	1.3	3	16.6	10.9	0.7	0.5
94-21	H 13	1.9	1.4	3.5	3.5	3.6	0.7	2.7	1.7	1.9	<0.2	1.1	5.2	17.1	13.6	1.1	0.4
94-21	H 14	2.1	1.4	4	3.7	3.5	0.9	2.3	1.2	0.7	<0.2	1.1	1.4	11	5.1	0.9	0.4
94-21	H 15	1	0.4	1.1	1.6	1.5	0.2	1.2	0.5	0.5	<0.2	0.4	1.1	9.6	3.2	0.4	0.2
94-22	H 01	0.3	<0.1	0.2	0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1
94-23	H 01	0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2
94-24	H 01	0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.3	<0.2	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
94-25	H 01	0.5	0.1	0.5	1.1	1	0.1	1.1	0.2	0.4	<0.2	0.2	1.4	2.2	0.8	<0.1	0.1
94-26	H 01	0.6	0.1	0.5	1.7	1.9	0.2	1.6	<0.1	0.5	<0.2	0.1	1.1	2.3	1.5	<0.1	0.1
94-27	H 01	0.4	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.2	0.1	0.4	<0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2
94-27 A	H 01	0.5	0.1	0.4	0.7	0.8	0.1	0.5	<0.1	0.5	<0.2	0.1	0.3	0.9	0.8	<0.1	0.2
94-28	H 01	0.3	<0.1	0.1	0.2	0.2	<0.1	0.2	0.1	0.5	<0.2	0.1	0.1	0.4	0.5	<0.1	0.1
94-29	H 01		<0.1	0.2	0.3	0.3	<0.1	0.2	0.2	0.5	<0.2	0.1	0.3	0.6	0.8	<0.1	0.2
94-30	H 01	0.3	<0.1	<0.1	0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
94-31	H 01		<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2
94-32	H 01	0.4	<0.1	0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2
94-33	H 01	0.3	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
94-33 A	H 01	1.5	0.5	1.7	2.2	1.9	0.5	2	0.2	0.2	<0.2	1.1	360	4.6	0.9	<0.1	<0.1

Tableau 3 : suite

station	Horizon	CB101	CB105	CB118	CB138	CB153	CB156	CB180	CB28	CB31	CB35	CB52	4,4'-DDT	4,4'-DDD	4,4'-DDE	α HCH	γ HCH
94-34	H 01	1	0.2	0.4	0.7	0.7	<0.1	0.6	<0.1	0.4	<0.2	0.2	5.2	1.7	2.4	<0.1	0.2
94-35	H 01	0.5	0.2	0.4	0.6	0.6	<0.1	0.5	<0.1	0.3	<0.2	0.2	3.5	1.3	1.5	<0.1	<0.1
94-36	H 01	0.4	0.1	0.2	0.6	0.5	<0.1	0.4	<0.1	0.2	<0.2	0.8	0.6	0.7	0.8	0.3	0.7
94-37	H 01	1.5	0.6	1.3	4.1	4.3	0.5	4.3	<0.1	0.2	<0.2	0.5	0.4	0.9	0.5	<0.1	0.3
94-38	H 01	7.3	2.9	6.3	27.6	29.4	1.9	26	0.7	0.7	<0.2	1.4	115	10.4	4.7	<0.1	0.2
94-39 A	H 01	4.2	1.7	3.5	14.1	14.7	1.6	13.2	0.3	0.4	<0.2	1.6	3.2	3.4	3	<0.1	0.1
94-40	H 01	1.5	1	1.5	3.1	3.2	0.6	3	0.2	<0.1	<0.2	0.5	2.1	1.7	2.3	<0.1	0.2
94-40	H 02	1	0.4	0.9	2.7	2.9	0.3	3.4	0.1	0.2	<0.2	0.3	0.7	1.1	0.9	<0.1	0.1
94-40	H 03	1.3	0.2	1.4	2.8	3.4	0.3	3.5	0.2	0.5	<0.2	0.4	0.7	1.1	1	<0.1	0.1
94-40	H 04	1	0.2	0.9	2.3	3	0.3	3.1	0.2	0.2	<0.2	0.3	0.5	1.3	0.7	<0.1	<0.1
94-40	H 05	1.3	0.4	1.1	3.2	3.8	0.4	4.2	0.2	0.5	<0.2	0.4	0.5	1.2	0.8	<0.1	<0.1
94-40	H 06	1.3	0.4	1.2	3.2	3.6	0.4	3.4	0.2	0.3	<0.2	0.4	0.8	1.4	0.7	<0.1	<0.1
94-40	H 07	1.1	0.4	1.1	2.7	3.2	0.3	3.3	0.2	0.6	<0.2	0.4	6	1.3	0.8	<0.1	<0.1
94-40	H 08	0.9	0.2	0.9	2.3	3.2	0.3	3	0.2	0.2	<0.2	0.3	0.7	1.4	0.7	<0.1	0.1
94-40	H 09	1.1	0.4	1.5	3.2	3.8	0.3	4	0.2	0.2	<0.2	0.3	10.7	1.7	1.4	<0.1	0.1
94-40	H 10	2.2	1.1	2.9	6.4	6.5	0.7	9.6	1.1	1.5	<0.2	0.8	1.3	4.4	2.8	<0.1	0.3
94-40	H 11	0.2	<0.1	0.2	0.8	0.9	<0.1	1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.3	0.8	0.3	<0.1	0.1
94-40	H 12	0.2	0.1	0.2	0.5	0.6	<0.1	0.5	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.7	0.7	0.3	<0.1	0.1
94-40	H 13	0.2	0.1	0.2	0.6	0.7	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.3	1.2	0.4	<0.1	<0.1
94-40	H 14	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.1	0.3	<0.1	<0.1	0.1
94-40	H 15	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.4	0.3	0.1	<0.1	<0.1
94-41	H 01	0.4	0.1	0.3	0.6	0.6	<0.1	0.5	0.1	0.2	<0.2	0.2	0.5	0.3	0.3	<0.1	<0.1
94-42	H 01	0.9	0.2	0.7	1.8	1.7	0.2	1.7	0.1	0.3	<0.2	0.2	0.4	0.9	0.7	<0.1	0.2
94-43	H 01	0.8	0.1	0.6	1.6	1.5	0.2	1.6	<0.1	0.4	<0.2	0.2	0.5	0.8	0.8	<0.1	0.1
94-44	H 01	1	0.4	0.7	2.2	2.4	0.3	3.1	<0.1	0.3	<0.2	0.3	3.4	0.9	1.1	<0.1	<0.1
94-45	H 01	1	0.3	1	1.6	0.8	0.2	1.6	<0.1	0.5	<0.2	0.4	0.6	0.8	0.7	<0.1	0.1
94-46	H 01	0.4	0.1	0.3	0.7	0.7	<0.1	0.5	<0.1	0.3	<0.2	0.2	2.6	0.5	0.8	<0.1	<0.1
94-47	H 01	0.7	0.1	0.5	0.9	1	0.1	0.7	0.1	0.4	<0.2	0.2	9.5	0.6	1	<0.1	0.1
94-48	H 01	0.5	<0.1	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.2	<0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1
94-52	H 01	0.2	0.1	0.2	0.6	0.5	<0.1	0.4	0.1	0.3	<0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1
94-53	H 01	1.7	0.4	2.9	7.7	9.4	0.9	7.6	0.3	0.2	<0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	<0.1	0.1
95-09 A	H 01	0.56	0.13	0.44	0.86	0.91	<0.1	0.49	0.22	0.26	<0.5	<0.1	0.73	1.5	1.3	0.33	<0.1
95-09 A	H 02	0.56	0.28	0.27	1	1.1	0.13	0.55	0.28	0.31	<0.5	<0.1	0.58	1.4	1.8	0.14	<0.1
95-09 A	H 03	0.51	0.25	0.56	0.97	0.99	0.11	0.5	0.29	0.25	<0.5	<0.1	0.57	1.1	1.5	<0.1	<0.1
95-09 A	H 04	0.49	<0.1	0.47	0.84	0.89	0.11	0.49	0.23	0.17	<0.5	<0.1	0.76	1.1	1.3	<0.1	<0.1
95-09 A	H 05	0.6	0.2	0.46	0.85	0.96	0.12	0.48	0.28	0.21	<0.5	<0.1	0.52	1.2	1.5	<0.1	0.1
95-09 A	H 06	0.51	0.18	0.44	0.85	0.98	<0.1	0.49	0.2	0.21	<0.5	<0.1	4.5	1.6	1.5	<0.1	0.1
95-09 A	H 07	0.25	0.14	0.4	0.74	0.78	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.25	0.72	1	<0.1	<0.1
95-09 A	H 08	0.33	0.11	0.47	0.86	0.94	0.11	0.46	0.27	0.23	<0.5	<0.1	0.44	1.2	1.4	<0.1	<0.1
95-09 A	H 09	0.4	0.11	0.57	0.97	1	0.15	0.47	0.28	0.2	<0.5	0.1	0.7	1.5	1.5	<0.1	<0.1
95-09 A	H 10	0.39	0.15	0.54	0.91	1.1	<0.1	0.53	0.18	0.21	<0.5	<0.1	3.9	2.1	1.9	<0.1	<0.1
95-09 A	H 11	0.25	<0.1	0.34	0.55	0.6	<0.1	0.31	0.21	0.15	<0.5	<0.1	0.62	1.1	1	<0.1	<0.1
95-09 A	H 12	0.25	<0.1	0.28	0.45	0.5	<0.1	0.34	0.13	<0.1	<0.5	<0.1	1.6	1.1	0.92	<0.1	<0.1
95-09 A	H 13	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.19	0.3	0.21	<0.1	<0.1
95-09 A	H 14	0.21	<0.1	0.19	0.21	0.26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.18	0.46	0.4	<0.1	<0.1
95-09 A	H 15	<0.1	<0.1	0.18	0.28	0.28	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.15	0.57	0.47	<0.1	<0.1
95-01	H 01	0.59	0.27	0.62	0.59	0.46	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	1.6	1.5	2.1	0.9	0.8
95-02	H 01	0.77	<0.1	0.4	0.76	0.94	0.12	0.58	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	1.4	1.3	2.3	0.3	0.4
95-03	H 01	0.42	0.15	0.37	0.68	0.89	<0.1	0.5	0.14	<0.1	<0.5	<0.1	0.49	0.39	1.5	0.37	0.48
95-04	H 01	0.19	0.11	0.31	0.35	0.44	<0.1	0.32	0.18	<0.1	<0.5	<0.1	0.19	0.58	0.68	<0.1	<0.1

Tableau 3 : suite

station	Horizon	CB101	CB105	CB118	CB138	CB153	CB156	CB180	CB28	CB31	CB35	CB52	4,4'-DDT	4,4'-DDD	4,4'-DDE	α HCH	γ HCH
95-05	H 01	0.12	<0.1	0.14	0.24	0.25	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.25	0.24	0.3	<0.1	<0.1
95-06	H 01	0.32	<0.1	0.44	0.76	0.82	0.1	0.38	0.26	0.17	<0.5	<0.1	0.66	1.15	1.3	<0.1	<0.1
95-07	H 01	0.18	<0.1	0.22	0.43	0.38	<0.1	0.2	0.14	<0.1	<0.5	<0.1	0.19	0.38	0.47	<0.1	0.1
95-08	H 01	0.31	<0.1	0.57	0.61	0.69	<0.1	0.4	0.21	0.2	<0.5	<0.1	0.91	0.98	1.3	<0.1	<0.1
95-09	H 01	0.62	0.11	0.54	1	1.06	0.15	0.56	0.46	0.43	<0.5	0.19	2.4	1.8	1.7	<0.1	<0.1
95-10	H 01	0.23	<0.1	0.26	0.41	0.48	<0.1	0.27	0.19	<0.1	<0.5	<0.1	2	0.78	1	<0.1	<0.1
95-11	H 01	0.28	<0.1	0.28	0.46	0.49	<0.1	0.27	0.21	0.1	<0.5	<0.1	0.77	0.52	0.54	<0.1	<0.1
95-12	H 01	0.48	<0.1	0.27	0.25	0.29	<0.1	0.17	0.1	<0.1	<0.5	0.14	0.18	0.23	0.33	<0.1	<0.1
95-13	H 01	0.57	<0.1	0.58	1.1	1.2	0.13	0.61	0.41	0.29	<0.5	0.51	2.7	1.4	0.81	<0.1	<0.1
95-14	H 01	0.28	<0.1	0.24	0.42	0.53	<0.1	0.42	0.2	<0.1	<0.5	0.18	2	0.65	0.27	<0.1	<0.1
95-15	H 01	0.64	0.1	0.64	1.1	1.4	0.19	0.82	0.47	0.31	<0.5	0.32	0.83	1.3	0.88	<0.1	0.29
95-16	H 01	1	0.12	0.66	1.3	1.5	0.16	1	0.57	0.4	<0.5	0.63	2.1	1.7	0.81	<0.1	0.12
95-17	H 01	0.32	<0.1	0.5	0.96	1.2	0.16	0.65	0.44	0.28	<0.5	<0.1	0.54	0.98	0.62	<0.1	0.12
95-18	H 01	0.77	0.24	0.83	1.9	2.3	0.24	1.8	1	0.58		0.66	15.6	4.8	1.2	0.2	0.28
95-19	H 01	0.99	0.25	0.91	1.2	1.6	0.22	1.2	0.21	0.35		0.6	2.2	1.4	1.4	0.45	0.78
95-19	H 02	1	0.11	0.99	1.8	1.8	0.19	1.3	0.88	0.49	<0.5	0.53	0.73	1.5	1.5	<0.1	0.12
95-19	H 03	1.9	0.79	2	2.4	2.8	0.43	1.9	1.46	1	<0.5	0.64	1.1	1.9	1.9	0.86	1
95-19	H 04	2.3	0.63	1.7	2.2	2.6	0.22	1.4	1.2	0.91	<0.5	0.75	0.91	2	1.7	1.3	1
95-19	H 05	1.6	0.77	1.7	2.6	2.5	0.23	1.3	0.2	0.12	<0.5	0.43	0.58	2.3	1.1	0.12	0.2
95-19	H 06	1.4	0.57	1.3	2.1	2	0.25	1.1	0.82	0.5	<0.5	0.36	0.8	1.6	1.1	0.25	0.53
95-19	H 07	1.4	0.42	1.1	1.6	1.6	0.21	1.3	0.82	0.58	<0.5	0.46	0.61	1.6	1	0.16	0.22
95-19	H 08	1.9	0.88	1.9	1.2	1.8	0.21	0.4	0.11	<0.1	<0.5	0.2	0.48	0.9	0.71	0.46	0.45
95-19	H 09	0.71	0.38	0.7	0.61	0.85	<0.1	0.46	0.17	0.2	<0.5	0.19	0.49	0.67	0.47	0.64	1.1
95-19	H 10	0.48	0.22	0.36	0.5	0.49	<0.1	0.26	0.15	0.18	<0.5	<0.1	0.57	0.9	0.35	0.49	1
95-19	H 11	0.91	0.36	0.91	0.82	0.96	<0.1	0.35	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.13	0.36	0.14	9.4	8.3
95-19	H 12	0.77	0.31	0.81	0.58	0.63	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.5	0.83	0.4	0.37	<0.1	6.7	6.3
95-19	H 13	0.26	0.21	0.33	0.41	0.37	<0.1	0.12	<0.1	<0.1	<0.5	0.14	<0.1	0.14	<0.1	0.6	1.3
95-19	H 14	1.5	0.52	1.4	0.88	1.1	0.19	0.3	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	0.5	0.43
95-19	H 15	0.46	<0.1	0.23	0.14	0.28	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.5	0.21	<0.1	0.16	<0.1	0.41	0.62
95-20	H 01	1.2	0.14	0.59	0.72	1	<0.1	0.43	0.27	0.13	<0.5	0.57	0.52	1.5	1.6	0.17	<0.1
95-21	H 01	2.4	0.88	2.6	2.5	3.7	0.24	1.2	1	0.79	<0.5	1.5	0.78	1.5	2.3	0.67	<0.1
95-21	H 02	2	0.95	1.9	2.3	3.2	0.41	1.2	1	0.75	<0.5	1	1	1.5	1.7	0.31	0.64
95-21	H 03	0.88	0.41	1.1	1.5	2.1	0.18	0.86	0.82	0.54	<0.5	0.28	0.7	1.5	1.2	0.37	0.57
95-21	H 04	0.82	0.42	1.3	1.3	1.9	0.13	0.75	0.83	0.46	<0.5	0.43	1	2	1.4	0.14	0.14
95-21	H 05	0.74	0.36	1.3	1.2	1.9	0.16	0.62	0.54	0.32	<0.5	0.4	0.92	1.1	1.4	0.2	<0.1
95-21	H 06	0.74	0.25	0.77	0.9	0.93	<0.1	0.42	0.35	0.25	<0.5	0.32	0.98	1.4	1.1	0.2	<0.1
95-21	H 07		0.18	0.39	0.27	0.4	<0.1	0.2	0.17	0.12	<0.5	<0.1	0.34	0.85	0.49	0.21	0.21
95-21	H 08	0.33	<0.1	0.15	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.2	0.38	0.2	0.37	0.63
95-21	H 09	0.12	<0.1	<0.1	0.11	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.34	0.19	0.13	0.39	<0.1
95-21	H 10	0.21	<0.1	<0.1	0.11	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.25	0.13	<0.1	0.16	<0.1
95-21	H 11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.13	<0.1	<0.1	0.23	<0.1
95-21	H 12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.12	<0.1	<0.1	0.71	0.68
95-21	H 13	0.39	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.11	0.19	<0.1	0.23	0.5
95-21	H 14	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	<0.1
95-21	H 15	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.27	<0.1	<0.1	0.46	0.88
95-21	H 16	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	0.38	<0.1

Tableau 3 : suite

station	Horizon	CB101	CB105	CB118	CB138	CB153	CB156	CB180	CB28	CB31	CB35	CB52	4,4'-DDT	4,4'-DDD	4,4'-DDE	α HCH	γ HCH
96-01	H01	8.1	1.2	7.6	13.6	25	1.7	9.5	0.5	1.1	<1	2.1	12.6	14.4	9.3	0.1	0.3
96-02	H01	<3	0.5	1	2.2	3.6	0.2	1	0.5	1.1	<5	<0.1	1.5	1.6	5.8	0.2	0.5
96-03	H01	0.9	0.2	0.6	0.8	1.4	0.1	0.4	0.3	1.3	<1	0.3	1.5	1.2	4.1	<0.1	0.3
96-04	H01	0.4	<0.1	0.1	0.3	0.8	<0.1	0.2	0.3	1.1	<1	0.3	0.7	1	3.7	<0.1	0.1
96-05	H01	0.8	0.2	0.6	0.8	1.4	<0.1	0.4	0.2	1.4	<1	0.3	0.4	0.9	5.4	<0.1	0.2
96-06	H01	1.3	0.8	1.2	2.6	3.4	0.2	2.1	0.5	1.9	<1	0.7	5	4	4.5	<0.1	0.5
96-07	H01	1.4	0.6	1.1	2.5	3.3	0.1	2.1	0.4	1.2	2.7	1.3	0.7	2.9	3.5	<0.1	0.4
96-08	H01	1.2	1	1.6	5	5.8	0.3	4.5	0.7	2.4	2.4	0.8	7	6.6	12.9	<0.1	0.5
96-09	H01	0.8	0.6	0.9	1.7	2.4	0.1	1.3		0.2	<1	0.3	0.5	1.6	2.9	<0.1	0.3
96-10	H01	<0.1	0.3	0.6	0.7	0.6	<0.1	0.3	0.4	2.6	<1	<0.1	8.1	2.7	8.3	<0.1	1.3
96-11	H01	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	0.1	0.4	<1	<0.1	0.2	0.2	1.5	<0.1	0.7
96-12	H01	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	0.3	0.5	<1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.5
96-13	H01	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	0.5	0.9	<1	<0.1	0.4	<0.1	1.2	0.1	0.4
96-14	H01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	0.5	0.7	<1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	0.2
96-15	H01	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.3	<1	<0.1	<0.1	0.2	0.9	<0.1	0.2
96-16	H01	0.2	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.1	0.8	<1	<0.1	0.2	<0.1	1.6	<0.1	0.5
96-17	H01	0.2	<0.1	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<1	<0.1	0.3	0.4	2.6	0.1	0.1
96-18	H01	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.3	0.7	<1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	0.6
96-19	H01	0.4	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.7	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
96-20	H01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
96-21	H01	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.1	0.6	<1	<0.1	35	5.4	4.7	<0.1	0.3
96-22	H01	0.2	<0.1	0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.2	1.2	<1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.6
96-23	H01	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	0.3	<1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1
96-24	H01	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.6	<1	<0.1	0.2	0.2	1.1	<0.1	0.2
96-25	H01	<0.1	0.1	<0.1	0.2	0.3	<0.1	<0.1	0.2	1.1	<1	<0.1	<0.1	0.2	1	<0.1	0.3
96-26	H01	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.2	0.6	<1	<0.1	<0.1	0.2	0.5	<0.1	0.3
96-27	H01	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.3	0.5	<1	<0.1	0.1	0.1	1	<0.1	0.4
96-28	H01	<0.1	<0.1	0.2	0.3	0.4	<0.1	0.2	0.1	1.1	<1	<0.1	0.1	0.2	1.1	<0.1	0.3
96-29	H01	0.1	<0.1	0.1	0.1	0.4	<0.1	0.2	0.1	0.7	<1	<0.1	<0.1	0.2	0.8	<0.1	0.2
96-30	H01	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.2	0.4	<1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.3
96-31	H01	<0.1	0.2	0.2	0.8	1.4	0.1	0.3	0.2	1.4	1.8	<0.1	0.6	0.6	1.5	<0.1	0.6
96-32	H01	0.3	0.1	0.3	0.6	0.7	<0.1	0.4	0.3	1.4	<1	0.2	6.6	8.2	23.5	<0.1	0.5
96-33	H01	1.6	1.1	2.4	7.1	8.9	0.7	6.9	1.1	1.8	<1	0.6	1.4	6.8	10.3	<0.1	0.4
96-34	H01	2.3	0.7	1.5	4	4.7	0.2	3.6	0.6	1.5	<1	0.5	0.9	5	7.6	<0.1	0.5
96-35	H01	0.8	0.3	1	1.8	2.4	<0.1	1.3	0.1	1.5	<1	<0.1	0.4	1	2.3	<0.1	0.5
96-36	H01	0.9	0.3	0.8	1	1.3	<0.1	0.7	0.4	1.2	<1	<0.1	0.5	1.1	3.3	<0.1	1
96-37	H01	<0.1	0.4	0.2	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	0.2	0.3	<1	<0.1	0.2	0.3	1.5	<0.1	0.6
96-38	H01	0.2	<0.1	0.2	0.3	0.4	<0.1	0.3	0.3	0.2	<1	<0.1	0.2	0.4	1.3	<0.1	0.4
96-39	H01	0.7	0.4	0.5	1	1	<0.1	0.6	0.2	0.5	<1	<0.1	0.4	0.9	2.8	<0.1	0.4
96-40	H01	0.4	0.3	0.7	1.1	1.3	0.1	0.8	0.1	0.3	<1	<0.1	0.6	0.9	2.4	<0.1	0.6
96-41	H01	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.7	0.5	<1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.3
96-42	H01	0.3	<0.1	0.2	0.3	0.2	<0.1	0.1	0.1	0.6	<1	<0.1	1.8	0.5	1.2	<0.1	0.3

Tableau 4 : Immersions des différents horizons et résultats bruts obtenus pour les hydrocarbures polyaromatiques en µg/kg, poids sec (3 pages).

station	Horizon	Immersion mini-maxi (cm)	Fluoranthène	Benzo 3,4 pyrène	Benzo 3,4 fluoranthène	Benzo 1,12 pérylène	Benzo 11,12 fluoranthène	Indéno (1,2,3 cd) pyrène
94-01	H 01	0 - 1	95	30.5	46.5	57.4	53.5	61
94-02	H 01	0 - 1	600	390	500	400	240	360
94-03	H 01	0 - 1	400	160	160	153	73	116
94-04	H 01	0 - 1	8200	2340	2790	2525	1320	1900
94-05	H 01	0 - 1	285	154	185	170	89	130
94-06	H 01	0 - 1	690	332	345	271	172	270
94-07	H 01	0 - 1	170	86	113	100	130	94
94-08	H 01	0 - 1	183	79	102	70	45.6	71
94-09	H 01	0 - 1	66	28.8	43	31	17.6	30.7
94-10	H 01	0 - 1	207	116	143	114	160	105
94-11	H 01	0 - 1	207	160	184	160	82	125
94-12	H 01	0 - 1	200	100	118	100	50	73
94-13	H 01	0 - 1	500	290	316	238	143	188
94-14	H 01	0 - 1	47	25	32	27	14	17.6
94-15	H 01	0 - 1	105	52.6	67	43.3	27.7	35.5
94-16	H 01	0 - 1	26.2	7.6	24.2	9.8	5	6.5
94-17	H 01	0 - 1	26	8.8	20	10.7	5.5	9.8
94-18	H 01	0 - 1	26.8	8.8	10.5	10.9	5.2	6.5
94-19	H 01	0 - 1	87	26.3	50	36.1	20.8	28.8
94-20	H 01	0 - 1	135	57.8	85.7	66.6	37.2	57.7
94-21	H 01	0 - 1	252	125	152	118	66.6	111
94-21	H 02	1 - 2	229	123	139	113	61	100
94-21	H 03	2 - 3	330	150	200	144	216	147
94-21	H 04	3 - 4	294	15.3	184	15	81	13.8
94-21	H 05	4 - 5	300	153	17.4	150	78.3	122
94-21	H 06	5 - 7	258	130	152	127	68	66.5
94-21	H 07	7 - 9	223	118	150	104	63	106
94-21	H 08	9 - 11	348	160	213	150	230	150
94-21	H 09	11 - 13	352	175	215	163	95.5	133
94-21	H 10	13 - 16	616	257	364	256	164	220
94-21	H 11	16 - 19	716	337	412	318	187	230
94-21	H 12	19 - 22	666	317	377	300	170	230
94-21	H 13	22 - 25	208	178	221	180	98	138
94-21	H 14	26 - 29	17.6	5.3	11.2	9.4	5.1	12.1
94-21	H 15	30 - 31	293	117	154	125	70	92.3
94-22	H 01	0 - 1	26.5	9.6	11	10.3	13	13
94-23	H 01	0 - 1	58.8	25.1	18.4	21.3	10	16
94-24	H 01	0 - 1	8.2	<1	<1	<1	<1	<1
94-25	H 01	0 - 1	566	407	311	262	176	250
94-26	H 01	0 - 1	566	378	315	325	170	211
94-27	H 01	0 - 1	47.7	28	23.5	24.5	32.5	21
94-27 A	H 01	0 - 1	366	242	214	225	117	153
94-28	H 01	0 - 1	94	40.2	80	84	21.8	55.3
94-29	H 01	0 - 1	47	83.1	81.2	82.2	39.8	14.3
94-30	H 01	0 - 1	35.2	21	20	21.3	11.8	16
94-31	H 01	0 - 1	200	76	115	89	52	67
94-32	H 01	0 - 1	16.4	4.9	12.2	9.3	4.7	10
94-33	H 01	0 - 1	14.1	4.6	1.6	7.5	3.7	7.9
94-33 A	H 01	0 - 1	3260	1610	1370	1415	736	1022
94-34	H 01	0 - 1	154	122	115	129	60	87
94-35	H 01	0 - 1	196	152	134	150	69	104
94-36	H 01	0 - 1	266	283	283	305	146	233
94-37	H 01	0 - 1	463	350	322	359	171	238
94-38	H 01	0 - 1	1220	1010	890	900	480	650
94-39 A	H 01	0 - 1	270	240	200	218	108	150
94-40	H 01	0 - 0.2	16	10.2	10.9	10.6	5.6	8
94-40	H 02	0 - 1	152	130	142	136	69.4	108
94-40	H 03	1 - 2	172	122	116	110	64.7	80
94-40	H 04	2 - 3	120	111	117	115	57	79
94-40	H 05	3 - 4	84	65	57	64.5	32	39
94-40	H 06	4 - 5	207	142	137	140	70.7	98
94-40	H 07	5 - 6	159	137	135	152	68	104
94-40	H 08	6 - 7	162	168	168	177	81.6	130
94-40	H 09	7 - 9	143	171	168	184	83.8	130
94-40	H 10	9 - 11	149	130	145	142	71.8	108
94-40	H 11	11 - 13	83	161	77.8	166	83.3	133
94-40	H 12	13 - 16	93.3	151	145	158	77.5	116
94-40	H 13	16 - 19	80	91.2	88.5	94.4	46.8	70.8
94-40	H 14	19 - 22	80	104	110	117	56.4	91.6
94-40	H 15	23 - 24	19.2	9.3	12	11.3	5.2	8.2
94-41	H 01	0 - 1	270	240	200	218	108	150
94-42	H 01	0 - 1	198	140	142	147	70	120
94-43	H 01	0 - 1	76.8	70	66.6	72.5	35.7	46.6

Tableau 4 : suite

station	Horizon	Immersion mini-maxi (cm)	Fluoranthène	Benzo 3,4 pyrène	Benzo 3,4 fluoranthène	Benzo 1,12 pérylène	Benzo 11,12 fluoranthène	Indéno (1,2,3 cd) pyrène
94-44	H 01	0 - 1	172	117	230	118	61	96
94-45	H 01	0 - 1	148	90	82	86	40	68.4
94-46	H 01	0 - 1	89	65.3	74	67.7	35.2	63.1
94-47	H 01	0 - 1	177	113	121	114	56	86.3
94-48	H 01	0 - 1	22	10.7	18.5	17	8.1	15
94-52	H 01	0 - 1	350	278	262	270	130	204
94-53	H 01	0 - 1	606	516	592	430	294	350
95-01	H 01	0 - 1	55	20	25	20	10	15
95-02	H 01	0 - 1	55	30	25	25	15	20
95-03	H 01	0 - 1	85	50	55	45	30	40
95-04	H 01	0 - 1	60	25	30	20	15	20
95-05	H 01	0 - 1	20.8	7.1	8.6	6.4	4	5
95-06	H 01	0 - 1	180	54.4	66.2	48.5	34.2	41.1
95-07	H 01	0 - 1	60.7	21.1	29.4	21.1	14.4	17.8
95-08	H 01	0 - 1	300	117	118	84.5	61.9	71.1
95-09	H 01	0 - 1	196	58.9	60.3	49.1	30.2	35.5
95-09 A	H 01	0 - 1	132	50	67.6	46.6	32.7	40
95-09 A	H 02	1 - 2	176	52.2	73.5	48.4	35.6	44.4
95-09 A	H 03	2 - 3	164	70.6	73.5	56.5	37.1	48.9
95-09 A	H 04	3 - 4	160	65.6	70.6	52.2	33.7	44.4
95-09 A	H 05	4 - 5	180	75.6	70.6	55.9	35.4	42.2
95-09 A	H 06	5 - 6	185	83.2	68.2	58.1	34.8	41.7
95-09 A	H 07	7 - 8	89.7	59.3	64.8	46.5	31	39.6
95-09 A	H 08	9 - 10	192	87.9	84.1	66.3	41.5	58.3
95-09 A	H 09	11 - 12	200	82.7	76.1	60.5	38.8	45.8
95-09 A	H 10	13 - 14	181	79.4	72.7	58.1	36.9	47.9
95-09 A	H 11	16 - 17	204	79.4	79.5	60.5	39.8	50
95-09 A	H 12	19 - 20	152	54.1	61	41.6	30.3	40.2
95-09 A	H 13	22 - 23	93.1	33.8	39	26.2	18.6	25
95-09 A	H 14	25 - 26	94.8	27.8	34.7	22.2	17.4	21.8
95-09 A	H 15	27 - 28	67.2	23.3	29.7	19	14	19.6
95-10	H 01	0 - 1	58.6	19.5	25.8	16.3	12.5	18.5
95-11	H 01	0 - 1	44.8	14.3	19.9	12.2	9.1	14.1
95-12	H 01	0 - 1	34.5	12	15.3	9.1	7.2	12
95-13	H 01	0 - 1	58.6	21.1	32.2	17.2	13.4	18.5
95-14	H 01	0 - 1	41.4	14.3	21.2	11.3	8.3	12
95-15	H 01	0 - 1	51.7	17.3	29.7	15.8	11.9	16.3
95-16	H 01	0 - 1	41.4	15	27.1	13.6	9.8	14.1
95-17	H 01	0 - 1	34.5	9.8	21.2	10	6.8	12
95-18	H 01	0 - 1	106	46.3	54.8	34.4	21.7	30
95-19	H 01	0 - 1	92.3	34.7	57.1	38.5	24.3	37.5
95-19	H 02	1 - 2	75.8	32.9	57.1	36.5	23.3	36
95-19	H 03	2 - 3	70.2	30.3	52.4	33.6	21.5	32
95-19	H 04	3 - 4	58.9	25.4	37.5	27.6	16	22
95-19	H 05	4 - 5	50.5	36.6	51.1	48.2	22.2	30
95-19	H 06	6 - 7	69.5	26	46.7	41.8	19.7	27.5
95-19	H 07	8 - 9	80	33.7	51.1	46.4	21.8	27.5
95-19	H 08	10 - 11	39.5	13.9	27.6	25.5	10.1	14.8
95-19	H 09	13 - 14	16.9	3.5	10.7	7.3	3.6	5.3
95-19	H 10	16 - 17	17.8	4.8	12.5	11	3.8	5.2
95-19	H 11	19 - 20	12.4	1.3	8	6.5	2	3.1
95-19	H 12	22 - 23	11.5	<1	6.7	6.2	1.3	2.6
95-19	H 13	25 - 26	9.8	1.5	9.3	1.3	1.1	2.1
95-19	H 14	28 - 29	8.9	1	9.8	5.4	<1	2.1
95-19	H 15	30 - 31	19.6	2.4	10.7	6.5	2.1	4.2
95-20	H 01	0 - 1	67.4	32.8	34.4	41.8	18	22.5
95-21	H 01	0 - 1	71.7	28.3	45.1	36.7	18.7	25.5
95-21	H 02	1 - 2	106	31.4	52.8	35.5	22.6	32
95-21	H 03	2 - 3	85.7	32	52.8	41.1	23.4	33
95-21	H 04	4 - 5	74.3	31.4	49.8	37.8	21.7	32
95-21	H 05	6 - 7	80	32	49.8	37.7	22.3	32
95-21	H 06	8 - 9	45.7	14.8	28.6	21.1	12.4	19
95-21	H 07	11 - 12	51.4	13.8	31.7	22.2	13.3	21
95-21	H 08	14 - 15	33.3	10.2	22.7	16.7	8.1	13.3
95-21	H 09	17 - 18	20.8	4.9	13.6	9.7	3.6	6.7
95-21	H 10	20 - 21	23.3	6.2	13.8	10	4.4	6.7
95-21	H 11	23 - 24	10	1.6	8.3	5.3	1.5	5.6
95-21	H 12	26 - 27	8.3	1	8.7	4.6	<1	4
95-21	H 13	28 - 29	6.7	1.3	10.6	5.3	1	4.8
95-21	H 14	30 - 31	10.8	<1	10.8	5.3	1.1	3.6
95-21	H 15	32 - 33	9.1	<1	13.1	5.3	<1	3.2
95-21	H 16	33 - 34	4.5	<1	12.5	4.5	<1	2

Tableau 4 : suite

station	Horizon	Immersion mini-maxi (cm)	Fluoranthène	Benzo 3,4 pyrène	Benzo 3,4 fluoranthène	Benzo 1,12 pérylène	Benzo 11,12 fluoranthène	Indéno (1,2,3 cd) pyrène
96-01	H 01	0 - 1	1830	1200	1230	1050	650	946
96-02	H 01	0 - 1	430	230	252	210	136	214
96-03	H 01	0 - 1	319	173	252	202	138	205
96-04	H 01	0 - 1	215	141	141	116	73	107
96-05	H 01	0 - 1	147	128	178	158	89	142
96-06	H 01	0 - 1	453	229	241	195	126	183
96-07	H 01	0 - 1	360	176	200	168	108	150
96-08	H 01	0 - 1	187	116	130	121	66	108
96-09	H 01	0 - 1	213	107	124	100	64	92
96-10	H 01	0 - 1	100	51	57	45	29	42
96-11	H 01	0 - 1	20	5.8	10	7.6	4.4	7
96-12	H 01	0 - 1	31.7	11.1	14.5	10.8	7.3	9.7
96-13	H 01	0 - 1	40	16.5	19.5	16	10.4	13.4
96-14	H 01	0 - 1	40	14.7	16.8	12.8	9.1	10.8
96-15	H 01	0 - 1	17.5	5.3	7.3	6.1	3.5	5.4
96-16	H 01	0 - 1	53.3	15.6	17.7	13.4	9.3	11.3
96-17	H 01	0 - 1	115	45.5	52.3	40.1	29.4	36.6
96-18	H 01	0 - 1	25	8.7	13.6	10.5	5.8	9.7
96-19	H 01	0 - 1	13.3	4.5	7.3	5.8	3.2	4.8
96-20	H 01	0 - 1	13.3	3.6	6.8	5.2	2.8	4.3
96-21	H 01	0 - 1	16.9	5.9	6.9	7	3.6	4.3
96-22	H 01	0 - 1	17.9	5.5	8.3	7	3.5	5.4
96-23	H 01	0 - 1	8.9	3.3	4.7	4.2	1.9	2.7
96-24	H 01	0 - 1	21.4	9	13.7	12.7	6.4	10.9
96-25	H 01	0 - 1	14.3	5.7	13.7	9.9	4.5	8.7
96-26	H 01	0 - 1	16.1	5.5	11.8	9.9	4.2	8.7
96-27	H 01	0 - 1	67.9	34.6	40.2	40.1	19.9	31
96-28	H 01	0 - 1	64.3	33.4	42.6	38	20.5	31
96-29	H 01	0 - 1	58.9	26.6	32.8	29.6	16.6	24.5
96-30	H 01	0 - 1	16.1	4.9	8.3	7.7	3.8	6.5
96-31	H 01	0 - 1	26.7	9.9	19.3	12.5	7.7	13.5
96-32	H 01	0 - 1	56.6	31.6	43	40	20.3	34.6
96-33	H 01	0 - 1	390	209	242	212	123	183
96-34	H 01	0 - 1	570	256	263	223	140	196
96-35	H 01	0 - 1	103	51.5	172	55	30.8	46.2
96-36	H 01	0 - 1	73.3	41.2	45.6	47.5	23.1	38.5
96-37	H 01	0 - 1	346	152	153	147	82	116
96-38	H 01	0 - 1	375	161	157	136	85.4	108
96-39	H 01	0 - 1	318	152	156	138	84.1	117
96-40	H 01	0 - 1	264	130	130	122	69.2	104
96-41	H 01	0 - 1	14	3.5	6.5	3.8	2.5	4.2
96-42	H 01	0 - 1	141	49.2	65.6	55.3	34.7	52.1

QUELQUES UNITÉS ET SYMBOLES UTILISÉS

µg/g : microgramme par gramme
µg/kg : microgramme par kilogramme
µm : micron (10^{-6} mètre)
R² : coefficient de corrélation

Al : aluminium
Cd : cadmium
Cu : cuivre
Fe : fer
Hg : mercure
Li : lithium
Mn : manganèse
Pb : plomb
Zn : zinc

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques
PCB : Polychlorobiphényles
CB138 : 2,2',3,4,4',5-hexachlorobiphényle
4,4'-DDT : 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthane
4,4'-DDE : 1,1-dichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthylène
4,4'-DDD : 1,1-dichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthane
γ-HCH : 1α,2α,3β,4α,5α,6β-hexachlorocyclohexane
α-HCH : 1α,2α,3β,4α,5β,6β-hexachlorocyclohexane

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier ici ceux qui ont rendu cette étude possible par l'aide qu'ils ont apportée à tout ou partie des trois campagnes de prélèvement :

Yves Chérin et Philippe Vandewalle de la Réserve Nationale de Camargue,
Isabelle Auby, Claude Chiantella, Jean-Louis Guillou, Michel Joanny,
Claude Le Bec, Jean-Yves Quintin et Jean-Claude Sauvagnargues
de l'Ifremer,

Han Gengchen, stagiaire de la République Populaire de Chine,
ainsi que l'**équipage** du navire L'EUROPE.

Document préparé sous la responsabilité de D. CLAISSE
Cartes : D. CLAISSE et B. RAFFIN.
Photo de couverture : d'après J.C. SAUVAGNARGUES

Impression et couverture :
INSTAPRINT - 1-2-3, levée de la Loire - LA RICHE - B.P. 5927 - 37059 TOURS cedex - Tél. 02 47 38 16 04

Dépôt légal 4ème trimestre 1998



Direction de l'Eau
20, avenue de Ségur, 75302 PARIS 07 SP



Centre de Nantes
Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral
BP 21105, 44311 NANTES CEDEX 03