

Réseau Intégrateurs Biologiques

RINBIO 2006

Evaluation de la qualité des eaux basée sur
l'utilisation de stations artificielles de moules en
Méditerranée : résultats de la campagne 2006



Réseau Intégrateurs Biologiques

RINBIO 2006

Evaluation de la qualité des eaux basée sur
l'utilisation de stations artificielles de moules en
Méditerranée : résultats de la campagne 2006

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST.DOP/LER-PAC/07-24 Diffusion : libre : X restreinte : interdite :		date de publication : Déc. 2007 nbre pages : 104 bibliographie non illustration(s) non langue du rapport : F
Validé par : Didier Sauzade Adresse électronique : bruno.andral@ifremer.fr		
Titre et sous-titre du rapport : Réseau Intégrateurs Biologiques : campagne 2006		
Auteurs principaux : Bruno Andral, Corinne Tomasino	Organisme / Direction / Service, laboratoire DOP/LER/PAC	
Collaborateur(s) : C. Ravel, E. Emery		
Organisme commanditaire : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse		
Résumé : Le Réseau Intégrateurs Biologiques (RINBIO), développé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, utilise depuis 1996 la technique des stations artificielles de moules pour rendre compte des niveaux de contamination chimique biodisponibles sur la façade méditerranéenne française. Cette 4 ^{ème} campagne était également dédiée à la mise en œuvre de la DCE sur les deux districts Rhône et Côtiers Méditerranéens et Corse conformément à leur SDDE. Elle a ainsi permis pour la première fois d'évaluer les niveaux de contamination de 29 substances sur les 41 que comptent les annexes IX et X de la DCE. Pour les métaux lourds, les secteurs présentant les niveaux les plus élevés sont l'étang de Peyrade (plomb, cadmium), la petite rade de Toulon (plomb, mercure), la lagune de Bages (cadmium, cuivre) la côte Nord - Ouest de la Corse (arsenic). Pour les molécules organiques, la contamination est plus diffuse, avec plusieurs secteurs impactés : les étangs de La Peyrade, du complexe palavasien, de Berre et de Palo pour les PCBs et les stations mer du golfe de Fos, de Cortiou, de Pampelone et de Cannes avec un maximum dans la petite rade de Toulon. Pour les composés du DDT se sont essentiellement les étangs languedociens qui sont impactés (Ayrolle, Gruissan, complexe palavasien), mais également la station mer de Fréjus Ouest à l'embouchure de l'Argens. Pour les HAPs, ce sont le grau de l'étang de Bages, et la petite rade de Toulon qui présentent les niveaux les plus élevés. Concernant les molécules complémentaires des annexes IX et X de la DCE, les résultats montrent que seuls l'Endosulfan, l'Endrine, le Tributylétain, le 4 para-nonylphénol et la DEHP dépassent les limites analytiques de la méthode utilisée. La conversion des données en concentrations dans l'eau a été entreprise pour chaque molécule en utilisant les formules de conversion recommandées par l'Ifremer et le MEDAD afin de comparer les résultats aux Normes de Qualité Environnementales (NQE) provisoires disponibles dans la circulaire 2007/23 du 7 mai 2007 du MEDAD. Le traitement a permis d'identifier plusieurs pistes de travail à explorer pour améliorer la méthode et optimiser la signification des résultats. A ce stade, seuls les composés du Tributylétain pour les rades de Toulon et de Nice dépassent leur NQE.		
Mots-clés : Biomonitoring actif, contaminants chimiques, moules.		

sommaire

FICHE DOCUMENTAIRE.....	5
1. INTRODUCTION.....	11
2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	13
2.1. ESPECE.....	13
2.2. ECHANTILLONS.....	13
2.3. PERIODE D'IMMERSION.....	13
2.4. STRUCTURE ET SUPPORT DES MOUILLAGES.....	13
2.5. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE.....	14
2.6. PARAMETRES ANALYSES.....	15
3. CAMPAGNE A LA MER.....	17
3.1. OPERATIONS DE POSE.....	17
3.2. OPERATIONS DE RELEVÉ.....	18
4. RESULTATS.....	21
4.1. MORTALITE.....	21
4.2. BIOMETRIE.....	21
4.3. RESULTATS BRUTS DE CONTAMINATION CHIMIQUE.....	25
4.4. MODELES D'AJUSTEMENT DES DONNEES.....	26
4.5. METHODE D'AJUSTEMENT DES DONNEES BRUTES.....	28
5. INTERPRETATION DES DONNEES.....	29
5.1. CADMIUM.....	29
5.2. MERCURE.....	33
5.3. ZINC.....	36
5.4. CUIVRE.....	38
5.5. PLOMB.....	41
5.6. NICKEL.....	45
5.7. CHROME.....	49
5.8. ARSENIC.....	53
5.9. POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB).....	57
5.10. DDT ET SES METABOLITES (DDD, DDE).....	60
5.11. HEXACHLOROCYCLOHEXANE - γ HCH (LINDANE).....	64
5.12. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP).....	67
5.12.1. Fluoranthène.....	71
6. SYNTHÈSE REGIONALE.....	75
6.1. DETERMINATION DE CLASSES DE QUALITE.....	75
6.2. TRAITEMENT DES DONNEES ET CLASSIFICATION.....	78
7. ETAT CHIMIQUE DES MASSES D'EAU AU TITRE DE LA DCE.....	83
7.1. METHODE.....	83
7.2. ANALYSE DES DONNEES.....	85
7.3. RESULTATS.....	87
8. CONCLUSION.....	95
9. BIBLIOGRAPHIE.....	97
ANNEXE 1 : PROTOCOLES ANALYTIQUES.....	99
ANNEXE 2 : DONNEES BRUTES.....	101

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée-Corse délimite le littoral par une double bande terrestre et marine, découpée en cinquante zones homogènes. C'est à travers ces cadres territoriaux qu'a été conçu le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM) pour disposer d'un dispositif intégré de connaissance et d'évaluation de la qualité des eaux littorales à l'échelle de la façade.

Parmi les propositions opérationnelles du RLM, le premier thème développé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse était d'évaluer les niveaux de contamination chimique dans la zone où les concentrations mesurées ne sont plus imputables à un rejet identifié, mais résultent de l'effet moyen de l'ensemble des apports qui l'affectent (champ moyen).

Pour répondre à cet enjeu, l'Ifremer en partenariat avec l'IRSN et l'Agence de l'Eau développent depuis 1994 la technique des stations artificielles de moules en utilisant les capacités de biointégrateurs de cet organisme.

Une première campagne, menée en 1996, a permis de rendre compte des niveaux de contamination chimique et radioactive biodisponible sur de nombreuses zones, certaines n'ayant jamais fait l'objet d'investigations. Elle a montré également qu'il était nécessaire d'approfondir la connaissance des processus de bioaccumulation en relation avec les particularités trophiques de la Méditerranée et de mieux en maîtriser les limites pour configurer un réseau utilisable à l'échelle de la façade.

Avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau, l'Ifremer a réalisé trois nouvelles campagnes (1998, 2000 et 2003) qui ont permis de pérenniser le réseau en optimisant la technique et l'interprétation des résultats. Le traitement des données brutes de contamination permet d'ajuster les résultats à un individu standard et de les comparer indépendamment de l'hétérogénéité physico-chimique et trophique des sites expérimentés. En conclusion, cette méthode des stations artificielles de moules a été validée pour évaluer et suivre la contamination chimique à l'échelle de la Méditerranée française.

Cette nouvelle campagne du réseau RINBIO avait deux objectifs principaux :

- Déployer à l'échelle de la façade le réseau dans le prolongement des campagnes 2000 et 2003 pour évaluer les niveaux de contamination chimiques dans chaque zone homogène du SDAGE RM&C ;
- Dans les districts Rhône et Côtiers Méditerranéens et Corse, évaluer les niveaux de contamination chimique dans chaque masse d'eau identifiée au titre du contrôle de surveillance pour répondre aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau, conformément au Schémas Directeurs des Données sur l'Eau des deux districts.

1. Introduction

La mesure directe des contaminants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables à de nombreux échantillons prélevés le long d'un important linéaire côtier. Par ailleurs, la variabilité du milieu littoral confère une représentativité limitée à une mesure ponctuelle effectuée dans la colonne d'eau.

Le biomonitorage utilisant la moule repose sur l'hypothèse que le contenu en contaminant dans la chair de cet animal reflète la concentration en contaminants biodisponibles dans l'eau sous forme particulaire et/ou dissoute, selon un processus de bioaccumulation. Cette hypothèse a été validée pour les substances chimiques de type dites hydrophobe ou intermédiaire, susceptibles de se bioaccumuler, caractérisées par un coefficient de partage n-octanol – eau supérieur à 3.

Les techniques dites des bioindicateurs - quantitatifs utilisent la bioaccumulation pour mesurer les niveaux de contamination chimique du milieu, tout en atténuant les fluctuations à court terme du milieu. Les stratégies développées sont de deux types. Celles qui utilisent les populations indigènes de moules sauvages ou cultivées (biomonitorage passif, cas du RNO) et celles qui ont recourt aux transplants d'individus provenant d'un site de référence (biomonitorage actif). Des gisements naturels de moules n'étant pas présents sur tout le linéaire côtier en Méditerranée française, le Réseau Intégrateurs Biologiques (RINBIO) s'appuie sur cette dernière stratégie.

Un programme de surveillance utilisant des transplants à une si large échelle spatiale se trouve confrontée au suivi de secteurs hétérogènes du point de vue physico-chimique et trophique. La variabilité des milieux peut brouiller le signal obtenu par la mesure directe des contaminants dans la chair du biointégrateur. Pour certains contaminants, la croissance peut agir comme un facteur de dilution de la quantité de contaminant incorporée, l'amaigrissement comme un facteur de concentration. Les cinétiques de bioaccumulation peuvent varier en fonction de facteurs énergétiques, ou selon les propriétés physico-chimiques et hydrologiques du milieu. Cet ensemble de facteurs est désigné pour la suite comme l'effet milieu.

Il a été montré que cet effet milieu ne pouvait être négligé qu'à l'intérieur de secteurs géographiques homogènes quant à leur potentiel trophique.

Chez les mollusques bivalves, notamment les moules, l'indice de condition constitue un bon indicateur de l'état physiologique et de la croissance qui résultent de l'effet milieu. Les résultats acquis dans le cadre du réseau RINBIO ont permis de constater des corrélations robustes indice de condition / concentration en contaminant quel que soit le secteur pour certaines familles de contaminants.

Il est alors possible de déterminer pour ces familles de contaminants un modèle de correction et d'obtenir une concentration indépendante de l'effet milieu, représentative de la concentration en contaminant biodisponible du milieu. Ce modèle permet, à l'échelle du réseau, d'ajuster les résultats à un individu standard et de les comparer indépendamment de l'hétérogénéité physico-chimique et trophique des secteurs à renseigner.

2. Protocole expérimental

2.1. Espèce

La moule de Méditerranée *Mytilus galloprovincialis* est le modèle biologique utilisé, en raison des facilités d'approvisionnement, de sa robustesse et de la bonne connaissance de cette espèce.

Le lot de moule est originaire des filières en mer des Aresquiers en Languedoc-Roussillon, zone reconnue comme peu contaminée au regard des résultats des précédentes études. Cette condition est indispensable à la mise en œuvre du réseau, compte tenu des connaissances acquises sur les processus de bioaccumulation et de décontamination de la moule.

Pour garantir l'homogénéité des lots, une taille de 50 mm, correspondant à des jeunes adultes d'environ 18 mois, est respectée à plus ou moins 5 millimètres.

2.2. Echantillons

Chaque échantillon est composé d'un lot de 2,5 kg de moules calibrées, stocké dans une poche ostréicole. Les échantillons retrempent sur leur site d'origine 4 à 5 jours avant la campagne de pose.

2.3. Période d'immersion

Une immersion de 2,5 mois, comprise entre mars et juillet est recommandée comme compromis entre plusieurs exigences :

- immerger des individus avec suffisamment de réserves énergétiques pour éviter des différences importantes de composition biochimique chez les individus à l'échelle du réseau ;
- opérer pendant la phase de repos sexuel où le métabolisme des individus est le plus stable.

2.4. Structure et support des mouillages

Le mouillage de subsurface est constitué d'une poche conchylicole, relié à un lest de 30 kg et maintenue en pleine eau à une profondeur de 8 m grâce à un flotteur de 11 litres (schéma et photo 1).

Pour garantir un meilleur pourcentage de récupération la poche peut être également fixée sur des points d'immersions adaptés (bouées des phares et balises, récifs artificiels, filières).

Pour pallier aux pertes possibles liés aux activités de pêche, le mouillage de subsurface est doublé voir triplé sur de nombreuses stations pour accroître les chances de récupération.

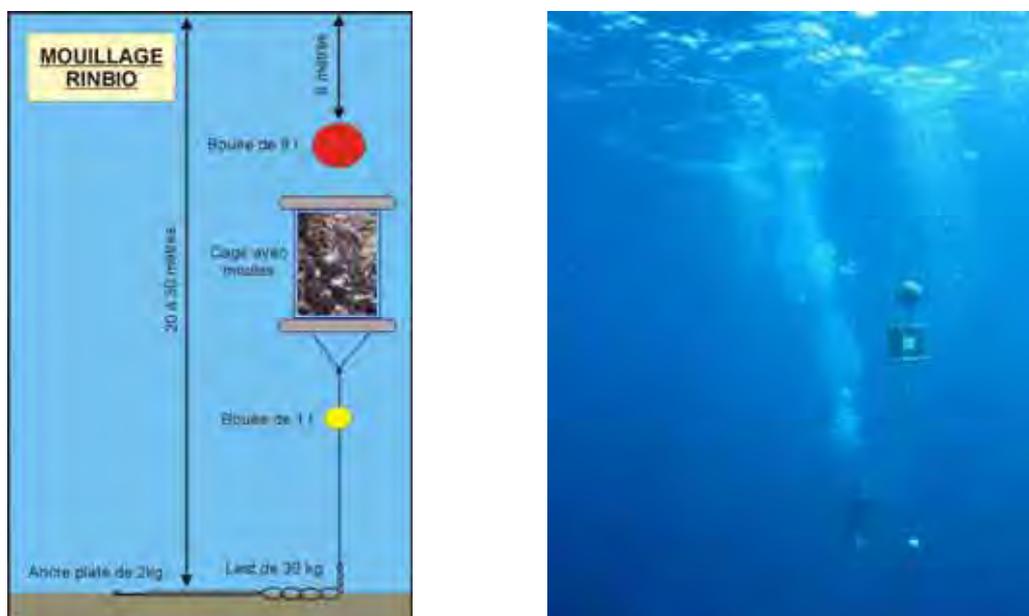


Schéma et photo 1 : structure du mouillage RINBIO

Pour les stations lagunaires, le lot composé de 2,5 kg de moules est également stocké en poche ostréicole. La profondeur des stations, variable selon la configuration bathymétrique des lagunes, permet de maintenir les échantillons à plat à mi-profondeur, sur un trépied ou fixés aux poteaux de tables conchylicoles.

2.5. Stratégie d'échantillonnage

La campagne 2006 a été conçue pour répondre aux objectifs de la Directive Cadre Eau. Le découpage du littoral méditerranéen en masse d'eau côtières et de transition ayant été réalisé dès 2002, le réseau RINBIO avait déjà montré lors de la campagne 2003 qu'il pouvait s'adapter à ce nouveau référentiel et renseigner le champ moyen de l'ensemble des masses d'eau identifiées.

Le plan d'échantillonnage comportait 75 stations mer et 33 stations lagunaires.

Sur la base de ce plan d'échantillonnage, 22 stations mer et 12 stations lagune ont été retenues pour le suivi des molécules bioaccumulables des annexes 9 et 10 de la DCE.

Pour les stations mer, le positionnement a été réalisé comme dans les campagnes précédentes sur une bathymétrie de 20 ou de 30 mètres, selon la configuration des côtes en fixant les poches entre 6 et 10 mètres de profondeur. Cette solution a l'avantage de

faciliter la préparation des mouillages, sans conséquence majeure sur la notion de champ moyen. Elle harmonise la position des échantillons dans la colonne d'eau.

Il est à noter que, pour la première fois, des stations artificielles ont été posées à la demande des autorités monégasques dans les eaux de la Principauté.

2.6. Paramètres analysés

Des procédures standardisées ont été utilisées pour mesurer :

1°) Sur chaque station :

- mortalité du lot, taille de la coquille, poids humide de chair, poids sec de chair, poids sec de coquille, indice de condition ;
- concentrations moyennes en métaux lourds (cadmium, mercure, zinc, plomb, cuivre, arsenic, nickel et chrome) et en contaminants organiques (polychlorobiphényles (PCB), hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH)), α HCH et γ HCH, DDT, DDE et DDD).

2°) Sur 34 stations retenues au titre de la DCE, les contaminants appartenant aux annexes IX et X de la DCE ont été sélectionnés en fonction de leur potentiel de bioaccumulation. Le critère retenu a été la valeur du coefficient de partage n - octanol – eau (supérieur à 3 pour un composé susceptible de se bioaccumuler) et la disponibilité d'une méthode analytique opérationnelle dans la matière vivante, soit en complément des contaminants RINBIO inclus dans les annexes IX et X : Pentachlorobenzène, Hexachlorobenzène, Aldrine, Isodrine, Endosulfan, Trifluraline, Pentachlorophénol, Hexachlorobutadiène, Chloropyriphos, Composés du TBT, Chlofenvinphos, Nonylphénols, Octylphénols, Diethylhexylphtalate, (DEHP), C10 - C13 Chloroalcanes, Diphenylethers bromés (PBDE), Trichlorobenzène.

Les protocoles analytiques sont fournis en annexe 1.

3. Campagne à la mer

Les opérations en mer et en lagune se sont inscrites dans le contexte plus large de la mise en œuvre du programme du contrôle de surveillance de la DCE pour lequel l'Ifremer a été désigné maître d'ouvrage à l'échelle des deux districts.

Il a été possible, grâce à la logistique du réseau RINBIO et l'appui d'un navire océanographique, de réaliser sur les eaux côtières des deux districts le programme du contrôle de surveillance en ce qui concerne l'ensemble des éléments de qualité chimiques et biologiques retenus. L'objectif a également été réalisé dans les eaux de transition en s'appuyant sur le Réseau de Suivi lagunaire (RSL) en Languedoc Roussillon et le Réseau Lagunaire Corse (RLC) en Corse.

Cette première campagne pluridisciplinaire a toutefois nécessité quelques adaptations par rapport au protocole originel, notamment en ce qui concerne les opérations de pose et de relève, pour concilier les besoins opérationnels de mesure sur les différents paramètres retenus par la DCE et la disponibilité des différents opérateurs participants au programme.

3.1. Opérations de pose

Plusieurs semaines ont été nécessaires pour préparer cette campagne :

- conception, essais et fabrication des mouillages,
- autorisations de mouillage,
- préparation des poches,
- choix logistiques,
- planification de la campagne,
- autorisations portuaires,
- informations prud'homies et comités locaux des pêches, ports de plaisance.

Deux techniciens Ifremer se sont rendus chez le fournisseur de moules pour préparer le nombre d'échantillons nécessaires, 7 jours avant la période de pose. Deux tonnes de moules ont été triées, puis conditionnées en pochon de 2,5 kg. L'opération a duré 2 jours. Les poches ont été stockées 4 jours sur les tables Ifremer situées dans un secteur non contaminé de l'étang de Thau. La stabulation a été réalisée lors d'une période exempte d'épisode d'efflorescence phytoplanctonique toxique pour limiter le risque de contamination des secteurs de pose du réseau.

L'immersion des échantillons en mer ouverte (PACA, Languedoc-Roussillon et Corse) a été réalisée entre le 20 mars et le 7 avril 2006 avec le N/O Europe. L'utilisation d'un navire océanographique a permis de conditionner en vivier de 3,5 m³ l'ensemble des poches nécessaires à la campagne et d'embarquer tout le matériel des lignes de mouillage. Cette solution présente l'avantage de réduire les contraintes logistiques et de réaliser en parallèle des opérations complémentaires (prélèvements de sédiments et de benthos, observations et prélèvements sur l'herbier de Posidonie).

Les stations dans les lagunes ont été immergées entre le 27 mars et le 14 avril 2006. Chaque jour, des véhicules logistiques se rendaient à la station Ifremer de Sète où un agent livrait le nombre de poches utiles à la journée, après les avoir prélevées sur la table. Les stations Corse ont été placées lors de la campagne du N/O Europe, en profitant des capacités de stockage des échantillons du bateau.

3.2. Opérations de relève

La récupération des échantillons en mer a été réalisée avec le Cupidon. Catamaran de 12 m rapide et maniable, ce bateau est adapté à la recherche et à la récupération des mouillages. L'instrumentation à bord (GPS différentiel, carte informatique, sonar latéral et sondeur classique, moyens de télécommunication, radar) permet notamment d'améliorer l'efficacité des opérations de relève. L'équipement frigorifique est adapté à une bonne conservation des échantillons (réfrigération des échantillons).

Malgré des conditions de mer souvent difficiles, qui ont nécessité d'adapter au jour le jour la logistique, la campagne a été menée entre 31 mai et le 15 juin 2006.

Le temps de recherche des mouillages dans les conditions normales (météo, présence du dispositif et du mouillage principal) a été de 5 à 10 minutes en moyenne. Le signal du mouillage au sondeur classique et au sondeur latéral est très caractéristique. Grâce à l'utilisation d'un GPS différentiel, très peu de mouillages ont nécessité plus de 10 minutes de recherche, ce qui montre un gain d'efficacité par rapport à la première campagne et laisse à penser que les mouillages non retrouvés ont réellement disparu. Au delà de 15 minutes de recherche sondeur et d'une plongée sur site, le mouillage était considéré comme perdu. Le repérage visuel des bouées des poches est également possible jusqu'à 10 m de fond dans les eaux claires.

La récupération s'est principalement faite en plongée. Elle est rapide, le temps de récupération demande en moyenne 5 à 10 min. Elle est peu dangereuse car les poches sont stabulées entre 6 et 10 m ce qui ne nécessite pas de palier de décompression. Elle permet de visualiser en pleine eau la tenue du mouillage et donc son comportement depuis la pose (photo 2).



Photo 2 : Récupération des stations en plongée.

La récupération des stations lagunaires a été réalisée entre le 5 et le 23 juin 2006.

En mer, 73 stations sur 75 ont été récupérées. Les 2 stations pour laquelle l'ensemble des mouillages ont disparu étaient situées face au Rhône et la Plage Napoléon. Deux échantillons de moules sauvages ont cependant pu être prélevés sur des bouées de signalisation situées à proximité immédiate des stations initialement prévues.

En lagune, sur 33 stations posées, 27 ont été retrouvées. Les échantillons perdus étaient situés sur les étangs de Leucate, Thau (Nord), Berre (Nord), Arnel (1et 3), Ponant. Sur les tables de Leucate et Thau Nord un échantillon de moule a pu être prélevé sur une corde située à proximité immédiate de la station.

Les échantillons récupérés sur les étangs de l'Or (Ouest), Campagnol, Berre (Centre) n'ont pas survécu aux conditions de stabulation probablement à cause d'une salinité trop faible de l'eau.

En résumé sur 108 stations posées, 100 ont été récupérées (92,6 %) et 101 échantillons (93,5 %) ont été analysés.

La carte n° 1 récapitule le positionnement des stations analysées.

Sur site, les moules ont été lavées à l'eau de mer, dégrappées, triées en séparant les individus morts des individus vivants. La mortalité de chaque poche a été déterminée. Un lot de 15 individus était constitué pour le suivi biométrique des échantillons. Un lot d'environ 80 individus était constitué pour la confection des piluliers nécessaires à l'analyse chimique, 120 lorsque la station était destinée au suivi des contaminants des annexes IX et X de la DCE. Cette opération était réalisée chaque jour dans les laboratoires Ifremer après convoyage par route des échantillons et dans la station marine de Stareso pour les échantillons de la côte Ouest de la Corse.



Carte 1 : Positionnement des stations analysées.

4. Résultats

4.1. Mortalité

A l'échelle du réseau, les conditions de stabulation ont été correctes. Les taux de mortalité ne sont pas différents (de l'ordre de 13 %) de celui de l'échantillon témoin prélevé au mois de mars. La mortalité est donc en grande partie imputable aux stress des opérations de calibrage (deux passages en grille) et non à la stabulation elle-même (*Figure 1*).

Les mortalités les plus élevées ont été enregistrées dans les étangs, en particulier l'étang de Bages (24 %) et surtout l'étang de Pierre Blanche (75 %) où les conditions de stabulations étaient extrêmes (salinité faible, température élevée de l'eau au printemps, anoxies...).

4.2. Biométrie

L'analyse de la distribution de la hauteur de coquille (*Figure 2*), témoigne de la bonne calibration des échantillons collectés. La période de stabulation un peu plus courte (2,5 mois) ne semble pas avoir apporté de différences significatives sur la croissance de la coquille. Ces critères de taille ont été respectés pour les échantillons prélevés sur des populations sauvages.

L'analyse de la distribution de l'indice de condition (rapport du poids sec de chair sur le poids sec de coquille) confirme les résultats des précédentes campagnes (*Figure 3*).

Toutes les stations mer situées à l'Ouest de Marseille présentent un caractère mésotrophe, très favorable à la croissance des moules, en relation avec l'influence du panache du Rhône. A l'Est et en Corse, les eaux prennent un caractère oligotrophe.

Les stations lagunaires se situent en position intermédiaire et présentent à leur échelle une hétérogénéité plus importante en relation avec leur configuration bathymétrique et les apports des bassins versants qui les alimentent. L'étude de l'indice de condition et de la mortalité confirme également des conditions de croissance particulièrement défavorables dans les étangs de l'Or et de Palo, comme cela avait été montré en 2003. Le fort taux de mortalité enregistré sur l'étang de Pierre Blanche ne semble pas avoir de conséquence pour la croissance des moules survivantes qui possèdent un des indices de condition les plus élevés du réseau.

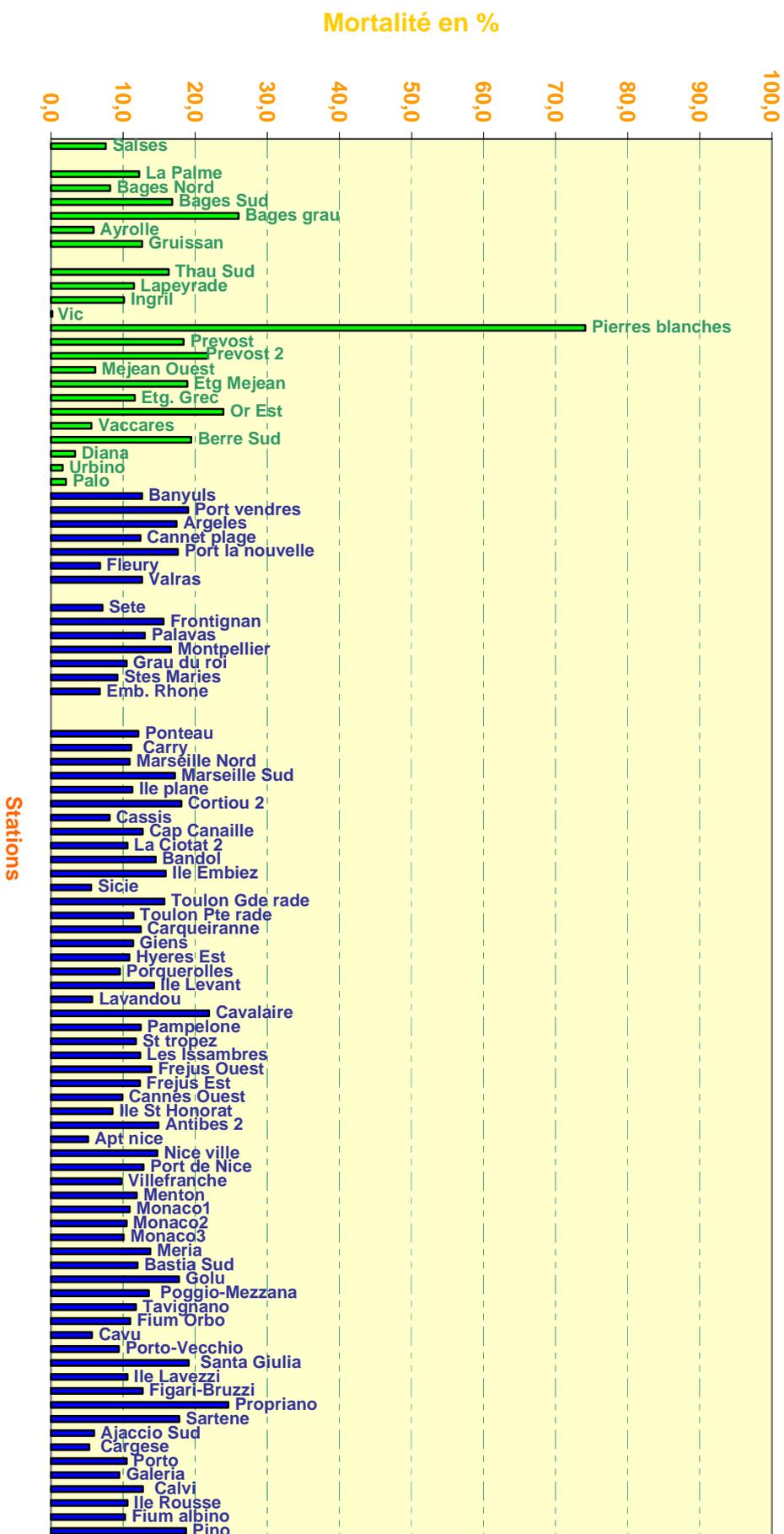


Figure 1 : RINBIO 2006 - Mortalité des échantillons. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

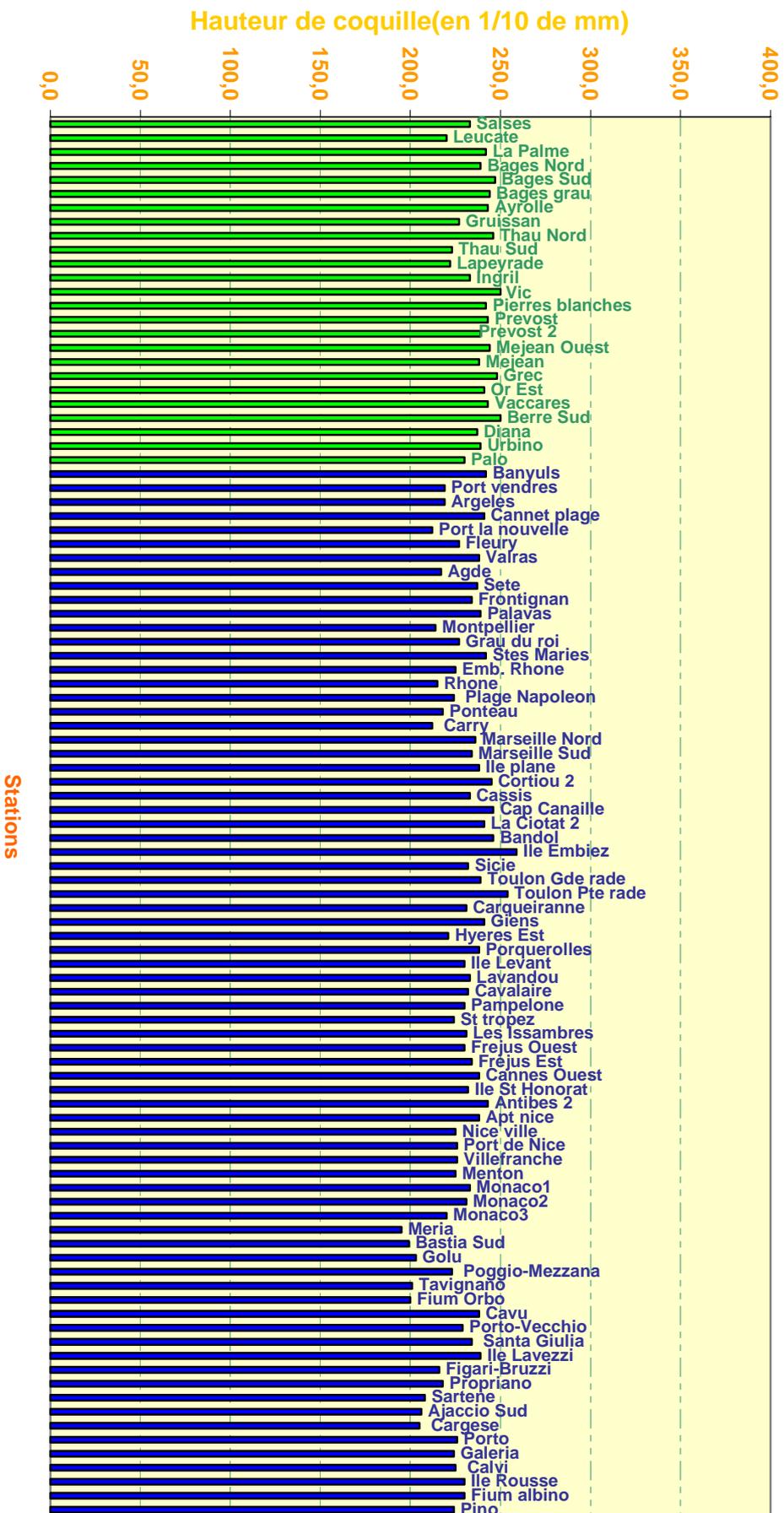


Figure 2 : RINBIO 2006 - Hauteur de coquille des échantillons. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

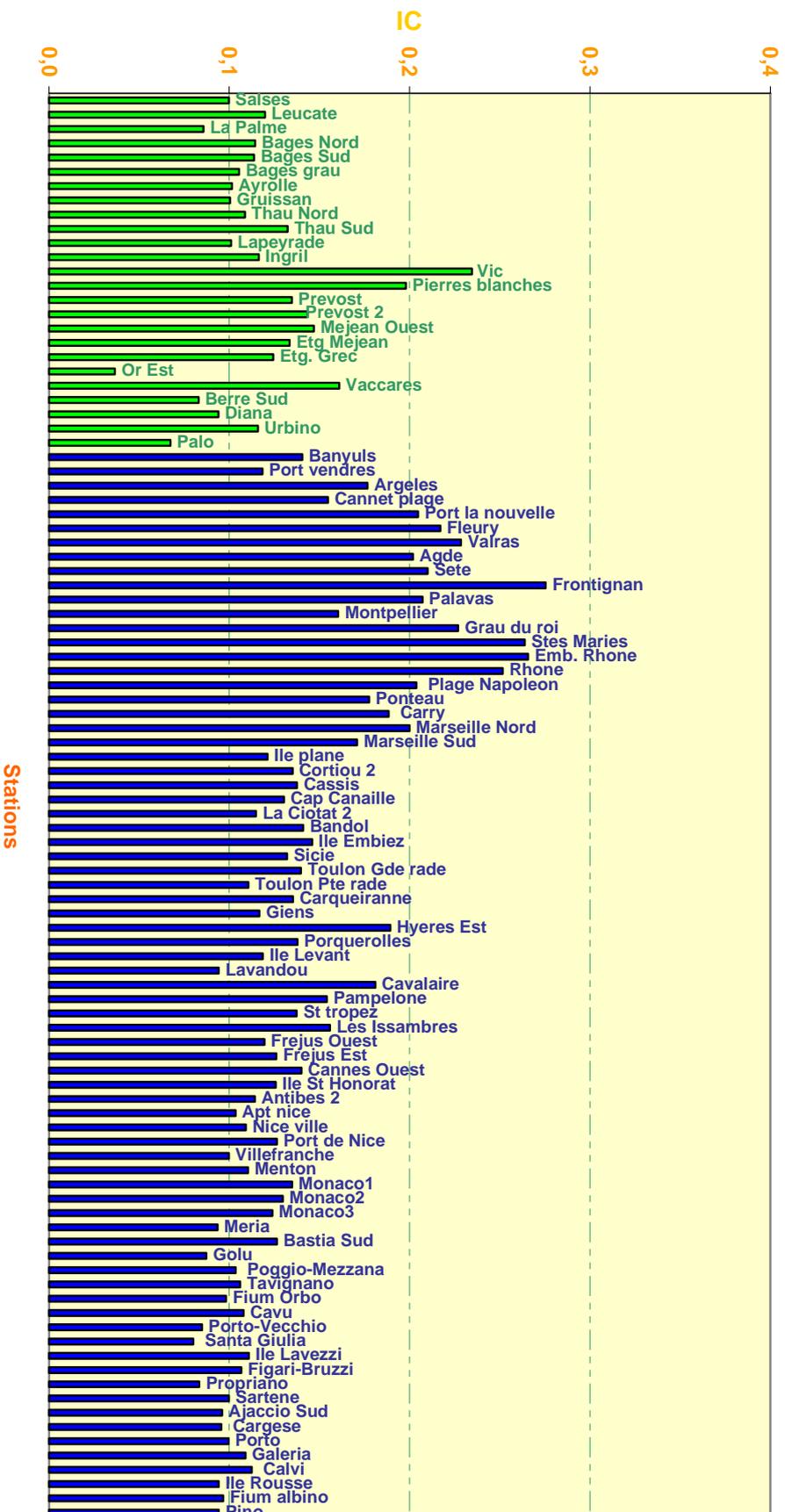


Figure 3 : RINBIO 2006 - Distribution de l'indice de condition. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

4.3. Résultats bruts de contamination chimique

Les résultats bruts de cette campagne observent les mêmes tendances que celles des campagnes 1996, 1998, 2000 et 2003. Certains métaux traces (Cd, Zn, Hg, Ni) présentent des niveaux supérieurs en Corse et en PACA à ceux mesurés à l'embouchure du Rhône ou dans le golfe de Fos, en relation avec la distribution de l'indice de condition des moules. Ces résultats en contradiction avec la localisation des plus importantes sources de contamination s'expliquent par des croissances tissulaires plus faibles dans les secteurs où les concentrations sont les plus fortes. Malgré l'homogénéité du lot de départ et la stabulation réalisée en période de repos sexuel, la concentration corporelle en métal est affectée par la croissance et la composition des tissus, en relation avec les conditions trophiques des sites de stabulation. La comparaison spatiale des résultats bruts n'est donc possible qu'à l'intérieur de secteurs trophiques homogènes. L'interprétation des résultats à l'échelle du réseau est tributaire d'un ajustement des données.

Pour la majorité des congénères de PCB, les concentrations sont inférieures aux limites de détection fixées au début de l'étude. Les CB 153 et 138 restent les meilleurs marqueurs. Ils sont présents dans tous les échantillons.

Pour le DDT et ses métabolites, ce sont ces derniers qui sont le plus souvent retrouvés dans les échantillons à des concentrations relativement faibles, si on les compare aux données de la littérature obtenues sur des échantillons naturels prélevés à la côte.

Le γ HCH ne donne que deux résultats supérieurs à la limite de détection dans le champ moyen, par contre la mesure des isomères α et β qui n'était pas réalisée dans les campagnes précédentes a fourni des informations complémentaires sur cette famille de composés.

Pour les HAP, sur les 16 composés analysés, une grande majorité ne dépasse pas la limite de détection analytique. Aucun composé ne possède un profil de distribution identique à la distribution de la somme des 16. Il existe une grande hétérogénéité de la distribution des composés entre chaque station, à la différence par exemple des PCBs.

Pour les contaminants complémentaires des annexes IX et X qui seront examinés plus en détail dans le § 7, seuls l'Endosulfan, l'Endrine, les composés du Tributylétain, le 4 – paronylphénol et la DEHP donnent localement des valeurs supérieures à la limite de détection analytique. Il est intéressant d'observer que le Tributylétain se retrouve dans la majorité des échantillons.

A l'échelle du réseau, les concentrations observées pour les molécules organiques sont nettement inférieures aux concentrations observées dans la littérature sur des populations naturelles de moules prélevées à la côte. Cette observation n'est pas reproductible pour les métaux traces pour lesquels les niveaux sont globalement équivalents à ceux obtenus sur des moules naturelles. L'effet de dilution dans le « champ moyen » semble plus fort pour les molécules organiques à l'inverse des métaux qui possèdent un caractère conservatif plus important.

En ce qui concerne les valeurs inférieures à la limite de détection de la méthode analytique, quel que soit le contaminant analysé, la moitié de la valeur de la limite de détection a été retenue pour le traitement des données, à l'identique des campagnes précédente.

En ce qui concerne l'évaluation des niveaux de contamination pour les molécules des annexes IX et X de la DCE (cf § 7), c'est la limite de détection analytique qui a été utilisée.

4.4. Modèles d'ajustement des données

Les travaux de recherche autour du RINBIO ont montré que les paramètres physiologiques étaient corrélés à la concentration tissulaire pour certains contaminants. L'indice de condition (PS/PC : poids sec de chair / poids de coquille = IC) est le plus fortement corrélé. Selon la nature des éléments chimiques analysés, deux modèles de régression linéaires expliquent la liaison entre la concentration du contaminant et l'indice de condition.

Pour le premier, la concentration tissulaire [CONT] est inversement proportionnelle à l'indice de condition IC. Les contaminants obéissant à cette règle sont les métaux lourds.

$$[\text{CONT}] = a. [1 / \text{IC}] + b.$$

Pour le second, la concentration tissulaire est proportionnelle à l'indice de condition PS/PC. Les contaminants concernés sont les molécules organiques.

$$[\text{CONT}] = a. \text{IC} + b.$$

Ces corrélations autorisent l'ajustement des résultats analytiques à un individu de référence selon le protocole élaboré en 1998. Seuls les contaminants complémentaires des annexes IX et X n'ont pas été traité selon cette méthode. Le faible nombre de stations analysées n'a pas permis de valider cette méthode de traitement des données. L'interprétation des résultats obtenus pour ces composés est réalisée au § 7.

Lorsque qu'une relation significative existe entre l'indice de condition et la concentration en contaminants, les résultats bruts montrent que la majorité des stations se situent dans des secteurs de faible contamination. Cette hypothèse est par ailleurs confirmée par les résultats des précédentes campagnes et des données du RNO obtenues dans les sédiments.

Pour ces contaminants, les stations situées dans des secteurs contaminés échappent à cette règle et s'individualisent des modèles linéaires par des résultats systématiquement supérieurs. Les modèles obtenus après le retrait de ces stations de la base de donnée permettent d'estimer plus précisément l'effet milieu sur la bioaccumulation des

contaminants et de caractériser un niveau moyen (bruit de fond) de la contamination chimique en Méditerranée française à l'échelle du réseau.

Pour rendre le traitement des données indépendant du jugement de l'opérateur et l'automatiser, nous avons utilisé le logiciel S Plus. Dans le domaine de l'analyse des données et notamment celui de la régression linéaire, il permet de réaliser de façon automatisée l'opération décrite au paragraphe précédent. La fonction « Régression LTS Robuste » traite les données de façon à identifier les « outliers ». Les paramètres du modèle le plus explicatif décrivant la relation [IC / Concentration] pour les stations représentatives du bruit de fond de la contamination à l'échelle du réseau sont recalculés sans ces « outliers » (Tableau 1).

	Model	R-square	p-value
Plomb	PB = 0.031 * CI + 0.875	8.61	0.00
Zinc	ZN = 10.591 * CI + 33.022	65.17	0.00
Cadmium	CD = 0.061 * CI + 0.38	54.40	0.00
Mercuré	HG = 0.005 * CI + 0.028	49.84	0.00
Cuivre	CU = 0.023 * IC + 3.666	0.00	0.98
Nickel	NI = 0.054 * CI + 0.472	31.63	0.00
Arsenic	AS = 0.077 * CI + 21.169	0.12	0.74
Chrome	CR = 0.01 * CI + 0.315	4.34	0.05
DDT	DDT = -2.56 * IC + 2.178	6.28	0.21
DDE	DDE = 15.671 * IC + 2.438	7.22	0.01
DDD	DDD = 5.432 * IC + 1.682	4.44	0.14
Somme DDTs	SDDTs = 36.153 * IC + 2.597	11.71	0.00
GammaHCH	GHCH = NA * IC + NA	0.00	NA
AlphaHCH	AHCH = NA * IC + NA	0.00	NA
BetaHCH	BHCH = 7.127 * IC + 2.057	5.06	0.22
Somme HCHs	SHCHs = 0.039 * CI + 1.54	2.69	0.13
Congénère138	CB138 = 15.944 * IC + 0.491	10.06	0.00
Congénère153	CB153 = 21.49 * IC + 1.595	11.63	0.00
Somme PCBs	SPCBs = 76.697 * IC + 3.133	21.77	0.00
Naphtalène	NAPHTALENE = -9.073 * IC + 5.93	2.22	0.34
Acénaphène	ACENAPHTENE = 2.887 * IC + 1.241	6.07	0.27
Fluoranthène	FLUORANTHENE = 1.919 * IC + 1.88	1.34	0.31
Fluorène	FLUORENE = -4.66 * IC + 4.306	1.68	0.25
Phénanthrène	PHENANTHRENE = 10.382 * IC + 3.146	9.00	0.00
Anthracène	ANTHRACENE = -4.809 * IC + 2.267	26.70	0.09
Benzoanthracène	BZAANTHRACENE = -5.92 * IC + 2.94	13.72	0.14
Chrysène	CHRYSENE = 1.572 * IC + 2.458	0.36	0.74
Pyrène	PYRENE = 6.672 * IC + 1.324	12.48	0.01
Benzoapyrène	BZAP = 20.125 * IC + 0.846	11.66	0.01
Somme 16 HAPs	S16HAPS = 43.027 * IC + 28.597	6.42	0.02

Tableau 1 : Modèles de régression entre l'indice de condition et la concentration en contaminant. R-square coefficient de régression, pc probabilité critique.

Comme on le constate dans le tableau 1, les modèles ne sont robustes et significatifs ($pc < 0,01$) que pour le plomb, le zinc, le cadmium, le mercure, le nickel, le DDE, la somme des métabolites du DDT, les CB 138 et 153, la somme des congénères de PCB et quelques HAPs (Phénanthrène). Grâce à ces modèles linéaires, les concentrations mesurées peuvent être ajustées à un individu de même indice de condition.

On remarque les modèles obtenus à l'occasion de cette campagne ont des coefficients de régression moins élevés que lors de la campagne 2003. La cause ne semble pas être la calibration des échantillons, puisque la hauteur moyenne de coquille et la distribution de l'indice de condition n'est pas significativement différente pour les deux campagnes.

Les raisons pourraient être liées à la durée de la période d'immersion qui a été en général inférieure d'une quinzaine de jour l'ensemble du réseau. Cependant on ne remarque pas de différence significative dans les niveaux bruts de contamination mesurés dans les organismes.

4.5. Méthode d'ajustement des données brutes

Pour ajuster les données, la valeur référence de l'indice de condition a été fixée à 0.124. Elle représente la médiane des indices de condition des individus sur l'ensemble de la campagne. La médiane a été préférée à la moyenne qui représentait une valeur plus élevée de 0,136 et avec laquelle les modèles étaient moins significatifs. D'autre part elle se rapproche le plus des indices de condition moyen utilisé pour l'ajustement des données en 2003 et en 2000 (respectivement 0,120 et 0,124).

La formule mathématique permettant l'ajustement des données reste la même :

Soit [CONT] mes, une concentration mesurée dans un échantillon de moule d'indice de condition égal à (PS/PC) mes. L'ajustement consiste à calculer la concentration ajustée [CONT] aj pour un indice de condition de référence (PS/PC) ref égal à 0.12, grâce au modèle : [CONT] = a * (IC) + b.

La concentration ajustée est donnée par :

$$[\text{CONT}]_{\text{aj}} = [\text{CONT}]_{\text{mes}} + [a * (0.124 - (\text{IC})_{\text{mes}})]$$

Toute la procédure d'analyse des données a fait l'objet d'un travail particulier pour assurer la reproductibilité du traitement sous S+. Une chaîne de script a été réalisée avec une bibliothèque d'aide. Elle permet, à partir du fichier Excel des données brutes d'automatiser les différentes étapes de l'identification des outliers, à la détermination des modèles et à l'ajustement des données.

5. Interprétation des données

Seuls les contaminants pour lesquels un modèle significatif ($p < 0,01$) reliant l'indice de condition à la concentration brute ont subi une procédure d'ajustement. Pour les autres les données brutes peuvent être comparées entre elles, puisque la croissance n'induit pas de phénomène de dilution ou de concentration.

Tous les résultats sont exprimés en $\mu\text{g/g}$ de poids sec de chair pour les métaux et en ng/g de poids sec de chair pour les molécules organiques.

Afin d'offrir une vision actualisée et comparative des résultats de cette campagne, les données ont été comparées à celle de la campagne RINBIO 2003, à la synthèse des résultats du programme Mytilos qui a utilisé le même protocole à l'échelle de la Méditerranée Occidentale aux cours de 3 campagnes (2004, 2005, 2006). Dans le cadre de ce programme, seuls le cadmium, le plomb, le mercure et le nickel ont été mesurés en ce qui concerne les métaux lourds. Enfin les données ont été comparées aux lignes de bases définies par le RNO sur les 5 années comprises entre 2000 et 2004 à l'exception du chrome (2001-2004) et du nickel (2003-2004). Pour les molécules organiques les comparaisons ont portées sur le CB153, la somme des concentrations en DDT et ses métabolites et le fluoranthène pour représenter les HAP.

Pour ne pas être influencé par les valeurs extrêmes présentes dans les différents jeux de données la médiane, considérée comme plus robuste et plus représentative, a été utilisée. Les maximums et les minimums sont également présentés.

5.1. Cadmium

Le cadmium n'existe pas à l'état natif, mais on le rencontre dans presque tous les minerais de zinc et il est exploité industriellement comme un sous-produit de la métallurgie du zinc.

Il est principalement utilisé pour la fabrication de batteries et le traitement de surface des aciers (revêtements anti-corrosion). Il est également employé pour la décoration des porcelaines, en peinture, en caoutchouterie, en émaillerie et pour la fabrication d'antiseptique. Dans l'environnement les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impuretés.

En milieu marin, le cadmium provoque des effets sur le développement larvaire de certains organismes, notamment les crustacés. Les processus responsables de la détoxification des molécules organiques sont par ailleurs inhibés par le cadmium.

Le renforcement des réglementations de l'usage du cadmium et l'arrêt de certaines activités notoirement polluantes se sont traduits par une baisse générale des niveaux de présence observés.

Les niveaux sont équivalents en mer ouverte et en lagune, à l'exception de la lagune de Bages qui atteint des concentrations de 2 µg /g (figure 3), concentrations inférieures à celles des l'années 2003 et 2000.

Sur les deux stations positionnées dans la lagune, on n'observe pas de gradient décroissant du Nord vers le Sud, lié à l'arrivée au Nord de l'étang du canal de la Robine, qui est la source d'apport connue en cadmium. Le résultat obtenu à la station Bages Grau (1,3 µg/ g) montre qu'il n'y a pas d'apport significatif au milieu marin ouvert. L'étang d'Ayrolle ne semble plus impacté par cette contamination comme cela avait été mis en évidence en 1996 et 1998.

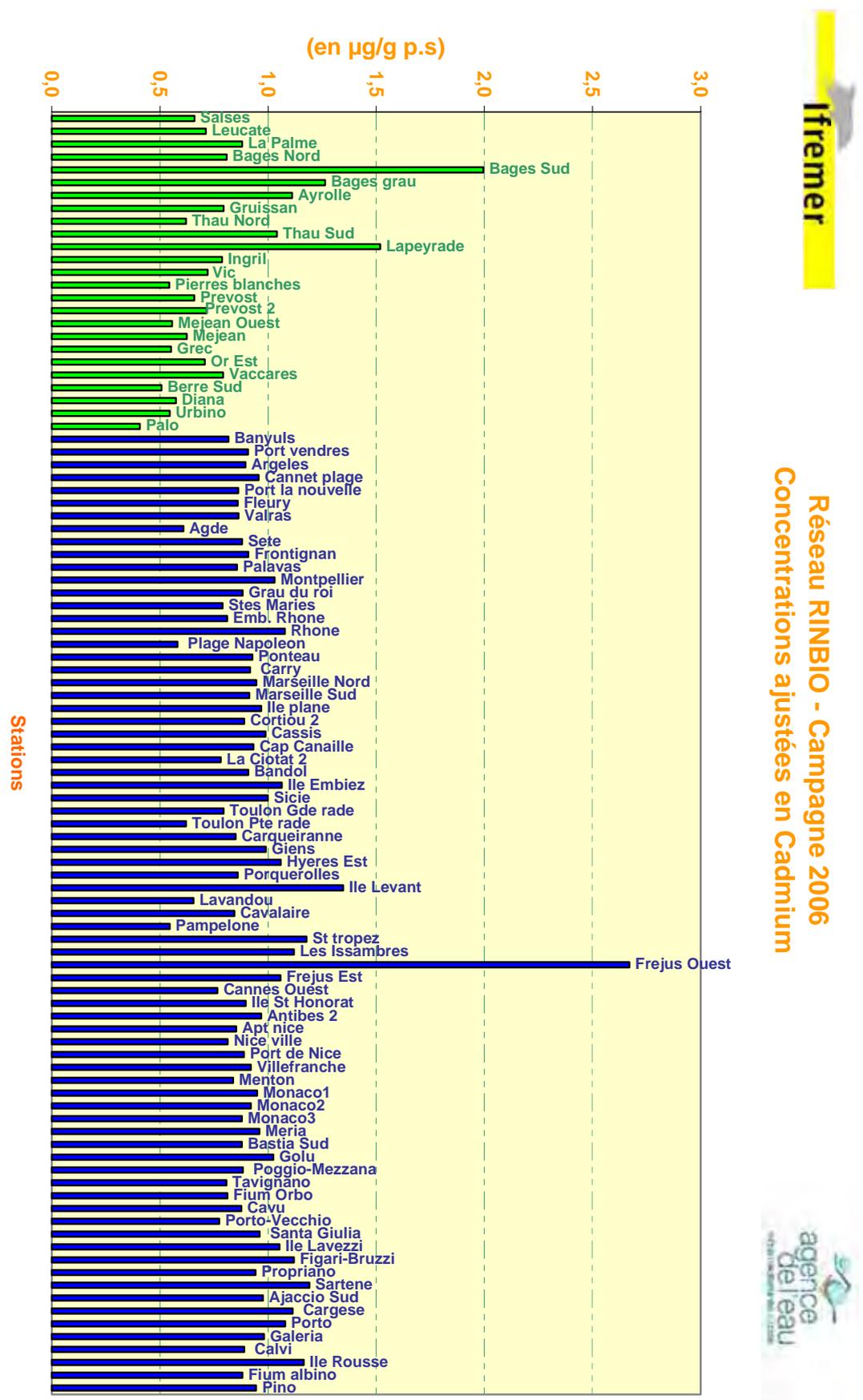
Pour les stations mer, on enregistre un pic inattendu à la station Fréjus Ouest de 2,7 µg /g sans que celui-ci soit pour le moment expliqué.

Les niveaux sont du même ordre de grandeur que ceux du RNO observées en Méditerranée, en Atlantique et en Manche et du programme Mytilos (Tableau 2) à l'exception des valeurs maximales observées dans le Nord de l'étang lors de la campagne RINBIO 2003 et celles du RNO en Méditerranée.

Cadmium en µg/g p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	0,60	0,17	3,03
RNO Méditerranée	0,72	0,20	10,0
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	1,29	0,86	2,11
RINBIO 2003	1,01	0,27	4,49
RINBIO 2006	0,88	0,4	2,67

Tableau 2 : Synthèse des données pour le cadmium.

Figure 4 : RINBIO 2006 - Contamination par le Cadmium. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer



5.2. Mercure

Seul métal volatil, le mercure, naturel ou anthropique, peut être transporté en grandes quantités dans l'atmosphère. Les sources naturelles en sont le dégazage de l'écorce terrestre, le volcanisme, les feux de forêt et le lessivage des sols.

Les composés du mercure connaissent de nombreux emplois : industrie chimique, agriculture (fongicide), traitement du bois, explosif d'amorçage, peintures, piles ou batteries, plastiques et caoutchoucs. Le mercure pur est utilisé sous forme métallique, comme électrode dans la fabrication de la soude et du chlore. Il est utilisé dans la fabrication d'instruments de mesures (thermomètres, baromètres etc), d'appareillages électriques (contacts au mercure, etc.) et dans les lampes à décharge.

Le mercure est le plus toxique des métaux traces, plus particulièrement ses formes organiques. La méthylation du mercure est effective dans les sédiments sous l'action des microorganismes et, dans la colonne d'eau, en présence de phytoplancton. La croissance du plancton et de larves de bivalves est retardée à de très faibles concentrations. Le transfert du mercure est très important dans les chaînes trophiques; des concentrations en méthylmercure toxique pour l'homme peuvent être atteintes dans la chair de poissons situés en fin de chaîne alimentaire (thonidés, squalés).

Le niveau moyen des données est de l'ordre de 0,07 µg/g (*Figure 5*).

En 2006 comme en 2003, le complexe des étangs palavasiens ne montre pas de pics aussi élevés qu'en 2000. Les plus fortes concentrations sont mesurées dans l'étang de Vic (0,11 µg/g). En 1998 et en 2000, l'étang du Prévost présentait un pic significatif par rapport aux différentes stations du réseau. Ce pic devenu relatif en 2003 (0,12 µg/g) a disparu. L'étang du Méjean ne présente pas non plus de concentration élevée en mercure (0,09 µg/g).

Le pic relatif présent dans l'étang de Lapalme en 1998, 2000 et 2003 n'apparaît également plus.

Par contre cette campagne met en évidence deux pics de concentration dans les étangs corse d'Urbino et de Palo (0,14 µg/g).

Pour les stations mer, la station de Toulon petite rade reste significativement contaminée par le mercure (0,24 µg/g). Le secteur de Fos – Marseille, comme en 1998, 2000 et 2003 voit ses niveaux diminuer pour atteindre des concentrations proches du bruit de fond.

Les résultats de cette campagne sont du même ordre de grandeur que celles du RINBIO 2003 et du programme Mytilos. On remarque cependant que les médianes du RNO observées en Méditerranée, en Atlantique et en Manche sont supérieures à ces valeurs

(Tableau 3). La présence de formes organiques du mercure pourrait expliquer un éventuel phénomène de dilution dans le champ moyen.

Mercure en $\mu\text{g/g p.s}$	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	0,12	0,03	0,53
RNO Méditerranée	0,12	0,04	0,68
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	0,09	0,05	0,3
RINBIO 2003	0,08	0,05	0,24
RINBIO 2006	0,07	0,02	0,23

Tableau 3 : Synthèse des données pour le mercure

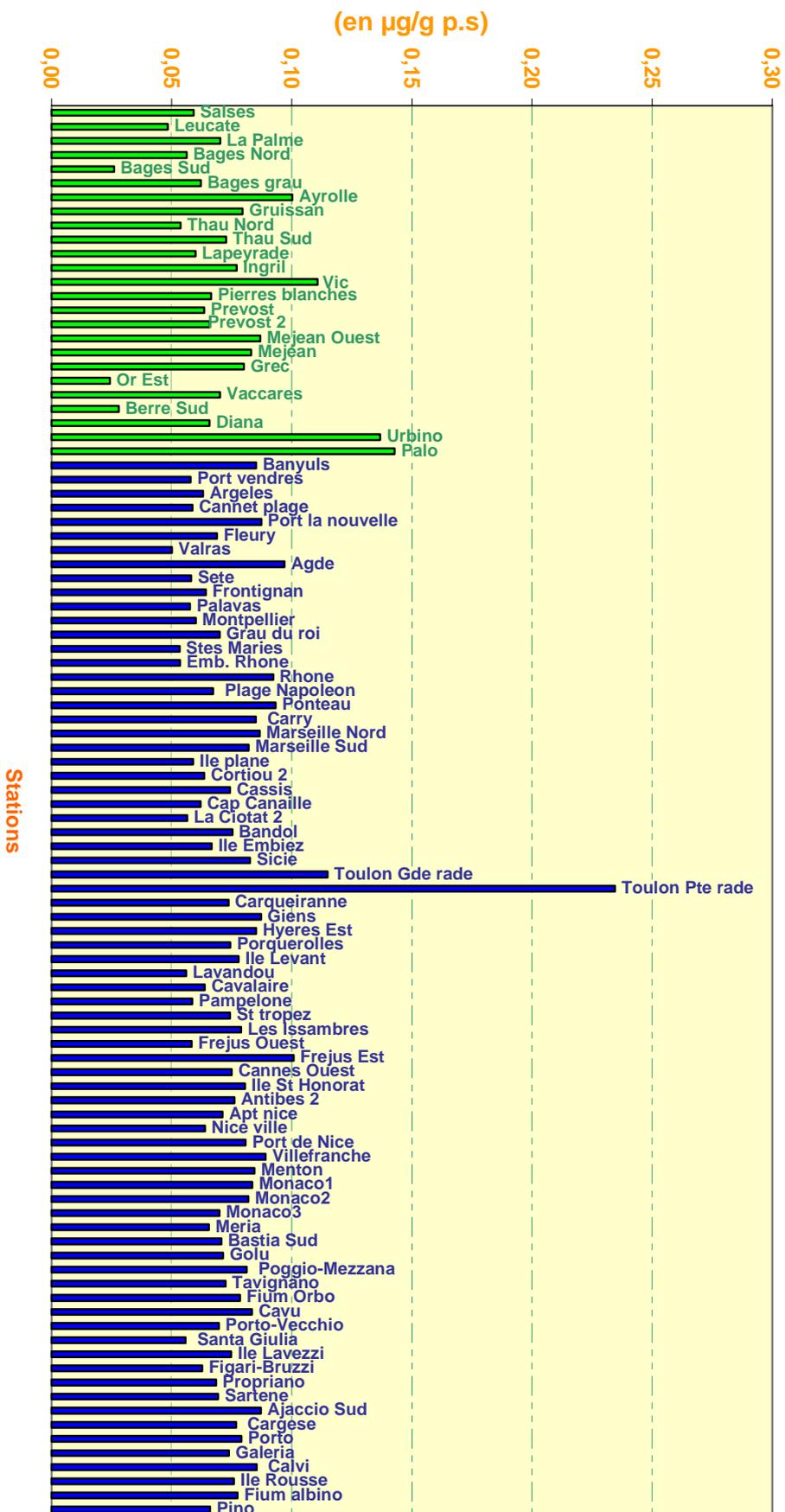


Figure 5 : RINBIO 2006 - Contamination par le Mercure. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.3. Zinc

Le zinc est un oligo-élément indispensable au développement de la vie. Les usages du zinc sont multiples : peintures antisalissures, produits pharmaceutiques et phytosanitaires, conduits d'évacuation des eaux pluviales (gouttières, tuyaux de descente, etc.) et piles. Une grande partie des apports en zinc dans l'environnement est imputable à la métallurgie, à la combustion des bois et des charbons, mais aussi aux épandages de certains engrais phosphatés où il est présent en quantités significatives comme impureté. Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse à de fortes concentrations sur la reproduction des huîtres et la croissance des larves.

Le niveau moyen de contamination en zinc ($120 \mu\text{g/g}$) a nettement diminué par rapport à 2003 ($192 \mu\text{g/g}$). Il est également inférieur au niveau moyen relevé en 2000 ($148 \mu\text{g/g}$) (Figure 6). Les niveaux sont également inférieurs aux données du RNO en Méditerranée lorsque l'on observe la médiane. Par contre ils restent supérieurs aux niveaux enregistrés en Manche Atlantique (Tableau 4).

Ce phénomène semble général au bassin méditerranéen en relation avec la géologie des bassins versants et des apports de Zinc en Méditerranée par voie atmosphérique en provenance du nord – est de l'Europe.

La diminution des concentrations moyennes par rapport aux campagnes 2000 et 2003 serait par contre explicable par une période d'exposition plus courte. La cinétique de bioaccumulation du zinc étant une des plus lentes si on la compare à celle d'autres métaux.

Le pic enregistré en 2003 à la station Bages Grau, situé à proximité du complexe portuaire, ne se retrouve pas dans cette campagne. Par contre, on note un pic dans l'étang de Lapeyrade ($229 \mu\text{g/g}$) qui se situe au coeur du complexe industriel de Sète.

Zinc en $\mu\text{g/g}$ p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	85	36	409
RNO Méditerranée	152	43	357
RINBIO 2003	189	132	378
RINBIO 2006	118	57	229

Tableau 4 : Synthèse des données pour le Zinc.

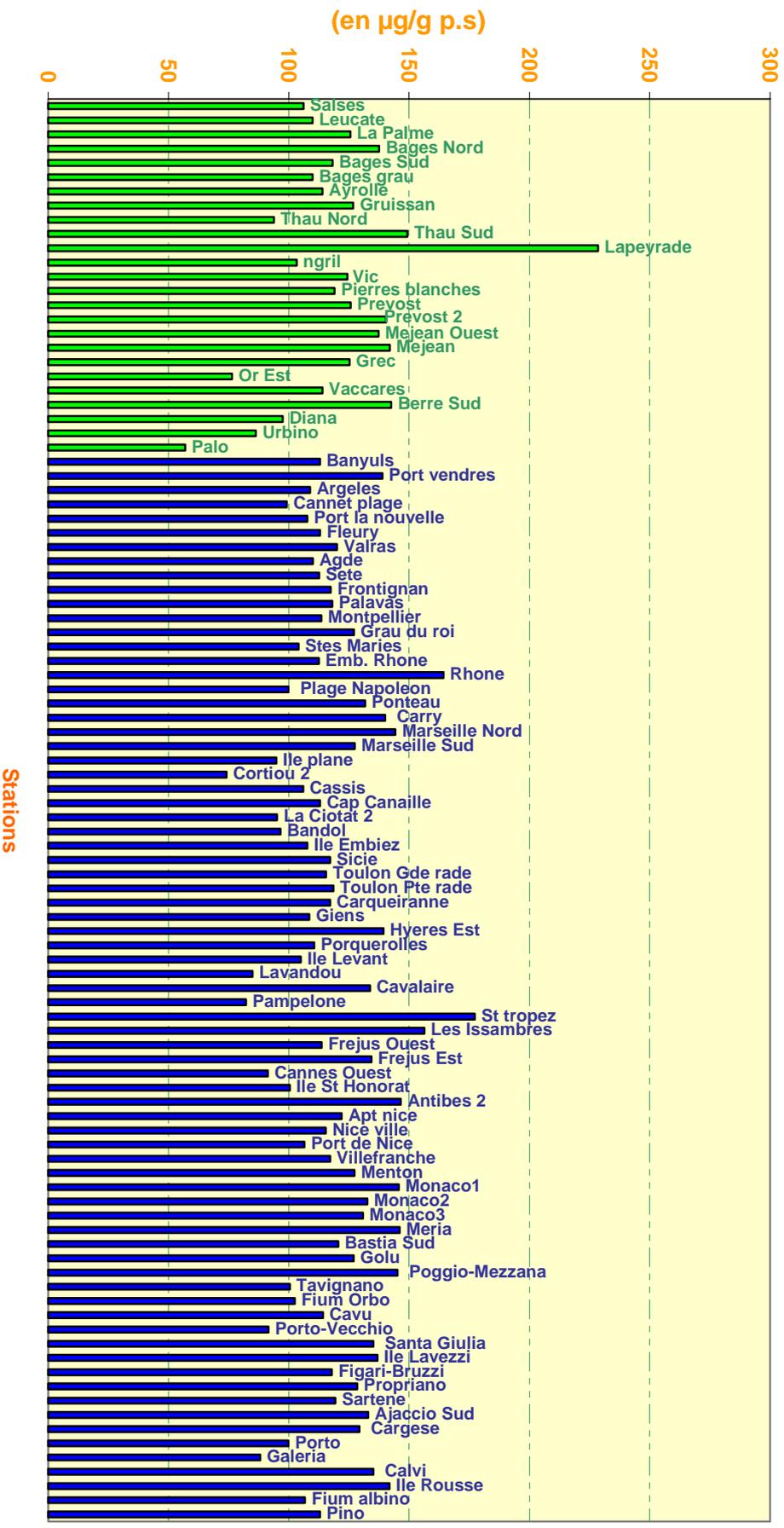


Figure 6 : RINBIO 2006 - Contamination par le Zinc. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.4. Cuivre

Son emploi est extrêmement diversifié, sa toxicité étant mise à profit dans les peintures antisalissures (comme celle du tributylétain), dans le traitement des bois et dans des produits phytosanitaires (désherbants, insecticides, fongicides). Le cuivre est un matériau de base de l'industrie électrique (en concurrence avec l'aluminium) et de la construction (conduites d'eau). Ses qualités mécaniques rendent possibles de nombreux procédés d'usinage (emboutissage, forgeage, laminage, matriçage, tréfilage).

Il agit sur le développement embryonnaire des bivalves et sur la croissance du phytoplancton. Toutefois les bivalves constituent de mauvais indicateurs pour le cuivre car ils le régulent autour de 6 - 7 $\mu\text{g/g}$.

On constate une forte homogénéité des données autour d'une valeur moyenne de 4 $\mu\text{g/g}$ comme en 2000 et 2003 (*Figure 7*). Les niveaux sont dans leur ensemble sensiblement inférieurs aux données RNO observées en Méditerranée, en Atlantique et en Manche (Tableau 5). Cette observation a toujours été faite dans le cadre du développement du RINBIO. Les processus de bioaccumulation et de régulation du cuivre induisant des niveaux globalement inférieurs au cours de la période de stabulation préconisée, par rapport aux populations naturelles.

On remarque des pics relatifs dans les étangs languedociens de l'ordre de 7 $\mu\text{g/g}$ (Bages, La Palme, Gruissan et à un degré moindre celui du Vaccarès. Ces niveaux pourraient s'expliquer par l'utilisation de produits phytosanitaires sur les bassins versants de ces lagunes. Une explication identique pourrait expliquer le pic identifié à la station Fréjus Ouest (7,7 $\mu\text{g/g}$) et à un degré moindre Pampelone (5,9 $\mu\text{g/g}$). Ces deux stations, on le verra plus loin dans ce rapport, montrent des niveaux en pesticides organochlorés également élevés.

Par rapport aux données 2000 et 2003, on remarque une baisse des maxima en petite rade de Toulon ainsi qu'une homogénéité des teneurs entre la petite et la grande rade de Toulon. Cette observation pourrait s'expliquer par une baisse de l'utilisation du cuivre dans les peintures antifouling.

Cuivre en $\mu\text{g/g}$ p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	6,7	4	23
RNO Méditerranée	6,8	3,8	67
RINBIO 2003	4,3	3,2	8,7
RINBIO 2006	3,7	2,4	7,7

Tableau 5 : Synthèse des données pour le Cuivre.

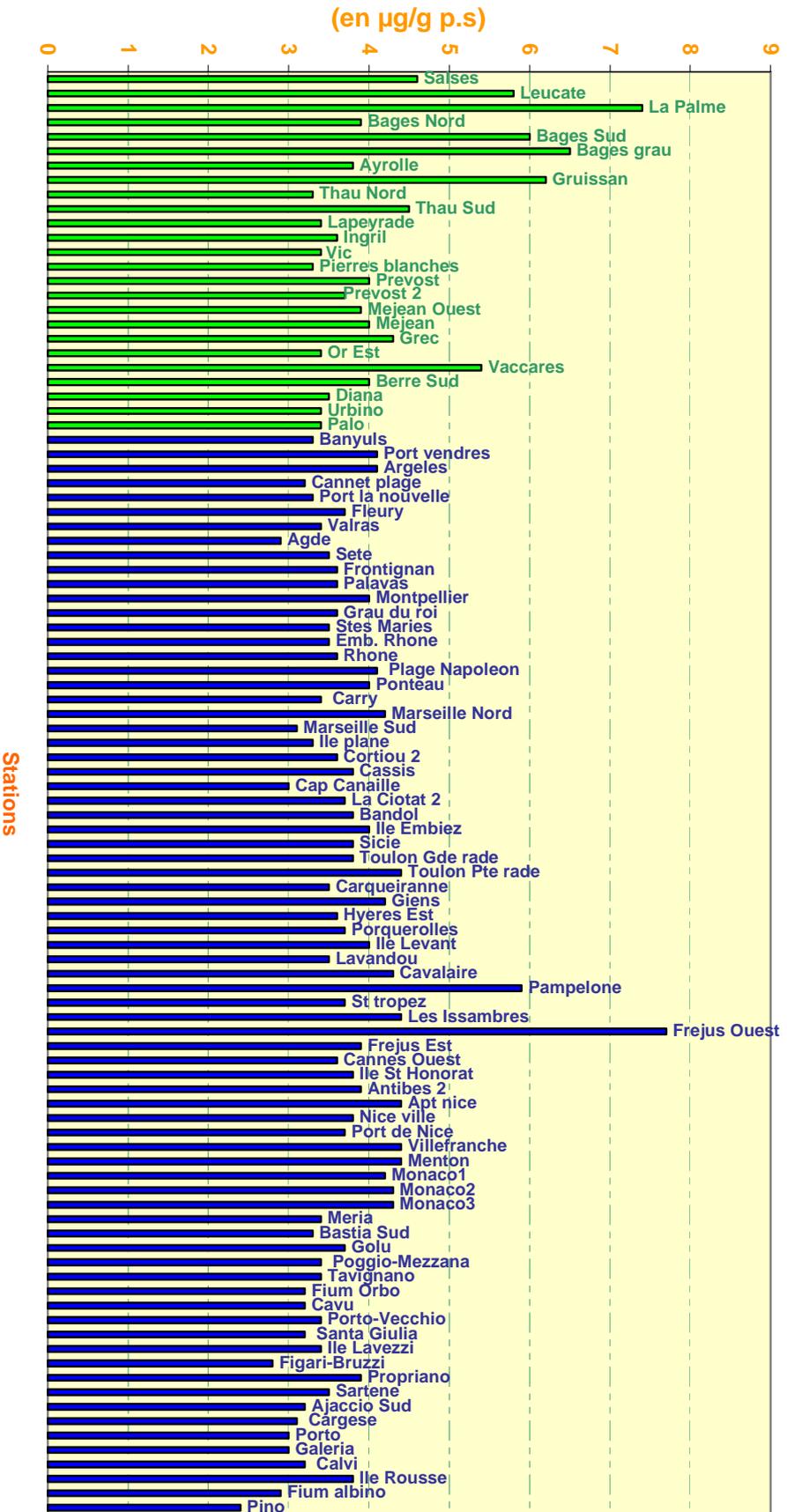


Figure 7 : RINBIO 2006 - Contamination par le Cuivre. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.5. Plomb

Rarement disponible à l'état natif le plomb est présent dans de nombreux minerais, notamment la galène (PbS). Utilisé pour la fabrication d'accumulateurs et comme antidétonant dans les carburants, il arrive majoritairement en milieu marin par les apports atmosphériques.

Les formes inorganiques sont moins écotoxiques que les formes organiques (composés alkylés) qui inhibent la croissance du phytoplancton. Le plomb peut également provoquer des anomalies dans le développement embryonnaire des bivalves.

Il existe pour ce contaminant une grande homogénéité des données autour d'une valeur moyenne de 1 µg/g (*Figure 8*). Les lagunes possèdent des niveaux plus faibles que les stations mer à l'exception de l'étang de la Peyrade qui présente un pic très élevé (8,44 µg/g). A un moindre degré, on remarque un pic dans la petite rade de Toulon (3,27 µg/g) du même ordre de grandeur que les résultats des campagnes 2003 et 2000.

L'homogénéité des concentrations s'explique vraisemblablement à l'échelle du bassin par des apports atmosphériques du plomb.

Cette hypothèse confirmée par les résultats des précédentes campagnes ne s'applique pas à la rade de Toulon où le pic enregistré semble témoigner d'une contamination chronique beaucoup plus importante faisant certainement appel à d'autres sources d'apports, tout comme celui très important de l'étang de la Peyrade situé à proximité du complexe industriel de Sète.

Les niveaux sont, dans leur ensemble, légèrement inférieurs à ceux observés par le RNO en Méditerranée, en Atlantique en Manche et du même ordre de grandeur que ceux du programme Mytilos (*Tableau 6*).

Plomb en µg/g p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	1,4	0,4	9,6
RNO Méditerranée	1,8	0,1	27,7
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	1,17	0,6	8,24
RINBIO 2003	1,04	0,37	4,85
RINBIO 2006	1,07	0,28	8,44

Tableau 6 : Synthèse des données pour le Plomb.

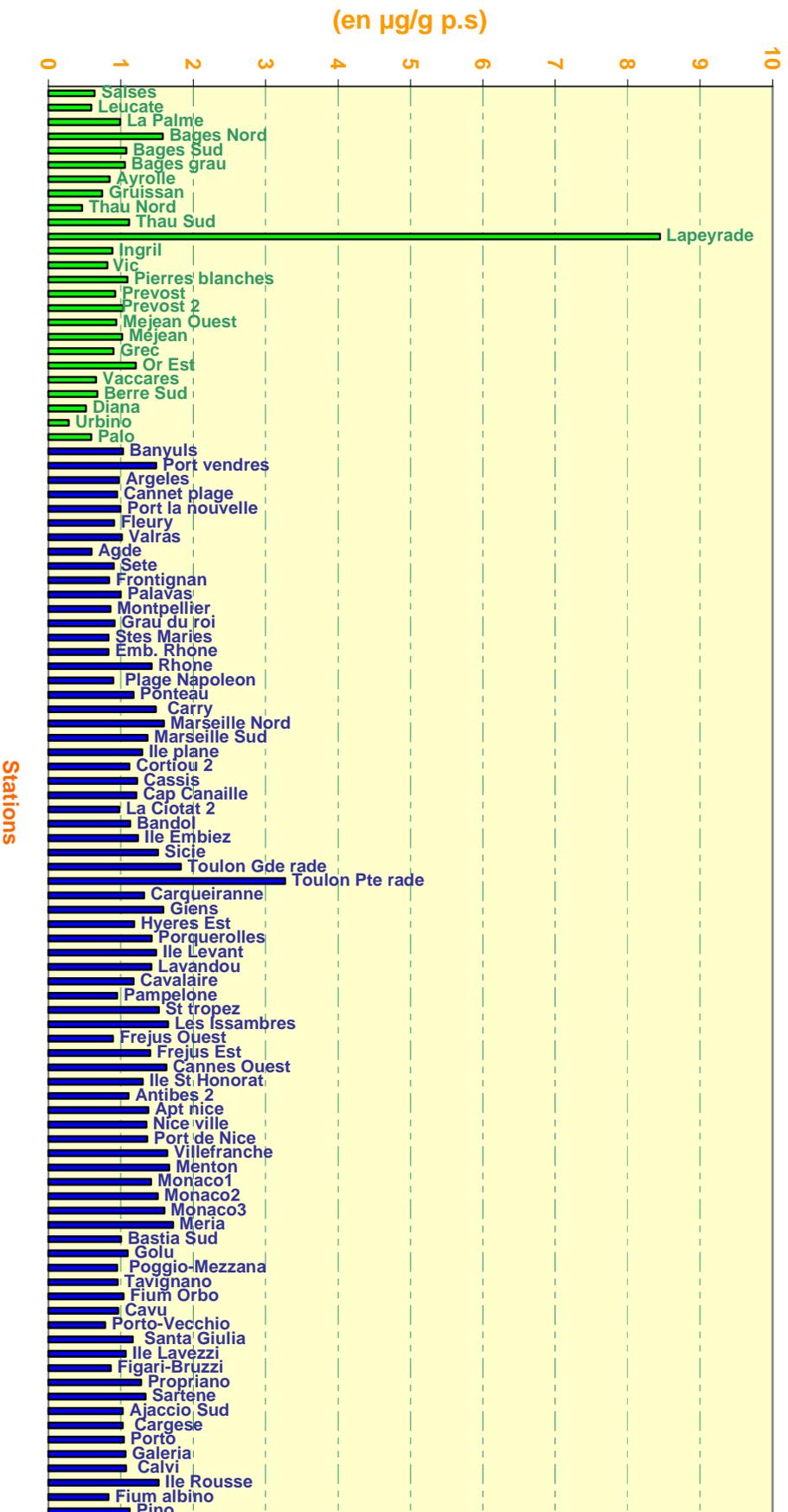


Figure 8 : RINBIO 2006 - Contamination par le Plomb. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.6. Nickel

L'introduction de nickel d'origine anthropique vers l'atmosphère provient principalement de l'utilisation des combustibles fossiles et de la production de métaux non ferreux. L'activité volcanique et l'érosion éolienne constituent également des flux naturels vers l'atmosphère.

Le nickel entre dans la fabrication d'acier inoxydable, comme catalyseur dans l'industrie chimique et dans certains pigments. Le nickel est beaucoup moins toxique pour les organismes marins que le cadmium ou le mercure.

Faiblement bio-accumulable, des effets sur le développement embryonnaire d'invertébrés marins ont cependant été observés.

Les niveaux de contamination des lagunes sont supérieurs à ceux de la mer ouverte. Les données sont moins homogènes qu'en 2000. Tout comme en 1996, 1998, 2000 et 2003, on retrouve le pic de la lagune de Bages ($2,5 \mu\text{g/g}$) (*Figure 9*). Il existe des pics relatifs dans les lagunes de Leucate ($2,3 \mu\text{g/g}$), La Palme, Gruissan, Vaccarès et Diane.

Dans les stations mer, on remarque des niveaux importants aux stations du Grau du Roi ($2,4 \mu\text{g/g}$) et de Fréjus Ouest ($2,5 \mu\text{g/g}$). Il est à noter que la contamination de la station du Grau du Roi est plus importante qu'en 2000 et 2003.

Pour ce contaminant le fait majeur est l'absence de niveau élevé pour la station de Pino ($0,86 \mu\text{g/g}$) située à proximité de la mine d'amiante de Canari en Corse. Bien que plus au Nord de la mine, cette station a toujours présenté un pic significatif depuis le début de mise en œuvre du réseau. Il faut toutefois remarquer que les niveaux avaient régulièrement baissé depuis l'année 2000. Il sera intéressant de confirmer cette information lors des prochaines campagnes et de vérifier si pendant la période de stabulation des moules l'absence d'épisodes climatiques extrêmes n'ait pas permis la remobilisation des contaminants contenus dans les sédiments ou des apports chroniques par le lessivage du bassin versant de la mine.

Les niveaux sont, dans leur ensemble, identiques à ceux observés par le RNO en Méditerranée, en Atlantique en Manche et dans le programme Mytilos (*Tableau 7*). En Méditerranée le RNO identifie des niveaux significativement plus élevés dans les étangs de Bages et de Leucate.

Nickel en $\mu\text{g/g p.s}$	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	1,55	0,45	6
RNO Méditerranée	1,48	0,47	8,41
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	0,94	0,62	3,18
RINBIO 2003	1,15	0,7	3,5
RINBIO 2006	0,93	0,47	2,48

Tableau 7 : Synthèse des données pour le Nickel.

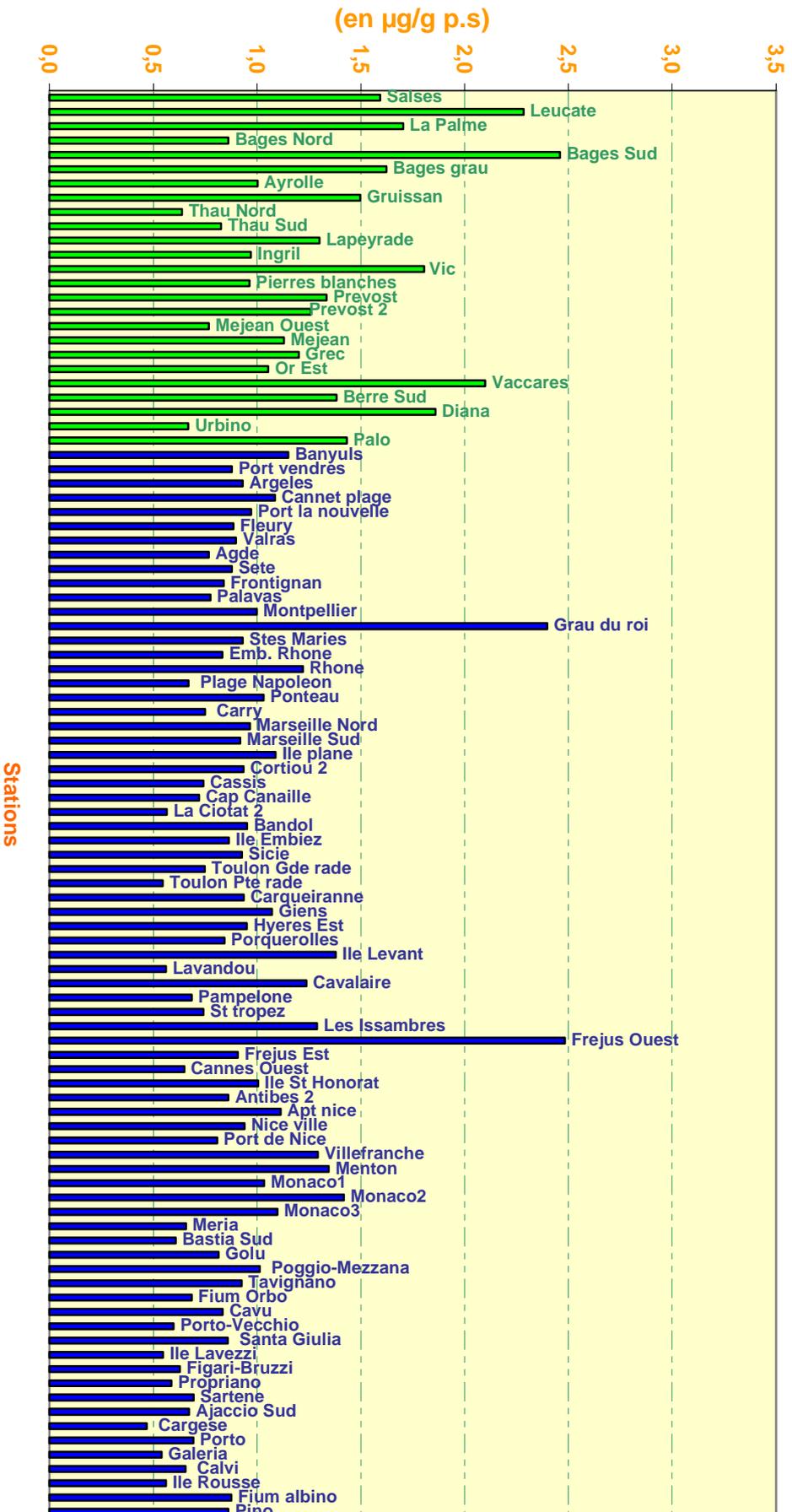


Figure 9 : RINBIO 2006 - Contamination par le Nickel. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.7. Chrome

Le chrome fait partie des métaux les plus utilisés (10 millions de tonnes/an) dans le monde (industrie chimique, métallurgie, technologie des réfractaires). La majeure partie du chrome parvenant à la mer depuis le continent provient des fleuves, l'atmosphère constituant une source beaucoup moins importante.

Sa forme réduite (Cr III) fait partie des éléments essentiels dans la vie animale, la forme oxydée (Cr VI) est par contre extrêmement toxique, cancérigène à forte dose pour l'homme ; elle provoque des anomalies dans le développement larvaire des bivalves. Sa stabilité est cependant limitée en milieu naturel.

Les données sont relativement homogènes autour de 0,5 µg/g comme cela avait été le cas lors de la campagne 2003 (*Figure 10*).

Comme pour le nickel, on n'identifie qu'un pic relatif à la station de Pino (0,9 µg/g), ce qui confirme la diminution des niveaux observés depuis 1998. Sur ce site, il sera important de continuer les investigations pour confirmer la baisse des niveaux de contamination, en particulier au niveau des sources d'apport en chrome par le bassin versant et de la remobilisation de sédiments contaminés.

En mer ouverte, on note la présence de pics relatifs à la station de l'aéroport de Nice, Menton et Villefranche (0,9 µg/g). Au droit de l'aéroport de Nice, ce résultat confirme les observations faites en 2000 et 2003.

On observe également deux pics aux stations Grau du Roi (1 µg/g) et Bandol (1,3 µg/g). Les apports du Rhône, identifiés lors des précédentes campagnes aux stations embouchure du Rhône et plage Napoléon, ne sont pas mis en évidence par cette campagne.

Dans les stations lagunaires, on constate un pic important dans l'étang de Pierre Blanche (1,7 µg/g) et des pics relatifs dans les étangs de Leucate, Bages et du Grec.

Les niveaux sont, dans leur ensemble légèrement inférieurs à ceux observés par le RNO en Méditerranée, en Atlantique en Manche (*Tableau 8*). En Méditerranée, les niveaux significativement plus élevés en chrome identifiés à l'embouchure de l'Hérault ne sont pas retrouvés dans cette campagne.

Chrome en µg/g p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	1,17	0,32	9,21
RNO Méditerranée	0,83	0,12	3,77
RINBIO 2003	0,4	0,06	3,2
RINBIO 2006	0,4	0,1	1,7

Tableau 8 : Synthèse des données pour le Chrome.

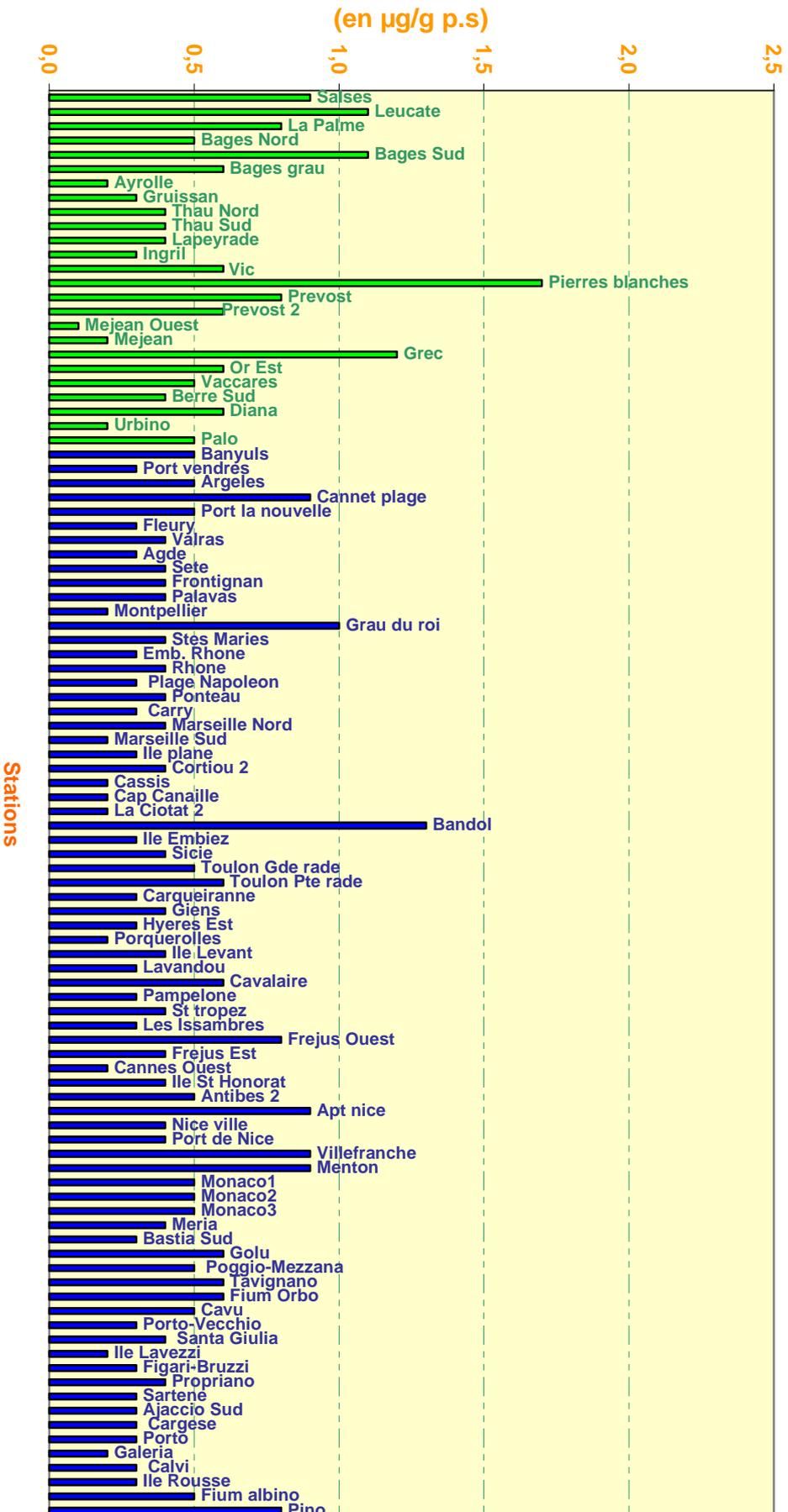


Figure 10 : Contamination par le Chrome. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.8. Arsenic

L'arsenic est présent naturellement dans les sols à l'état de traces, mais il est associé sous forme de sulfures à de nombreux minerais (fer, cuivre, plomb, zinc,...) dont l'extraction, le transport et le traitement métallurgique contribuent à sa dissémination dans le milieu environnant. L'arsenic est alors un sous-produit peu valorisable que l'on retrouve dans les rejets liquides ou solides et dans les émissions atmosphériques. Il est utilisé dans des préparations phytosanitaires et l'industrie du verre. La combustion du charbon est aussi une source majeure d'apport.

La toxicité de l'arsenic, liée à sa forme chimique, entraîne des effets sur la production primaire. Fortement bio-accumulable il n'entraîne pas d'effets irréversibles en bout de chaîne alimentaire, les formes organiques prédominantes étant très peu toxiques pour l'homme.

L'ensemble des données est assez homogène et se situe comme en 2000 et en 2003 autour de 20 $\mu\text{g/g}$ (*Figure 11*). La médiane de la distribution est de 21,25 $\mu\text{g/g}$; elle était de 19,8 $\mu\text{g/g}$ en 2003.

Cependant la distribution des données est totalement différente entre ces deux campagnes. En 2003 les résultats présentaient une certaine homogénéité, sans pic significatif, et il existait une bonne corrélation entre l'indice de condition et les concentrations en arsenic à l'échelle du réseau. Cette corrélation n'a pas été mise en évidence au cours de cette campagne. En conséquence les résultats n'ont pas fait l'objet d'un ajustement. Il existe des pics significatifs en arsenic pour un certain nombre de stations et on observe également des maxima plus élevés (49,2 $\mu\text{g/g}$) qu'en 2003 (29,5 $\mu\text{g/g}$).

On remarque ainsi des niveaux significativement plus élevés dans tout le secteur compris de l'embouchure du Rhône jusqu'à Sète avec un maximum à la station des Saintes Marie (36,5 $\mu\text{g/g}$).

En Corse, on observe des concentrations encore plus élevées avec un maximum à l'Ile Rousse (49,2 $\mu\text{g/g}$). Il existe par ailleurs une différence significative entre la côte orientale, où les niveaux sont faibles, et le Sud et la côte Ouest, où les niveaux sont plus élevés avec des maxima dans le Cap.

Dans les lagunes, le pic observé en 2003 dans l'étang de Bages se retrouve dans cette campagne (36,3 $\mu\text{g/g}$). On observe également un pic dans l'étang de Leucate (41,3 $\mu\text{g/g}$).

Par comparaison les données disponibles aux Etats Unis font état de teneurs moyennes pour l'arsenic comprises entre 10 et 30 $\mu\text{g/g}$. Une campagne réalisée en 1988 dans le cadre du RNO se situe dans ces mêmes niveaux.

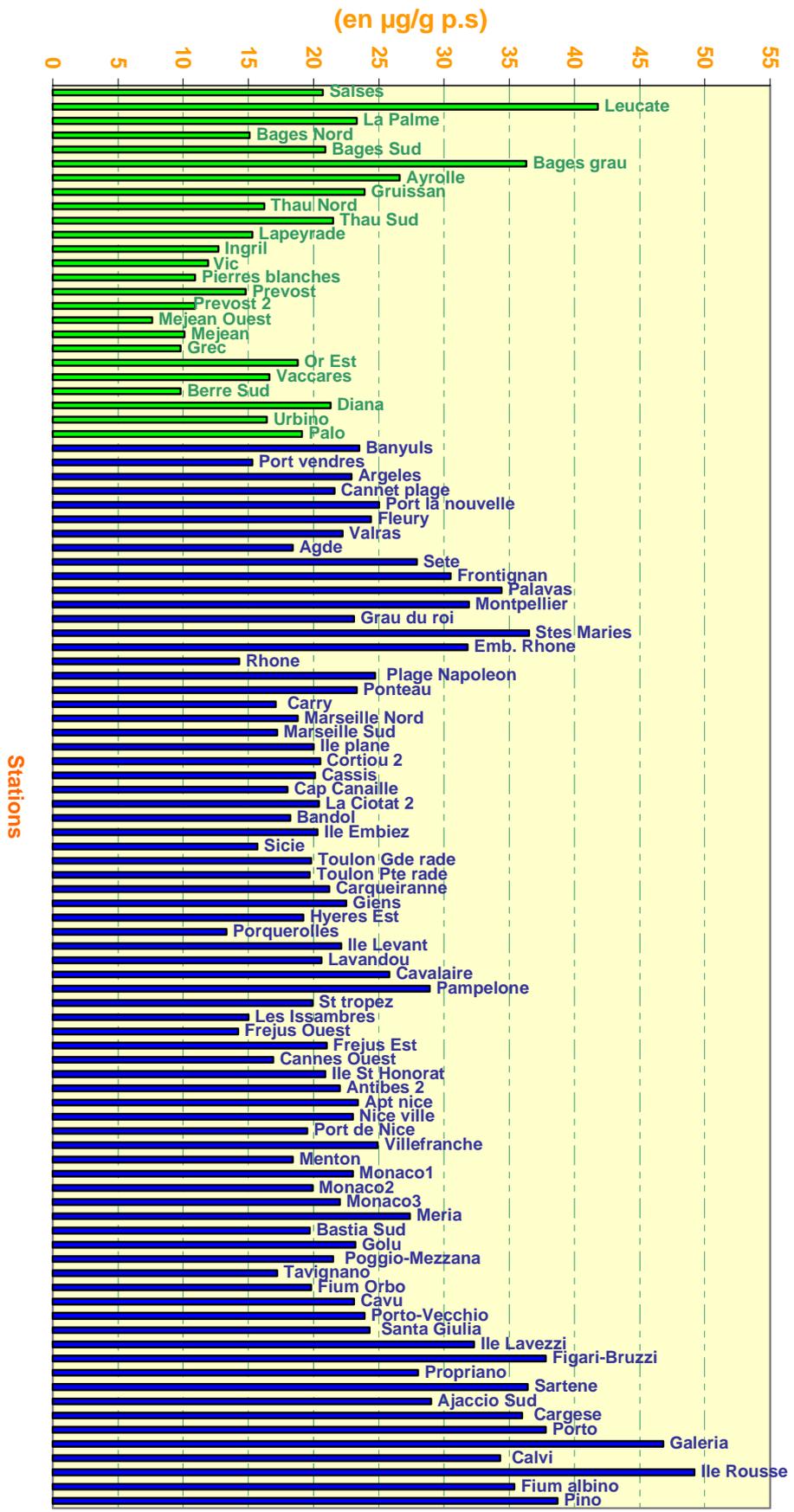


Figure 11 : RINBIO 2006 - Contamination par l'Arsenic. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.9. Polychlorobiphényles (PCB)

Les PCB sont des composés organochlorés comprenant plus de 200 congénères différents. La présence de résidus de PCB dans l'environnement résulte de leur importante utilisation comme fluides diélectriques, utilisations strictement réglementées depuis plusieurs années. En plus des pertes lors des remplissages et retraitement des systèmes clos, les rejets urbains, les décharges de matériel usagé et les activités liées à la récupération des matériaux ferreux sont potentiellement des sources d'apport dans l'environnement. En raison de leur persistance, de leur caractère bio-accumulable et de leur toxicité, les PCB font partie des contaminants prioritaires. Leur usage est interdit en France depuis 1987. La convention de Stockholm prévoit la disparition totale des équipements contenant des PCB pour 2025.

S'ils ne présentent pas de caractère de toxicité aiguë, l'exposition chronique à de faibles doses peut être à l'origine de divers dysfonctionnements observés chez les animaux de laboratoire : hypertrophie hépatothique, effets cancérigènes, chloro-acné, altération des fonctions reproductrices, etc.

La distribution des concentrations est équivalente pour le CB 153, le CB 138 et la somme des congénères analysés. Les résultats sont interprétés par rapport au CB153 pour permettre une comparaison avec les données du RNO.

D'une manière générale, les niveaux sont relativement bas, comme cela a été montré dans les précédentes campagnes. La concentration moyenne est de l'ordre de 6 ng/g (*Figure 12*).

Il existe un pic de contamination dans la petite rade de Toulon (44,3 ng/g) et des pics relatifs dans les stations de Cortiou et Ile Plane (16 ng/g), l'embouchure du Rhône (15,2 ng/g à la plage Napoléon), l'étang de La Peyrade (19,4 ng/g) et le complexe palavasien (24 ng/g dans l'étang du Prevost). Ces résultats sont comparables à ceux de 2003, les différences portent essentiellement sur le pic de la petite rade de Toulon qui est plus élevé et celui de l'étang de La Peyrade qui est moins important.

Il apparaît cependant des pics relatifs dans les étangs de Berre (14 ng/g) et de Palo (12,5 ng/g) et en mer ouverte aux stations Pampelone (16,8 ng/g), Canne Ouest (16,06 ng/g) et Calvi (12,45 ng/g).

Ces niveaux sont cependant bien inférieurs aux bilans fournis par le RNO pour ce congénère (*Tableau 9*). Ils sont par contre équivalents à ceux du programme Mytilos.

Ces résultats montrent bien qu'à l'échelle du réseau, les concentrations observées pour les molécules organiques sont nettement inférieures aux concentrations observées sur des populations naturelles de moules prélevées à la côte. L'effet « champ moyen » semble plus fort pour les molécules organiques à l'inverse des métaux qui possèdent un caractère conservatif plus important.

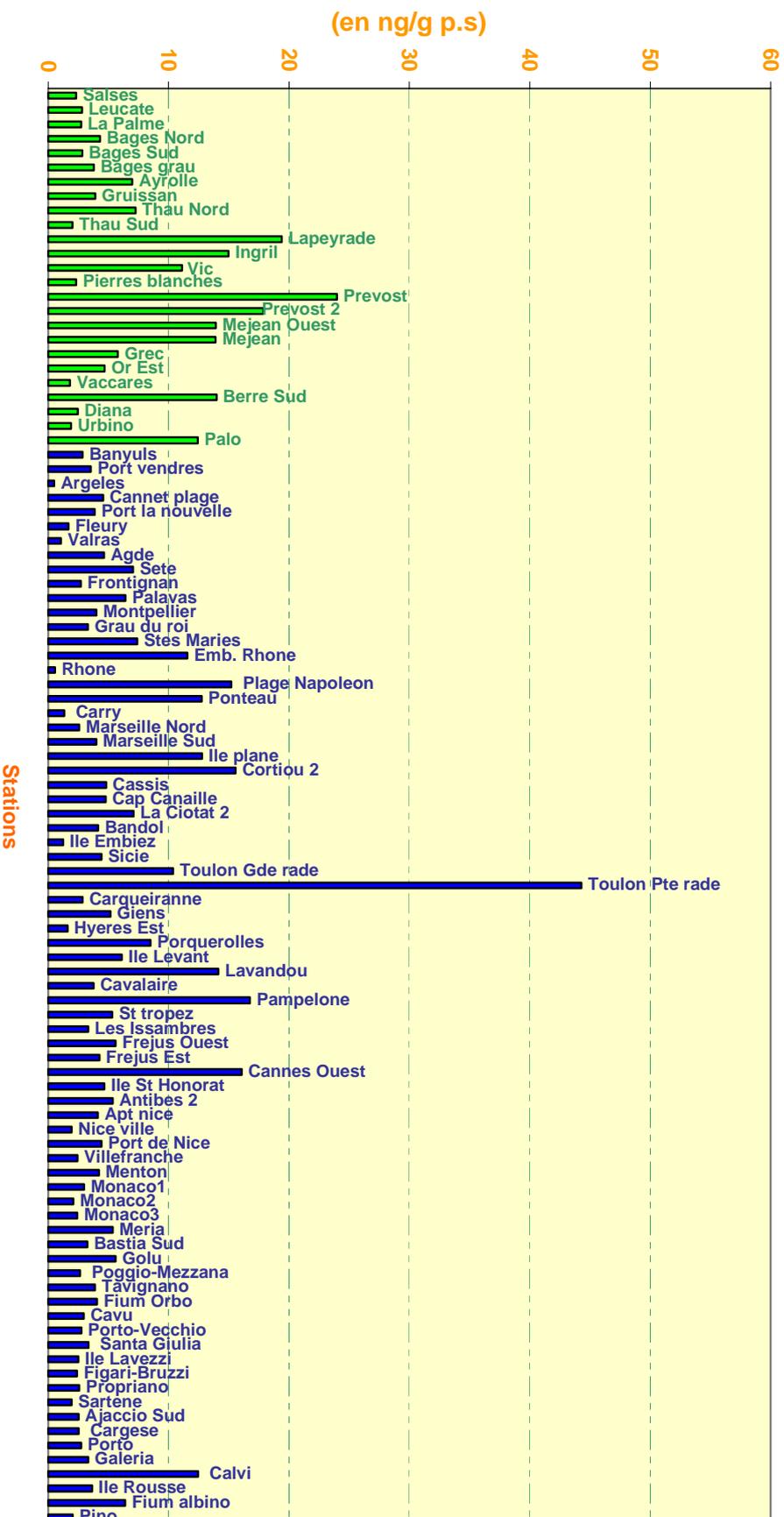


Figure 12 : RINBIO 2006 - Contamination par le CB 153. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer

CB 153 en ng/g p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	19,4	0,16	495
RNO Méditerranée	18,7	1,57	593
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	2,2	0,5	41,3
RINBIO 2003	4,94	1,7	41,53
RINBIO 2006	4,04	0,5	44,3

Tableau 9 : Synthèse des données pour le CB 153.

5.10. DDT et ses métabolites (DDD, DDE)

Insecticide organochloré utilisé en grandes quantités depuis 1940 pour la lutte contre les larves et les stades adultes d'insectes (notamment la démoustication), il a fait l'objet dès 1972 d'importantes limitations d'emploi, notamment son interdiction en France. Pourtant, c'est seulement vers le milieu des années 80 qu'une forte tendance à la baisse des niveaux a été identifiée par le RNO sur tout le littoral avec des décalages dans le temps selon les sites.

Le DDD provient de la transformation du DDT en milieu réducteur, c'est à dire principalement dans les sédiments. Le DDE est métabolisé par les organismes.

Extrêmement rémanent et bio-accumulable, le DDT est doté d'une forte toxicité. Il provoque des perturbations du métabolisme chez de nombreux organismes terrestres et marins. Il est potentiellement cancérigène et mutagène.

Les résultats sont présentés par rapport à la somme des trois composés, plus représentative de la contamination par cette substance et ses métabolites. Ceci permet également une comparaison avec les données du RNO.

On remarque pour cette famille de contaminant (produits de dégradation compris), une baisse générale des niveaux par rapport aux données des précédentes campagnes. Une majorité de stations ne dépassent pas la valeur du seuil de détection fixée à 0,5 ng/g.

On note un pic particulièrement important à la station Fréjus Ouest (70,9 ng/g), plusieurs pics dans le complexe des étangs palavasiens (62,5 ng/g) et des pics relatifs dans le complexe des étangs du narbonnais (26,12 ng/g).

A l'exception du résultat de la station Fréjus, le profil pour cette famille de contaminant est équivalent depuis la mise en œuvre du RINBIO avec des concentrations plus importantes dans les lagunes.

L'étude du profil pour chaque métabolite montre également que c'est surtout le DDE (44,9 ng/g au Prévost), donc le produit de dégradation ultime, qui est majoritairement présent. Cette observation est également valable pour la station Fréjus Ouest (59,7 ng/g), qui n'a jamais montré de concentrations élevées en pesticides organochlorés depuis la mise en œuvre du réseau.

On ne retrouve pas le DDT en milieu lagunaire à l'exception de l'étang de Pierre Blanche. Par contre plusieurs stations mer montrent un signal plus élevé qu'en 2003, notamment les stations Ponteau, Cortiou, petite rade de Toulon, Pampelone et Fium Orbu en Corse.

Les données RNO concernant cette famille de molécules confirment le phénomène de dilution observé dans le champ moyen pour les molécules organiques en Méditerranée. On remarque que les maxima sont par contre équivalents à ceux du RNO en Méditerranée, mais ceci concerne principalement les stations lagunaires. Les données du programme Mytilos qui ne concernent que des stations mer confirment ces observations.

On remarque au travers des données RNO que la Méditerranée présente des niveaux plus élevés que la façade Manche - Atlantique pour ces molécules.

DDT + DDD + DDE en ng/g p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	5,3	0,63	36,6
RNO Méditerranée	15,1	1,87	83,2
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	0,4	1,5	15,5
RINBIO 2003	6,14	1,5	109
RINBIO 2006	6,6	1,5	70,8

Tableau 10 : Synthèse des données pour le DDT et ses métabolites (DDT + DDD + DDE)

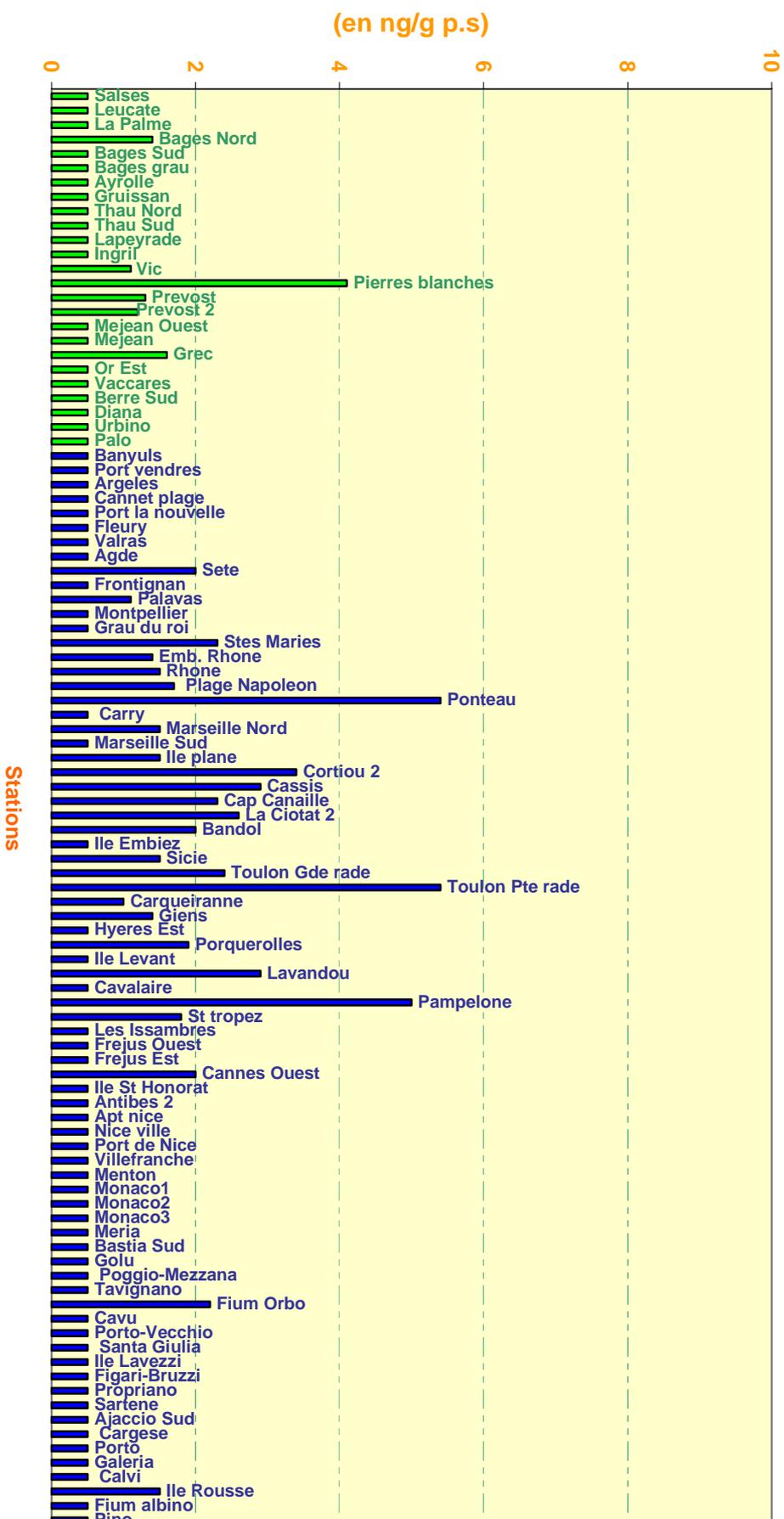


Figure 13 : Contamination par le DDT. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.11. Hexachlorocyclohexane - γ HCH (Lindane)

Le gamma hexachlorocyclohexane est un puissant insecticide chloré toxique et rémanent, largement utilisé pour le traitement des cultures et la lutte contre les moustiques et les termites.

Les isomères α et β sont des sous produits de fabrication. Les produits commerciaux doivent contenir plus de 99 % de γ HCH pour avoir droit à l'appellation Lindane. Facilement bioaccumulable dans la matière vivante, le Lindane présente une forte toxicité aiguë pour les crustacés.

Le lindane a été interdit en France en 1998. Le RNO confirme une décroissance générale des niveaux de présence sur toutes les façades.

Pour RINBIO, le γ HCH n'a jamais présenté de résultats supérieurs à la limite de détection de la méthode depuis le lancement du réseau, à l'exception d'un pic présent à chaque campagne dans l'étang du Ponant.

Lors de cette campagne 2006, la station Ponant n'a malheureusement pas été retrouvée, mais deux stations ont présenté des pics particulièrement élevés (figure 14). La lagune d'Ayrolle (4,8 ng/g) et surtout la station mer de Pampelone (7,7 ng/g) qui s'individualisent par des niveaux supérieurs aux maxima mesurés par le RNO en Méditerranée (1,75 ng/g).

Cette campagne a pour la première fois étendue les investigations aux autres isomères. Lorsque l'on somme les différents isomères analysés (α, β, γ) le profil de contamination est totalement différent (figure 15). On peut observer les pics identifiés pour le lindane dans les stations Ayrolle et Pampelone, mais il apparaît plusieurs stations présentant des pics relatifs, en particulier dans le golfe du Lion, au droit de l'émissaire de Cortiou, dans le secteur de Nice et en Corse, plus particulièrement à la station Ile Rousse. Ces résultats montrent qu'il existe des sous-produits de fabrication du lindane qui sont encore utilisés à l'échelle du bassin.

Il n'a pas été possible à ce stade de trouver des données équivalentes dans la littérature pour comparer les résultats obtenus.

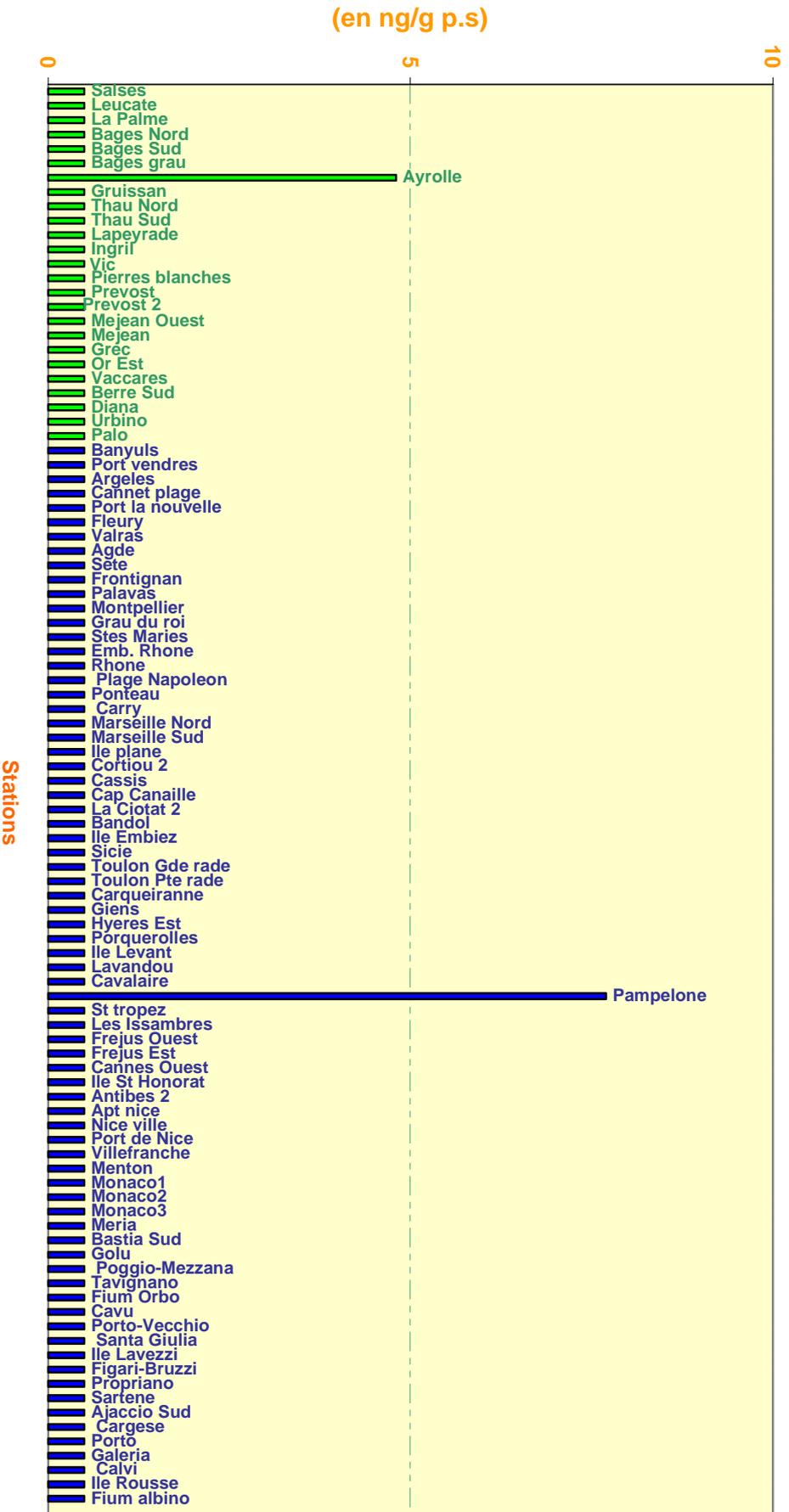


Figure 14 : RINBIO 2006 - Contamination par le Lindane. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

Ifremer

Réseau RINBIO - Campagne 2006

Concentrations en HCH (isomères alpha, beta et gamma)

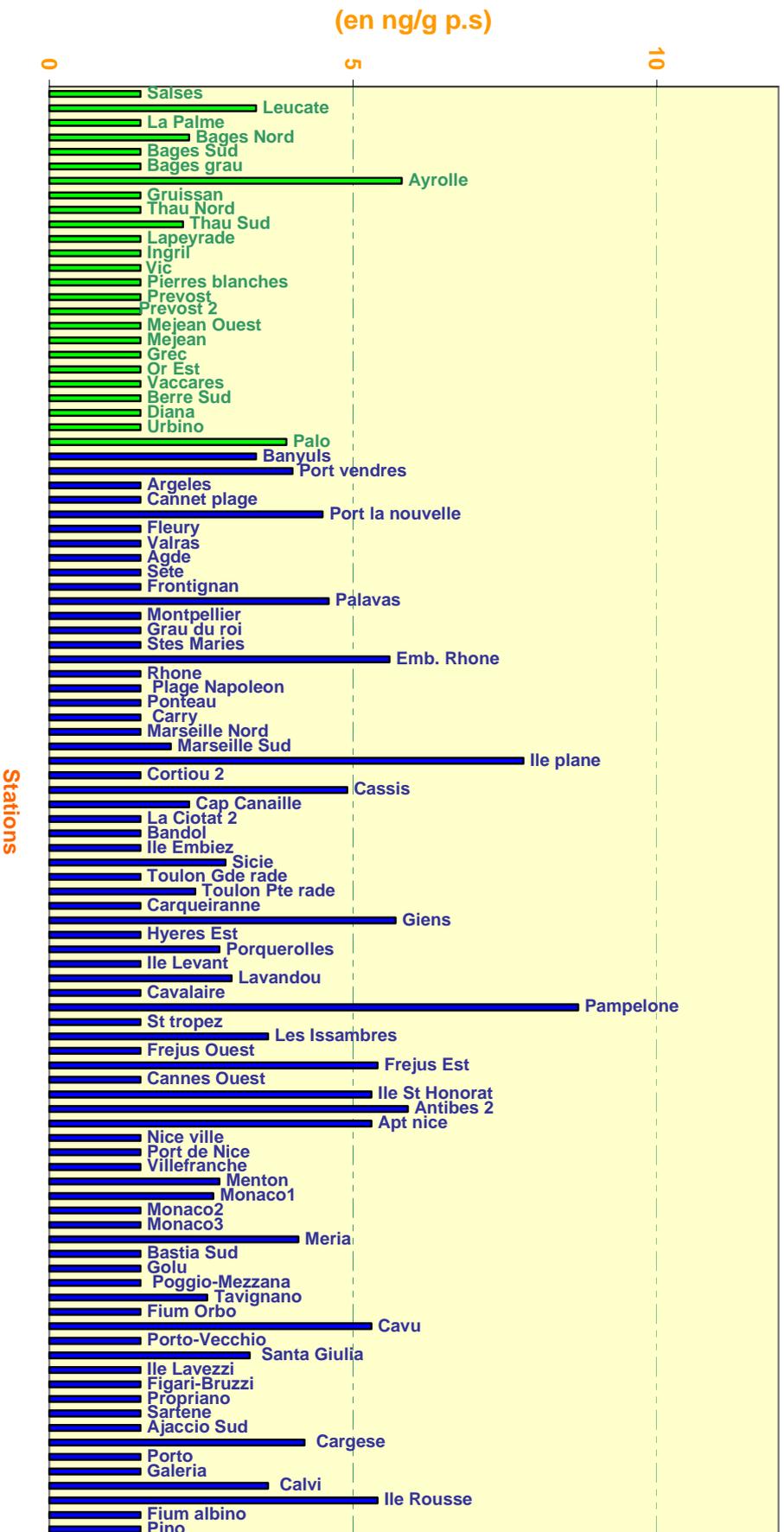


Figure 15 : RINBIO 2006 - Contamination par les isomères α, β, γ de l'Hexachlorocyclohexane. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.12. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP présents dans l'environnement résultent de différents processus : la biosynthèse par les organismes vivants, les pertes à partir du transport ou de l'utilisation des carburants fossiles, charbons, pétroles, la pyrolyse des matières organiques à haute température, feu de forêts, combustion des charbons et pétroles. Ce dernier processus constitue la principale voie d'introduction des HAP dans l'environnement et résulte majoritairement des activités anthropiques. Il est bien connu que la combustion des essences est une source importante d'introduction de HAP dans l'atmosphère. Les HAP entrent pour 15 à 30 % dans la composition des pétroles bruts. Les activités industrielles telles que les usines de production d'aluminium, les raffineries de pétrole ou les rejets urbains contribuent également de manière importante aux apports atmosphériques et aquatiques.

Toxiques (certains étant cancérigènes) pour l'homme, la flore et la faune marine, ils sont très rémanents dans l'environnement moins biodégradables que les autres hydrocarbures.

Les résultats ont été interprétés selon deux axes :

- la somme des 16 molécules dosées qui dispose de niveaux de référence en matière de santé publique suite au naufrage de l'Erika,
- le fluoranthène, qui est un bon indicateur de la distribution des HAP et qui dispose de niveaux de référence par rapport au RNO.

La répartition des HAP (figure 16) dans le réseau RINBIO est très hétérogène, à l'image de celle que l'on peut observer sur l'ensemble du littoral français. Cette observation est certainement liée à la contamination diffuse des eaux côtières par cette famille de contaminants et aux nombreuses sources ponctuelles d'apports possibles. Citer toutes les stations qui présentent des niveaux significativement plus élevés que la médiane observée à l'échelle du réseau ne relève pas d'un grand intérêt. Notons simplement que les niveaux les plus élevés ne se retrouvent pas nécessairement là où on pensait les observer.

Ainsi à l'exception de pics significatifs dans la lagune de Bages (105,4 ng/g) et aux stations mer Fleury (87,8 ng/g) et petite rade de Toulon (82,3 ng/g), on observe des pics relatifs dans plusieurs lagunes languedociennes : Leucate (52,6 ng/g), Bages (43,3 ng/g), Prévost (55,9 ng/g), Grec (58,1 ng/g) et dans les stations mer Plage Napoléon (53,4 ng/g), de Giens (64,8 ng/g), Fréjus Ouest (61,4 ng/g), Fium Orbu (50,6 ng/g) et Ile Rousse (50 ng/g).

Hormis la station de Bages, les niveaux sont inférieurs à 100 ng/g p.s. Ils sont très nettement inférieurs au seuil de 500 ng/g p.s déterminé par l'AFSSA, à l'occasion du naufrage de l'Erika, pour interdire la mise sur le marché des coquillages contaminés.

Si on observe la médiane de la distribution (34,1 ng/g) et qu'on la compare à celles du programme Mytilos (44,8 ng/g) et de la campagne RINBIO 2003 (47 ng/g), on observe une constance des résultats.

A noter que les sites les plus contaminés identifiés par le programme Mytilos sur l'ensemble de la façade méditerranéenne occidentale atteignaient des niveaux de l'ordre de 100 ng/g, ce qui montre à l'instar des résultats RINBIO 2003 une contamination relativement faible par les HAP dans le champ moyen à l'échelle des deux districts.

Réseau RINBIO - Campagne 2006
Concentrations en HAP (16 composés)

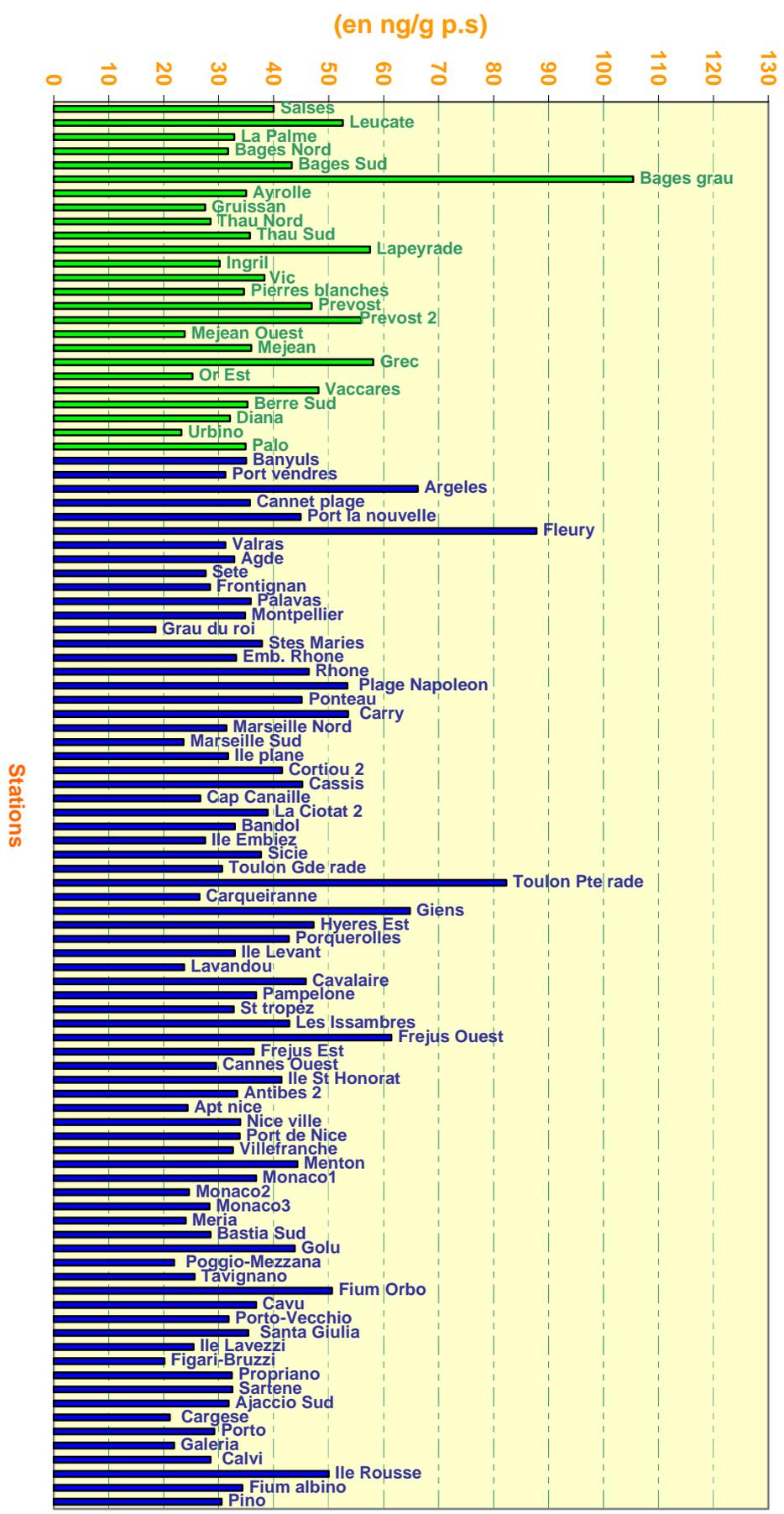


Figure 16 : RINBIO 2006 - Contamination par les HAP (somme de 16 composés) : En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

5.12.1. Fluoranthène

On remarque également pour cette molécule utilisée dans le RINBIO et le RNO comme représentative des HAPs une grande hétérogénéité des données (figure 17), avec les niveaux les plus élevés aux stations mer Fleury (12,3 ng/g) dans la station Plage Napoléon (9 ng/g) et plusieurs pics dans les lagunes du Prévost (8,2 ng/g), de la Peyrade (7,2 ng/g), de Bages (5,5 ng/g) et du Grec (7,5 ng/g), et en mer ouverte Port La Nouvelle (5,1 ng/g), le secteur de Toulon (5,6 ng/g), la station de Pampelone (6,8 ng/g) et de Menton (7,2 ng/g).

Par contre les pics identifiés avec la somme des 16 HAP en Corse et à Fréjus ne se retrouvent pas avec ce composé.

Tout comme pour la somme des 16 composés mesurés la médiane de la distribution est du même ordre de grandeur que celle du programme Mytilos et de la campagne 2003. Par contre les niveaux sont plus élevés sur les populations de coquillages prélevés à la côte par le RNO, avec des niveaux plus élevés sur la façade Manche Atlantique.

Il existe donc également pour les HAP un effet champ moyen important sur les concentrations observées.

Par contre les sites les plus contaminés identifiés par le programme Mytilos atteignaient des niveaux beaucoup plus importants, ce qui montre à l'instar des résultats 2003 une absence de site très impacté par les HAP dans le champ moyen à l'échelle du réseau.

Fluoranthène en ng/g p.s	Médiane	Min	Max
RNO Manche Atlantique	21,4	4	245
RNO Méditerranée	13,2	2,19	243
Mytilos 2004 - 2005 - 2006	1,75	0,5	55
RINBIO 2003	3,2	0,5	11,4
RINBIO 2006	2,1	0,5	12,3

Tableau 11 : Synthèse des données pour le Fluoranthène

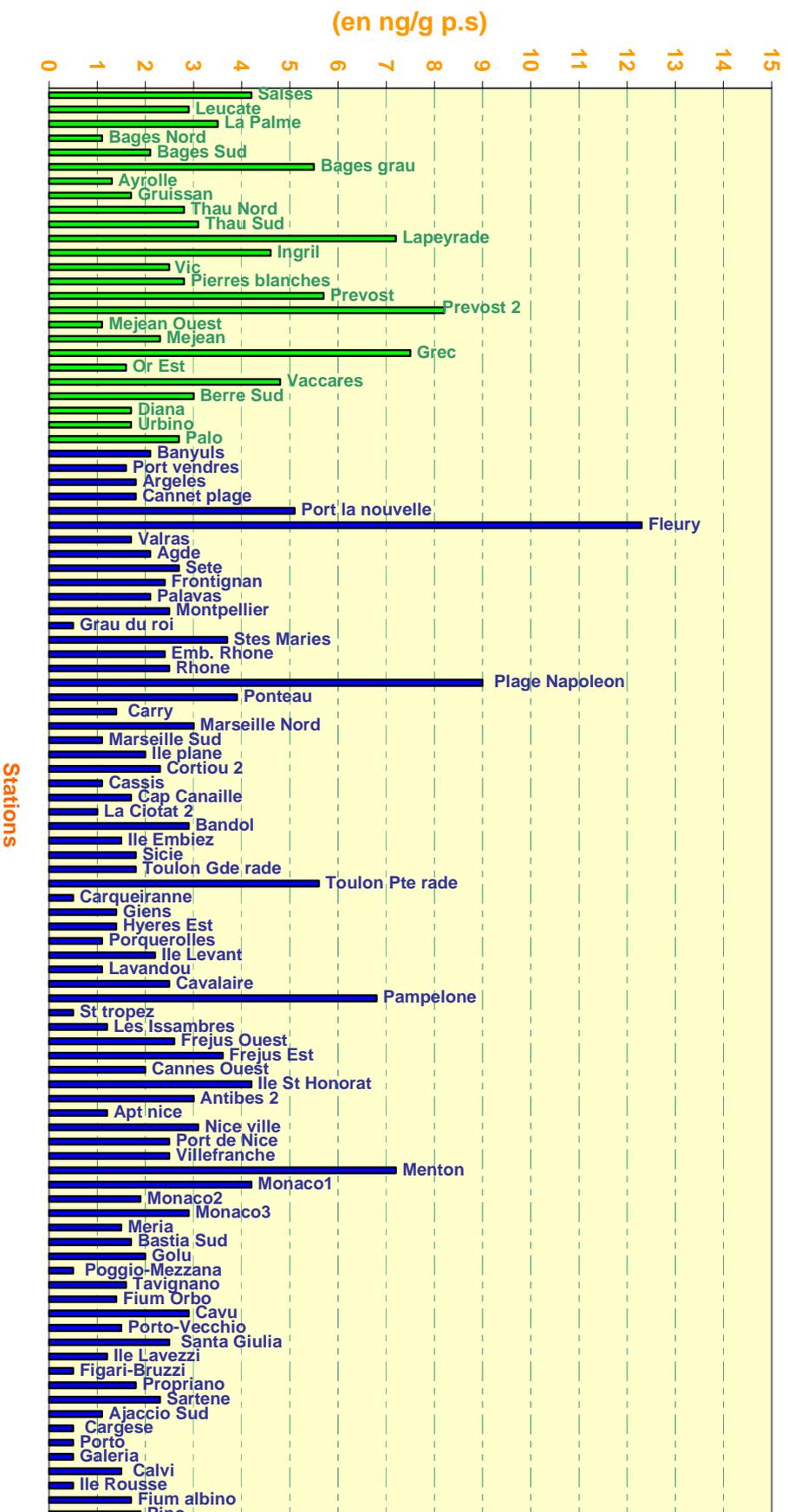


Figure 17 : Contamination par le Fluoranthène. En vert les stations lagunaires, en bleu les stations mer.

6. Synthèse régionale

6.1. Détermination de classes de qualité

Depuis 1998 et la mise au point d'une méthode d'ajustement autorisant les comparaisons des niveaux de contamination, une méthode de classification des données a été élaborée pour homogénéiser leur traitement.

En 1996, une première classification des données avait été réalisée en utilisant la méthode des quartiles, pour chaque secteur homogène du point de vue de la croissance des échantillons.

Cette approche a pu être remplacée par une démarche plus globale, grâce à la méthode de traitement des données élaborée en 1998.

Pour chaque contaminant, la **classe 0** encadre le niveau moyen (ou bruit de fond) de la contamination côtière, donné par le modèle de régression pour une valeur standard de l'indice de condition égale à 0,124. Elle correspond à la gamme de référence des données pour chaque xénobiotique en indiquant à l'échelle du réseau en l'absence d'une contamination significative du milieu.

La **classe 1** correspond à une gamme de sécurité afin d'éviter de conclure à une contamination certaine du milieu. Cette gamme de sécurité permet de tenir compte de la variabilité inhérente à l'utilisation d'un biointégrateur et à la précision des méthodes analytiques. Sa borne supérieure est calculée en incrémentant la borne supérieure de la classe 0 de deux fois la valeur de l'intervalle de prédiction du modèle.

L'intervalle de prédiction de chaque modèle encadrant le niveau moyen (ou bruit de fond) de la contamination côtière pour une valeur standard de l'indice de condition de 0,124 est fourni par la formule.

$$t_{0.025} S \sqrt{\left[\frac{1}{n} + \frac{(X_0 + \bar{X})^2}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} + 1 \right]}$$

$X_0 = 0,12$ pour les modèles $Y = aX + b$ et $X_0 = 1/0,12$ pour les modèles. $Y = a/X + b$

X_i : indice de condition des échantillons retenus pour la détermination des modèles de régression

$t_{0.025}$: fractiles de la loi de Student pour $p = 0,95$ et $n-1$ degrés de liberté

S : écart type résiduel correspondant à une erreur standard de l'estimation

n : nombre de données.

La **classe 2** correspond à des valeurs sub-normales par rapport au bruit de fond de la contamination. Elle témoigne donc d'une pollution certaine mais modérée du milieu. Sa borne supérieure est calculée en incrémentant la borne supérieure de la classe 1 de deux fois la valeur de l'intervalle de prédiction du modèle.

La **classe 3** correspond à des valeurs anormales de contamination par rapport au bruit de fond. Elle permet avec la classe 4 de caractériser le degré d'intensité de la contamination du milieu. Sa borne supérieure est calculée en incrémentant la borne supérieure de la classe 2 de deux fois la valeur de l'intervalle de prédiction du modèle.

La **classe 4** correspond à des valeurs très élevées de contamination. Elle englobe les résultats supérieurs à la borne supérieure de la classe 3.

Cette méthode a le grand avantage de bâtir une reproductible d'une campagne à l'autre, à condition que les modèles soient significatifs pour l'ensemble des contaminants et surtout qu'ils soient semblables d'une campagne à l'autre.

Depuis le lancement du réseau, on observe pour certains contaminants une variabilité des modèles linéaires obtenus, leurs coefficients de régression et la valeur de leur probabilité critique. D'autre part, pour d'autres contaminants, la relation indice de condition – concentration n'est pas établie comme cela est présenté au chapitre 4. Les contaminants concernés sont : Cu, As, Cr, HCHs, PAHs.

Il n'est donc pas possible de traiter tous les contaminants selon cette méthode et d'utiliser, à ce stade de nos réflexions, une grille figée d'une campagne à l'autre.

Pour synthétiser les résultats de cette campagne, nous avons donc choisi d'utiliser, pour les contaminants ne présentant pas une corrélation significative entre la croissance et la concentration en contaminants, une classification bâtie autour d'une valeur pivot en l'occurrence la moyenne de la distribution. Moins robuste que la médiane, la moyenne a toutefois été retenue, les données étant normalement distribuées de part et d'autre de cette valeur.

La moyenne a donc été considérée comme le bruit de fond de la contamination pour chaque contaminant à l'échelle de la campagne, après avoir vérifié que cette valeur n'était pas significativement différente du bruit de fond retenu dans les précédentes campagnes.

Pour chaque contaminant, la **classe 0** englobe toute les données inférieures au bruit de fond représenté par la moyenne de la distribution.

La **classe 1** correspond à une gamme de sécurité afin d'éviter de conclure à une contamination certaine du milieu. Sa borne supérieure est calculée en incrémentant la borne supérieure de la classe 0 de deux fois la valeur de l'écart type de la distribution des données.

La **classe 2** est calculée en incrémentant la borne supérieure de la classe 1 de deux fois la valeur de l'écart type de la distribution des données.

La **classe 3** correspond à des valeurs anormales de contamination par rapport au bruit de fond. Sa borne supérieure est calculée en incrémentant la borne supérieure de la classe 2 de deux fois la valeur de l'écart type de la distribution des données.

La **classe 4** correspond à des valeurs très élevées de contamination. Elle englobe les résultats supérieurs à la borne supérieure de la classe 3.

Seuls les isomères du HCH ne suivent pas cette distribution normale des données, beaucoup trop de valeurs étant inférieures à la limite de détection analytique. Dans ce cas, nous avons traité les données selon la méthode utilisée en 2000, à savoir le bruit de fond déterminé par la limite de détection analytique et le report de deux fois cette valeur pour passer d'une classe à l'autre.

La grille ainsi construite est présentée dans le Tableau 12.

	PB	ZN	CD	HG	CU	NI	AS	CR	SDDTs	SHCHs	SPCBs	S16HAPs
Niveaux de base	1.13	117.44	0.87	0.07	3,87	0.92	22,69	0,47	7.49	1,5	13.7	34,1
Niveaux faibles	2.33	184.39	1.53	0.12	5,61	1.88	38,69	1,01	26.38	4,5	42.04	62,04
Niveaux modérés	3.54	251.34	2.19	0.17	7,35	2.85	54,69	1,55	45.27	7,5	70.38	89,98
Niveaux élevés	4.75	318.29	2.85	0.21	9,09	3.82	70,69	2,09	64.16	10,5	98.72	117,92
Niveaux très élevés	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf

Tableau 12 : *Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO 2006. Unités : en µg/g pour les métaux lourds, en ng/g pour les composés organiques.*

Les classes de contamination définies dans le cadre de cette étude sont bien entendu relatives et s'appliquent à une approche spatiale de la contamination. Elles sont dépendantes de l'ensemble des résultats de cette campagne, mais permet de comparer les stations entre elles à l'échelle du réseau qu'il y ait un effet important de la croissance sur le niveau de contamination ou pas.

Compte tenu du recul pris sur le traitement des données RINBIO depuis le lancement du réseau et des acquis du programme Mytilos, des traitement statistiques vont être entrepris sur l'ensemble des jeux de données disponibles pour tenter d'aboutir à une grille de qualité qui puisse être enfin figée à l'échelle du réseau quelle que soit la campagne.

6.2. Traitement des données et classification

L'utilisation de la grille de qualité permet de synthétiser les résultats de cette campagne 2006 avec une vision d'ensemble des secteurs présentant les niveaux les plus élevés (*Tableau 13*).

ROWNAMES	STATION	N°	PB	■	■	■	■	CU	■	AS	CR	■	■	■	S16HAPs
Salses	04A	1	0.64	106.07	0.66	0.06	4.80	1.59	20.70	0.90	4.68	1.50	8.67	40.00	
Leucate	04B	2	0.59	109.87	0.71	0.05	5.80	2.28	41.80	1.10	6.26	3.40	8.04	52.60	
La Palme	05A	3	0.99	125.62	0.88	0.07	7.40	1.70	23.30	0.80	10.69	1.50	9.85	32.80	
Bages Nord	06B	4	1.58	137.62	0.81	0.06	3.90	0.86	15.10	0.50	7.16	2.30	12.66	31.70	
Bages Sud	06A	5	1.08	118.16	2.00	0.03	8.00	2.46	20.90	1.10	19.18	1.50	8.90	43.30	
Bages grau	06F	6	1.06	109.89	1.26	0.06	6.50	1.62	36.30	0.60	8.78	1.50	9.83	105.80	
Ayrolle	06C	7	0.84	113.96	1.11	0.10	3.80	1.00	26.60	0.20	26.12	5.80	15.54	35.00	
Gruissan	06D	8	0.74	126.79	0.79	0.08	6.20	1.50	23.90	0.30	23.16	1.50	12.52	27.50	
Thau Nord	09B	9	0.46	93.83	0.62	0.05	3.30	0.64	16.20	0.40	17.36	1.50	19.19	28.50	
Thau Sud	09A	10	1.12	149.26	1.04	0.07	4.50	0.83	21.50	0.40	8.71	2.20	6.58	35.70	
Lapeyrade	11F	11	8.44	228.45	1.52	0.06	3.40	1.30	15.30	0.40	9.04	1.50	41.07	57.40	
Ingril	11C	12	0.88	103.20	0.79	0.08	3.60	0.97	12.70	0.30	21.19	1.50	34.91	30.30	
Vic	11A	13	0.82	124.39	0.72	0.11	3.40	1.81	11.90	0.60	28.21	1.50	28.02	58.50	
Pierres blanches	11G	14	1.09	118.91	0.54	0.07	3.30	0.96	10.90	1.70	21.13	1.50	32.14	34.60	
Prevost	11B	15	0.92	125.68	0.66	0.06	4.00	1.33	14.80	0.80	47.22	1.50	60.09	46.90	
Prevost 2	11E	16	1.03	140.44	0.72	0.07	3.70	1.26	10.90	0.60	62.51	1.50	50.75	55.90	
Mejean Ouest	12I	17	0.94	137.26	0.56	0.09	3.90	0.77	7.60	0.10	17.47	1.50	32.03	23.80	
Mejean	12A	18	1.02	141.96	0.62	0.08	4.00	1.13	10.10	0.20	20.66	1.50	40.89	35.90	
Grec	11H	19	0.90	125.21	0.55	0.08	4.30	1.20	9.80	1.20	33.59	1.50	15.19	58.10	
Or Est	12E	20	1.21	76.42	0.71	0.02	3.40	1.05	18.80	0.60	6.67	1.50	16.62	25.20	
Vaccares	14A	21	0.66	113.93	0.79	0.07	5.40	2.10	16.60	0.50	1.17	1.50	5.78	48.10	
Berre Sud	17C	22	0.68	142.54	0.51	0.03	4.00	1.38	9.80	0.40	11.49	1.50	42.96	35.20	
Diana	35A	23	0.52	97.54	0.57	0.07	3.50	1.86	21.30	0.60	3.89	1.50	9.12	32.00	
Urbino	36A	24	0.28	86.40	0.55	0.14	3.40	0.67	16.40	0.20	3.70	1.50	7.34	23.20	
Palo	37A	25	0.59	56.92	0.41	0.14	3.40	1.43	19.10	0.50	10.75	3.90	49.86	34.80	
Banyuls	01A03	26	1.03	112.88	0.82	0.09	3.30	1.15	23.50	0.50	7.71	3.40	8.05	35.00	
Port vendres	01B	27	1.49	138.86	0.91	0.06	4.10	0.88	15.30	0.30	5.21	4.00	10.84	31.20	
Argeles	02A0	28	0.97	108.87	0.90	0.06	4.10	0.93	22.90	0.50	0.30	1.50	1.47	66.20	
Cannet plage	02B	29	0.95	99.09	0.96	0.06	3.20	1.09	21.60	0.90	18.79	1.50	15.25	35.70	
Port la nouvelle	07A	30	1.00	107.69	0.86	0.09	3.30	0.97	25.00	0.50	11.29	4.50	10.82	44.90	
Fleury	07B	31	0.91	113.01	0.86	0.07	3.70	0.89	24.40	0.30	2.20	1.50	6.70	87.80	
Valras	07D	32	1.01	120.09	0.86	0.05	3.40	0.90	22.20	0.40	6.02	1.50	4.29	31.20	
Agde	07G	33	0.60	109.94	0.61	0.10	2.90	0.77	18.40	0.30	6.79	1.50	12.45	32.80	
Sete	08B	34	0.90	112.62	0.88	0.06	3.50	0.88	27.90	0.40	13.89	1.50	17.51	27.60	
Frontignan	10A0	35	0.84	117.49	0.91	0.06	3.60	0.84	30.50	0.40	3.20	1.50	7.70	28.40	
Palavas	10C	36	1.00	118.10	0.86	0.06	3.60	0.77	34.40	0.40	8.20	4.60	13.73	35.80	
Montpellier	10D	37	0.86	113.51	1.03	0.06	4.00	1.00	31.90	0.20	4.29	1.50	11.02	34.80	
Grau du roi	10B	38	0.91	127.07	0.88	0.07	3.60	2.40	23.10	1.00	1.38	1.50	6.71	18.50	
Stes Maries	15A	39	0.83	103.99	0.79	0.05	3.50	0.93	36.50	0.40	7.75	1.50	19.38	37.00	
Emb. Rhone	15B	40	0.83	112.49	0.81	0.05	3.50	0.83	31.80	0.30	16.08	5.60	28.93	33.20	
Rhone	15C	41	1.43	164.26	1.08	0.09	3.60	1.22	14.30	0.40	4.89	1.50	2.81	46.40	
Plage Napoleon	16A03	42	0.90	99.85	0.58	0.07	4.10	0.67	24.70	0.30	12.82	1.50	38.19	53.40	
Ponteau	16B	43	1.17	131.69	0.93	0.09	4.00	1.03	23.30	0.40	12.97	1.50	33.70	45.10	
Carry	18A	44	1.48	140.13	0.92	0.09	3.40	0.75	17.10	0.30	1.07	1.50	3.47	53.50	
Marseille Nord	19C	45	1.59	144.34	0.95	0.09	4.20	0.97	18.80	0.40	5.46	1.50	9.59	31.40	
Marseille Sud	19B	46	1.37	127.36	0.91	0.08	3.10	0.92	17.20	0.20	0.91	2.00	10.31	23.60	
Ile plane	20C	47	1.29	94.81	0.97	0.06	3.30	1.09	20.00	0.30	8.81	7.80	44.33	31.70	
Cortiou 2	20A0	48	1.12	74.15	0.89	0.06	3.60	0.94	20.50	0.40	9.90	1.50	43.76	41.50	
Cassis	20B	49	1.22	105.91	0.99	0.07	3.80	0.74	20.10	0.20	9.92	4.90	14.47	45.20	
Cap Canaille	21F	50	1.21	113.04	0.93	0.06	3.00	0.72	18.00	0.20	7.58	2.30	14.03	26.60	
La Ciotat 2	21A0	51	0.98	95.16	0.78	0.06	3.70	0.57	20.40	0.20	11.23	1.50	18.91	38.90	
Bandol	21B	52	1.13	96.58	0.91	0.08	3.80	0.95	18.20	1.30	8.69	1.50	13.51	32.90	
Ile Embiez	21E	53	1.24	107.74	1.06	0.07	4.00	0.87	20.30	0.30	1.51	1.50	5.03	27.50	
Sicie	21C	54	1.51	117.11	1.00	0.08	3.80	0.93	15.70	0.40	9.31	2.90	14.09	31.70	
Toulon gde rade	22B	55	1.83	115.50	0.79	0.11	3.80	0.75	19.80	0.50	6.54	1.50	25.61	30.60	
Toulon Pte rade	22C	56	3.27	118.52	0.62	0.23	4.40	0.55	19.70	0.60	17.19	2.40	136.74	82.30	
Carqueiranne	22E	57	1.32	117.11	0.85	0.07	3.50	0.94	21.20	0.30	5.99	1.50	8.83	26.50	
Giens	23A	58	1.58	108.61	0.99	0.09	4.20	1.07	22.50	0.40	6.27	5.70	18.37	64.80	
Hyeres Est	23B03	59	1.19	139.36	1.06	0.09	3.60	0.96	19.20	0.30	2.95	1.50	7.31	47.30	
Porquerolles	23F	60	1.42	110.51	0.86	0.07	3.70	0.84	13.30	0.20	8.70	2.80	24.35	42.70	
Ile Levant	23D	61	1.49	105.00	1.36	0.08	4.00	1.38	22.10	0.40	3.20	1.50	19.23	32.90	
Lavandou	24A	62	1.42	84.90	0.85	0.06	3.50	0.56	20.60	0.30	15.68	3.00	35.39	23.70	
Cavalaire	24B	63	1.18	153.82	0.84	0.06	4.30	1.24	25.80	0.60	17.94	1.50	11.24	45.80	
Pampelone	25A	64	0.95	82.22	0.55	0.06	5.90	0.68	28.90	0.30	11.11	8.70	51.90	36.80	
St tropes	26A	65	1.52	177.26	1.18	0.07	3.70	0.74	19.90	0.40	9.92	1.50	15.98	32.70	
Les Issambres	26B	66	1.65	156.36	1.12	0.08	4.40	1.29	15.00	0.30	3.65	3.60	9.57	42.80	
Frejus Ouest	27A	67	0.89	113.69	2.67	0.06	7.70	2.48	14.20	0.80	70.97	1.50	18.16	61.80	
Frejus Est	27B	68	1.40	134.38	1.06	0.10	3.90	0.91	21.00	0.40	5.93	5.40	12.24	36.40	
Cannes Ouest	28A0	69	1.63	91.28	0.77	0.08	3.60	0.65	16.80	0.20	16.71	1.50	53.94	39.50	
Ile St Honorat	28C	70	1.30	100.42	0.90	0.08	3.80	1.01	20.80	0.40	9.15	5.30	13.68	44.80	
Antibes 2	29E	71	1.10	146.58	0.97	0.08	3.90	0.86	22.00	0.50	4.26	5.80	11.16	33.40	
Apt nice	29B	72	1.38	122.00	0.85	0.07	4.40	1.11	23.40	0.80	2.25	5.30	8.08	24.30	
Nice ville	29F	73	1.35	115.34	0.81	0.06	3.80	0.94	23.00	0.40	3.74	1.50	12.54	33.90	
Port de Nice	29C	74	1.37	106.82	0.89	0.08	3.70	0.81	19.50	0.40	7.12	1.50	14.43	33.80	
Villefranche	29C03	75	1.64	117.11	0.92	0.09	4.40	1.29	24.90	0.90	3.58	1.50	8.77	32.60	
Menton	30A	76	1.67	127.33	0.84	0.08	4.40	1.35	18.40	0.90	5.70	2.80	17.46	44.20	
Monaco1	MC1	77	1.42	145.76	0.95	0.08	4.20	1.03	23.00	0.50	5.41	2.70	9.38	36.80	
Monaco2	MC2	78	1.51	132.61	0.92	0.08	4.30	1.42	19.90	0.50	3.60	1.50	7.58	24.60	
Monaco3	MC3	79	1.80	130.79	0.88	0.07	4.30	1.10	22.00	0.50	3.21	1.50	8.92	28.30	
Meria	31D	80	1.72	146.09	0.96	0.07	3.40	0.66	27.40	0.40	3.41	4.10	14.55	24.00	
Bastia Sud	32A03	81	1.00	120.54	0.88	0.07	3.30	0.61	19.70	0.30	4.92	1.50	9.33	28.50	
Golu	32C	82	1.10	126.98	1.02	0.07	3.70	0.82	23.20	0.60	4.53	1.50	16.93	43.80	
Poggio-Mezzana	32D	83	0.95	145.14	0.88	0.08	3.40	1.01	21.50	0.50	3.04	1.50	8.77	21.90	
Tavignano	34C	84	0.96	100.49	0.81	0.07	3.40	0.93	17.20	0.60	5.25	2.60	9.88	25.60	
Fium Orbo	34B	85	1.03	102.52	0.81	0.08	3.20	0.69	19.80	0.60	10.14	1.50	11.18	50.60	
Cavu	38A	86	0.96	114.19	0.88	0.08	3.30	0.83	33.00	0.50	4.49	5.30	8.84	36.80	
Porto-Vecchio	39A	87	0.79	91.54	0.77	0.07	3.40	0.60	23.90	0.30					

Pour les métaux lourds, les secteurs présentant les niveaux les plus élevés sont :

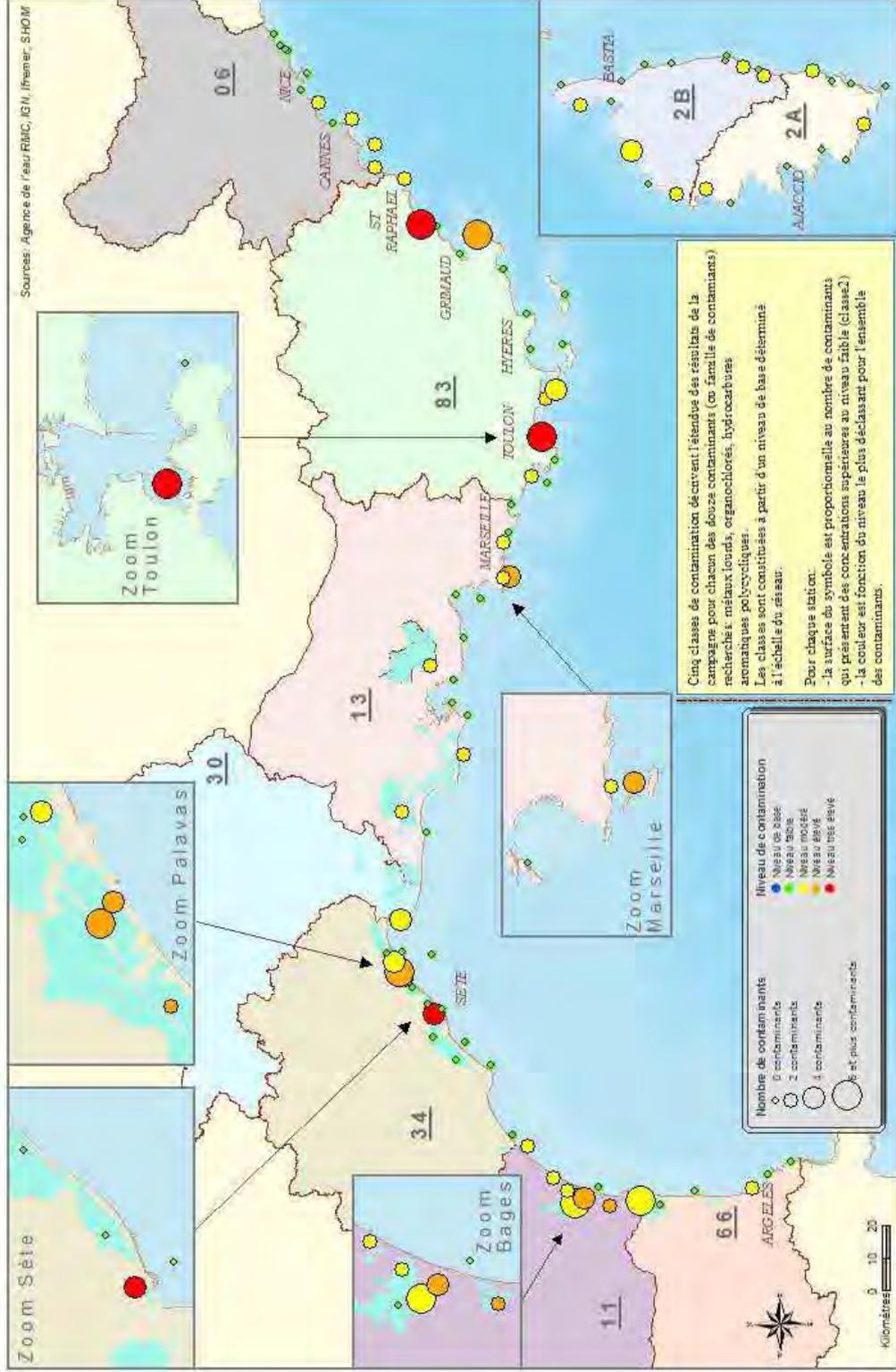
- Essentiellement l'étang de Peyrade mais aussi la petite rade de Toulon pour le plomb,
- Les lagunes de Bages et de La Peyrade, la station Fréjus Ouest pour le cadmium,
- Pour le mercure, la rade de Toulon et a un moindre niveau les lagunes de Palo et d'Urbino,
- Les étangs de Bages, La Palme pour le cuivre,
- Les étangs de Bages, Leucate, Vaccarès et les stations mer du Grau du Roi et de Fréjus Ouest pour le nickel,
- Pour le chrome, l'étang de Pierre Blanche et la station mer de Bandol,
- Pour l'arsenic, la côte Nord - Ouest de la Corse.

Pour les molécules organiques, on retrouve une contamination plus diffuse, avec plusieurs secteurs impactés :

- Les étangs de La Peyrade, du complexe palavasien, de Berre et de Palo pour les PCBs et les stations mer du golfe de Fos, de Cortiou, de Pampelone et de Cannes avec un maximum dans la petite rade de Toulon,
- Pour les composés du DDT, les étangs d'Ayrolle, de Gruissan et du complexe palavasien et la station mer de Fréjus Ouest,
- Pour les composés du HCH, l'étang d'Ayrolle et les stations mer de Palavas, embouchure du Rhône, Ile Plane, Gien, Pampelone, Antibes, Canne, Cavu et Ile Rousse,
- Pour les HAP le grau de l'étang de Bages, la station de Fleury et la petite rade de Toulon.

La carte n° 2 présente les résultats avec pour chaque station :

- une surface de symbole, proportionnelle au nombre de contaminants qui présentent des concentrations supérieures au niveau faible : la classe 2 ;
- une couleur, fonction du niveau le plus déclassant pour l'ensemble des contaminants.



Carte 2 : Synthèse multicontaminant

7. Etat chimique des masses d'eau au titre de la DCE

7.1. Méthode

La Directive Cadre Eau fixe un objectif de résultat à atteindre pour 2015, le bon état chimique et le bon état écologique des masses d'eau. L'état chimique, qui ne peut prendre que deux valeurs, bon ou mauvais, doit être évalué par rapport à des valeurs seuils (les normes de qualité environnementales ou NQE) fixées pour chaque substance prioritaire retenue.

Le 20 novembre 2001, la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau, prévue à l'annexe X de la Directive, a été arrêtée par décision du parlement européen et du conseil (décision 2455/2001/CE). Elle comprend une liste de 33 substances et groupes de substances, en complément de celles mentionnées à l'annexe IX de la Directive, d'où un total de 41 substances à prendre en compte dans le programme de surveillance.

Dans les districts Rhône et Côtiers Méditerranéens et Corse, la stratégie d'échantillonnage concernant ces 41 substances a été discutée dans le cadre des réunions destinées à la mise en œuvre du contrôle de surveillance. La planification a débuté en 2005 pour que le programme soit opérationnel dès 2006.

La surveillance chimique a bénéficié de l'expérience du RNO et du RINBIO, ce qui a permis l'élaboration de recommandations techniques opérationnelles et adaptées aux caractéristiques du milieu marin littoral basées sur deux principes fondamentaux :

- La mesure des niveaux dans les sédiments fins superficiels ou dans les mollusques bivalves pour les substances hydrophobes et intermédiaires. La mesure directe dans l'eau pose des problèmes de représentativité de prélèvements ponctuel dans un milieu dynamique et n'est proposée que pour les substances hydrophyles sur de l'eau filtrée, en étudiant la possibilité d'acquies de la donnée à l'aide de capteurs passifs comme méthode de substitution ;
- Le suivi de l'évolution des concentrations dans les mollusques (pour les contaminants au comportement hydrophobe ou intermédiaire) dans le cadre du contrôle opérationnel, de manière à pouvoir apprécier les tendances temporelles.

Le plan d'échantillonnage a retenu 33 stations (carte n° 3) qui ont fait l'objet au cours de cette campagne de prélèvements de chair de coquillage supplémentaires pour pouvoir analyser, en compléments des paramètres du RINBIO, les contaminants hydrophobes et intermédiaires de la liste des 41 substances. Des prélèvements de sédiment ont également été réalisés pour compléter le plan d'échantillonnage du RNO sédiment.

Le critère retenu a été la valeur du coefficient de partage n - octanol – eau (supérieur à 3 pour un composé susceptible de se bioaccumuler) et la disponibilité d'une méthode analytique dans la matière vivante à un seuil de détection acceptable.



Carte n° 3 : RINBIO 2006- Stations retenues au titre du contrôle de surveillance de la DCE.

Le réseau RINBIO mesure en routine 10 contaminants ou familles de contaminants de l'annexe X et IX de la DCE : Cadmium, Plomb, Mercure, Nickel, Anthracène, Fluoranthène, Hexachlorocyclohexanes (α HCH + β HCH + γ HCH), Naphtalène, (Benzo(a) pyrène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(g,h,i)pérylène, Indéno (1,2,3-cd) pyrène), DDT Total (DDT + DDD + DDE).

La campagne 2006 a donc pris en compte 19 molécules complémentaires des annexes IX et X: Pentabromodiphenylether (PBDE), Pentachlorobenzène, Hexachlorobenzène, Aldrine, Dieldrine, Endrine, Isodrine, Endosulfan, Trifluraline, Pentachlorophénol, Hexachlorobutadiène, Chloropyriphos, Composés du TBT, Nonylphénols, Octylphénols, Diethylhexylphtalate, (DEHP), C10 - C13 Chloroalcanes, Diphenylethers bromés (PBDE), Trichlorobenzène.

- Pour les Nonylphénols, ce sont les Nonylphénols totaux (mélange technique) et le 4-para-nonylphénol qui ont été analysés.
- Pour les Octylphénols, c'est le para-tert-octylphénol qui a été analysé.
- Pour le Trichlorobenzène, c'est le 1,2,4 Trichlorobenzène qui a été analysé.
- Pour l'Endosulfan, ce sont les isomères α et β qui ont été analysés et sommés.

12 molécules non mesurables dans la matière vivante, en raison d'un log Kow inférieur à 3, seront donc suivies dans l'eau au cours d'un programme à définir d'ici la prochaine campagne DCE du contrôle de surveillance : Alachlore, Atrazine, Benzène, 1,2 Dichloroéthane, Dichloromethane, Diuron, Isoproturon, Simazine, Trichlorométhane, Tétrachlorure de carbone, Perchloréthylène, Trichloréthylène.

Concernant les performances analytiques requises, les textes demandent que la sensibilité (limite de détection et de quantification), ainsi que la précision (reproductibilité et justesse) répondent aux critères suivants :

- limite de quantification au moins égale à 30 % de la limite du bon état (NQE) ;
- aptitude à classer les masses d'eau dans l'une ou l'autre classe, avec une marge d'erreur acceptable.

7.2. Analyse des données

Les NQE ont été construites pour une évaluation du risque que la substance concernée fait courir à l'environnement ou à la santé humaine (art.2 §35). Les principes de la méthodologie en cascade de détermination de la NQE sont décrits plus en détail dans le bulletin RNO 2006.

Les NQE disponibles pour les 41 substances ont été définies dans la circulaire 2007/23 du 7 mai 2007 du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Elles ont été utilisées pour réaliser cette première évaluation de l'état chimique des masses d'eau des districts Rhône et côtiers méditerranéens et Corse. A noter que ces normes n'ont pas en tant que telles de portée de nature réglementaire, d'autre part elles ont été édictées de manière provisoire, dans l'attente d'une Directive fille de la DCE qui devrait établir de manière définitive les NQE pour ces 41 substances.

La disponibilité de ces NQE même provisoire ne permet pas cependant de réaliser en l'état l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau en s'appuyant sur les résultats d'analyses obtenus dans la matière vivante.

En effet les NQE étant exprimées en concentrations dans l'eau, il convient de convertir les résultats obtenus dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau. La méthode utilisée dans le cadre de cette étude est décrite dans le bulletin RNO 2006. Elle permet, via l'utilisation d'un facteur de bioconcentration, de convertir les concentrations dans le biote en concentration équivalente dans l'eau :

$$C \text{ Mollusque} = C \text{ Eau} * BCF \text{ Mollusque}$$

$$D'où C \text{ Eau} = C \text{ Mollusque} / BCF \text{ Mollusque}$$

Avec

Ceau en $\mu\text{g/l}$

C Mollusque en $\mu\text{g/kg}$ poids humide

BCF sans unité

Lorsque les BCF pour les molécules concernées n'étaient pas disponibles, une méthode de calcul utilisant le coefficient de partage n-octanol/eau ($\log Kow$) a été utilisée.

- $\log Kow = 2 - 6 : \log BCF = 0,85 \cdot \log Kow - 0,70$
- $\log Kow > 6 : \log BCF = -0,20 \cdot \log Kow + 2,74 \cdot \log Kow - 4,72$

Cette méthode de conversion entre le biote et l'eau présente des facteurs d'incertitude importants :

- elle ne permet pas la prise en compte des éventuels processus de métabolisation de la substance qui ont lieu dans l'organisme (processus a priori inexistant chez les mollusques),
- il existe la plupart du temps des incertitudes sur le facteur de (BCF) et c'est donc la valeur la plus forte reportée qui est utilisée dans les calculs.

La conversion du résultat d'analyse en poids humide a été faite en divisant la donnée obtenue en poids sec de chair, par le rapport entre le poids humide de chair et le poids sec de chair mesuré pour chaque échantillon.

7.3. Résultats

Le tableau 14 présente les résultats obtenus dans la matière vivante pour les molécules dont les résultats étaient supérieurs à la limite de détection analytique. Dans le cadre de cet exercice ce sont les valeurs brutes qui ont été retenues quel que soit le contaminant.

Lorsque le résultat est inférieur à la limite analytique, la valeur a été fixée à cette limite.

Les résultats montrent que seuls l'Endosulfan, l'Endrine, le Tributylétain, le 4 parononylphénol, le DEHP et les composés analysés dans le cadre du RINBIO, Cadmium, Plomb, Mercure, Nickel, Fluoranthène, Hexachlorocyclohexanes, Naphtalène, Benzo(a) pyrène, Benzo(b)fluoranthène, DDTs dépassent les limites analytiques de la méthode utilisée.

A titre d'exemple, les niveaux de contamination en TBT sont présentés dans la figure 18.

La conversion des données en concentration dans l'eau a été réalisée pour chaque molécule en utilisant les formules de conversion décrites au point 7.2. La conversion de la limite de détection a été réalisée avec ces mêmes formules, en prenant une valeur du rapport poids humide de chair / poids sec de chair de 5. Elle représente la moyenne de ce rapport pour l'ensemble des stations échantillonnées.

Les données supérieures à la NQE ne concernent que les composés du TBT, l'Endosulfan et le Pentachlorobenzène (Tableau 15). A noter que, pour ce dernier, les traitements ont été effectués sur la base de résultats dans la chair de moules inférieurs à la limite de détection analytique.

Pour l'Endosulfan et le Pentachlorobenzène, la NQE est dépassée sur toutes les stations, mais ce résultat n'est pas significatif puisque les limites de détection analytique pour ces deux composés sont supérieures à 30 % de la valeur de la NQE. Pour les composés du TBT ce sont les stations Prévost, Toulon, Fréjus, Port de Nice, Antibes qui dépassent la valeur de la NQE.

Ce premier constat montre que pour tous les contaminants, à l'exception de l'Endosulfan, du Pentachlorobenzène et du TBT, aucune station ne présente des valeurs supérieures aux NQE *provisoires* édictées par la circulaire 2007/23 du 7 mai 2007 du MEDAD. D'autre part les seuils de détection analytiques de ces molécules dans la chair de moule sont acceptables.

Pour les trois molécules qui posent problème, un certain nombre de points doivent être approfondis et discutés pour améliorer cette première évaluation.

- ❖ Il existe une grande hétérogénéité entre les BCF utilisés pour convertir les données obtenues dans la chair de moule en concentrations dans l'eau. En effet, tandis que certaines valeurs semblent appropriées à la conversion (valeurs issues d'expérimentation sur des moules), d'autres valeurs sont issues d'expérimentation sur d'autres espèces de bivalves filtreurs (huître, macome) ou même d'autres familles d'invertébrés marins que les mollusques.
- ❖ L'utilisation des formules de calcul pour obtenir la valeur du BCF à partir du log Kow, peut engendrer dans certains cas un écart très important entre la valeur calculée et la valeur expérimentale. L'utilisation de l'une ou de l'autre valeur conduit à des résultats très différents par comparaison à la NQE. Cet écart est souvent suffisant pour induire un classement de la masse d'eau.

1) Pour le Pentachlorobenzène, tous les résultats obtenus dans les moules sont inférieurs à la limite de détection analytique. Par convention, la valeur retenue est alors cette limite, qui convertie en $\mu\text{g/l}$ est supérieure à 30 % de la valeur de la NQE. La comparaison des concentrations obtenues et de la NQE n'est donc pas possible selon les termes de l'arrêté. Précisons que le BCF utilisé est de 2000, obtenu expérimentalement sur des bivalves dont l'espèce n'est pas précisée. A noter que le calcul du BCF à partir du Log Kow donne une valeur de 5000, qui utilisée pour les conversions, donne pour toutes les stations des résultats inférieurs à la NQE. Dans les deux cas, la limite analytique est toujours supérieure à 30 % de la NQE.

Compte tenu de ces éléments, ces résultats ne peuvent pas être pris en compte et il est recommandé :

- ❖ d'abaisser la limite de détection de la méthode analytique,
- ❖ et de préciser l'origine et la nature du BCF expérimental.

2) Pour l'Endosulfan, le BCF utilisé est de 600. Il a été obtenu expérimentalement sur des moules. Par contre, on ne sait pas quel isomère a été utilisé, y compris pour l'évaluation de la NQE. Si on calcule le BCF à partir du Log Kow, la valeur obtenue est de 2000. En sommant les différents isomères analysés, on obtient des valeurs inférieures à la NQE et la limite de détection analytique convertie en $\mu\text{g/l}$ est satisfaisante.

A la différence du Pentachlorobenzène, il existe cependant beaucoup de stations qui donnent des résultats supérieurs à la limite de détection analytique pour les deux isomères. Si on élimine les valeurs inférieures à la limite de détection analytique, il reste toujours des stations qui seront classées en mauvais état en utilisant le BCF expérimental. Nous recommandons cependant pour cette molécule de ne pas déclasser les masses d'eau pour lesquelles l'un ou l'autre des isomères dépasse la NQE en utilisant le BCF expérimental, compte tenu du problème lié à la limite de détection analytique. D'autre part, il est nécessaire d'approfondir à quel(s) isomère(s) correspond(ent) le BCF et la NQE avant de déclasser les stations pour lesquelles la limite de détection analytique est dépassée.

3) Le constat est totalement différent pour le TBT. Seules quelques stations présentent des résultats supérieurs à la NQE calculés à partir de mesures largement supérieures à la limite de détection analytique. Le BCF utilisé est expérimental, obtenu avec des huîtres,

il est de 11400. A noter qu'un BCF calculé à partir du Log Kow donnerait un BCF de 127 ce qui rendrait toutes les stations supérieures à la NQE.

Nous recommandons donc de classer en l'état, en s'appuyant sur ce BCF expérimental mais en ne retenant pas les stations de Fréjus du Prévost et de Calvi. En effet, en utilisant le BCF expérimental, le dépassement de la NQE n'est que de 1.10^{-5} ce qui est négligeable compte tenu des nombreuses incertitudes de la méthode de conversion. Il sera en plus nécessaire d'entreprendre une recherche bibliographique plus approfondie pour déterminer un BCF dans les moules.

Station	Nom_station	Cadmium (mg/kg)	Mercurc (mg/kg)	Nickel (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	SDDTs (µg/kg p.s)	SHCHs (µg/kg p.s)	Naphthalène (µg/kg p.s)	Fluoranthène (µg/kg)	Benzo (b) fluoranthène (µg/kg)	Benzo (k) fluoranthène (µg/kg)	Benzo (a) pyrène (µg/kg)	Edosulfan alpha (µg/kg p.s)	Dieldrine (µg/kg p.s)	Endrine	Endosulfan beta	Tributylétain (µg/kg p.s)	4-para-nonyphenol (µg/kg p.s)
04B	DCE4 Etg Leucate	0,73	0,05	2,30	0,60	6,10	3,40	4,80	2,90	1,20	0,50	1,90	0,50	0,50	0,50	2,20	3,70	156,00
05A	DCE5 Etg La Palme	1,10	0,09	1,90	1,10	9,30	1,50	0,50	3,50	0,50	0,50	0,50	1,60	0,50	0,50	1,00	1,00	368,00
06A	DCE6 Etg Bages Sud	2,04	0,03	2,50	1,10	18,80	1,50	0,50	2,10	0,50	0,50	1,10	1,80	0,50	0,50	1,00	8,90	176,00
09A	DCE12 Etg Thau sud	1,01	0,07	0,80	1,10	9,00	2,20	4,70	3,10	0,50	0,50	2,40	3,50	0,50	0,50	1,00	2,00	240,00
11B	DCE14 Etg prevost	0,62	0,06	1,30	0,90	47,60	1,50	0,50	5,70	1,70	0,50	1,00	2,50	0,50	2,30	4,50	15,40	111,00
12I	DCE15 Etg. Mejean ouest	0,48	0,08	0,70	0,90	18,30	1,50	0,50	1,10	0,50	0,50	2,00	0,50	0,50	0,50	6,40	1,00	129,00
12E	DCE16 Etg de l'Or est	1,88	0,13	2,10	1,80	3,50	1,50	0,50	1,60	1,20	0,50	2,30	0,50	0,50	3,90	1,40	2,60	50,00
14A	DCE17 Etg Vaccares	0,68	0,06	2,00	0,60	2,50	1,50	0,50	4,80	1,40	0,50	1,90	2,00	0,50	4,40	3,30	1,00	50,00
17C	DCE21 Etg. Berre sud	0,75	0,05	1,60	0,80	10,00	1,50	0,50	3,00	1,40	0,50	2,20	4,30	0,50	0,50	0,50	3,10	50,00
35A	DCE35 Etg de Diana	0,73	0,08	2,00	0,60	2,80	1,50	0,50	1,70	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	5,10	176,00
36A	DCE37 Etg d'Urbino	0,58	0,14	0,70	0,30	3,40	1,50	0,50	1,70	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,90	0,50	1,00	50,00
37A	DCE38 Etg de Palo	0,82	0,18	1,80	0,80	8,70	3,90	3,70	2,70	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	7,70	2,60	50,00
01A03	DCE1 Banyuls	0,76	0,08	1,10	1,00	8,30	3,40	0,50	2,10	0,50	0,50	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	4,80	143,00
07A	DCE2 Port la nouvelle	0,67	0,07	0,80	0,90	14,20	4,50	5,00	5,10	0,50	0,50	2,60	0,50	0,50	1,60	0,50	1,00	132,00
07G	DCE9 Agde 2	0,42	0,08	0,60	0,50	9,60	1,50	0,50	2,10	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,30	152,00
15A	DCE18 Stes maries	0,53	0,03	0,70	0,70	12,80	1,50	0,50	3,70	2,00	0,50	2,20	0,50	0,50	1,00	3,10	1,00	50,00
15B	DCE19 Emb. Rhone	0,55	0,03	0,60	0,70	21,20	5,60	0,50	2,40	0,50	0,50	4,70	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	50,00
16B	DCE20 Ponteau	0,78	0,08	0,90	1,10	14,90	1,50	2,20	3,90	0,50	0,50	2,10	0,50	0,50	2,50	2,90	6,40	50,00
18A	DCE22 Carry	0,75	0,07	0,60	1,40	3,40	1,50	1,80	1,40	0,50	0,50	4,30	2,40	0,50	1,00	8,60	7,40	50,00
19B	DCE23 Marseille sud	0,78	0,07	0,80	1,30	2,60	2,00	0,50	1,10	0,50	0,50	0,50	0,50	1,10	0,50	2,40	8,70	50,00
20C	DCE24 Ile plane	0,98	0,06	1,10	1,30	8,70	7,80	0,50	2,00	0,50	0,50	2,20	1,40	0,50	1,00	6,50	2,90	50,00
21F	DCE43 Cap Canaille	0,91	0,06	0,70	1,20	7,80	2,30	0,50	1,70	0,50	0,50	1,20	0,50	0,50	0,50	2,10	6,90	121,00
21E	DCE25 Ile Embiez	0,99	0,06	0,80	1,20	2,30	1,50	0,50	1,50	1,20	0,50	1,70	0,50	0,50	0,50	3,20	6,20	50,00
22B	DCE26 Toulon gde rade	0,74	0,11	0,70	1,80	7,10	1,50	0,50	1,80	1,90	0,50	5,20	0,50	0,50	0,50	3,80	50,00	50,00
23D	DCE27 Ile Levant	1,37	0,08	1,40	1,50	3,00	1,50	0,50	2,20	0,50	0,50	2,60	0,50	0,50	0,50	3,00	7,40	50,00
27B	DCE28 Frejus Est	1,05	0,10	0,90	1,40	6,00	5,40	0,50	3,60	0,50	0,50	2,60	0,50	0,50	0,50	0,50	15,30	140,00
29G	DCE30 Port de Nice	0,88	0,08	0,80	1,10	7,20	5,90	3,60	2,50	0,50	0,50	1,70	0,50	0,50	0,50	3,70	40,10	50,00
29E	DCE29 Antibes 2	1,01	0,08	0,90	1,40	3,90	5,30	1,50	3,00	0,50	0,50	2,80	0,50	0,50	0,50	1,30	41,00	103,00
31D	DCE31 Meria	1,12	0,08	0,80	1,80	2,30	4,10	1,00	1,50	0,50	0,50	1,50	0,50	0,50	4,20	3,00	9,40	120,00
32D	DCE32 Poggio-Mezzana	0,98	0,09	1,10	1,00	2,30	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,20	0,50	0,50	0,50	1,10	3,70	50,00
40B	DCE39 Santa Giulia	1,23	0,08	1,10	1,30	3,40	3,30	0,50	2,50	0,50	0,50	2,70	0,50	0,50	0,50	0,50	3,00	50,00
45C	DCE41 Cargese 2	1,26	0,09	0,60	1,10	3,30	4,20	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,40	147,00
48D	DCE42 Calvi 2	0,94	0,09	0,70	1,10	10,50	3,60	0,50	1,50	0,50	0,50	1,10	1,30	0,50	2,70	6,10	16,20	50,00
	DCE43 Figari-Bruzzi	1,20	0,07	0,70	0,90	2,60	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	1,00	50,00

Tableau I4 : Niveau de contamination dans les moules du réseau RINBIO pour les contaminants des annexes IX et X de la DCE

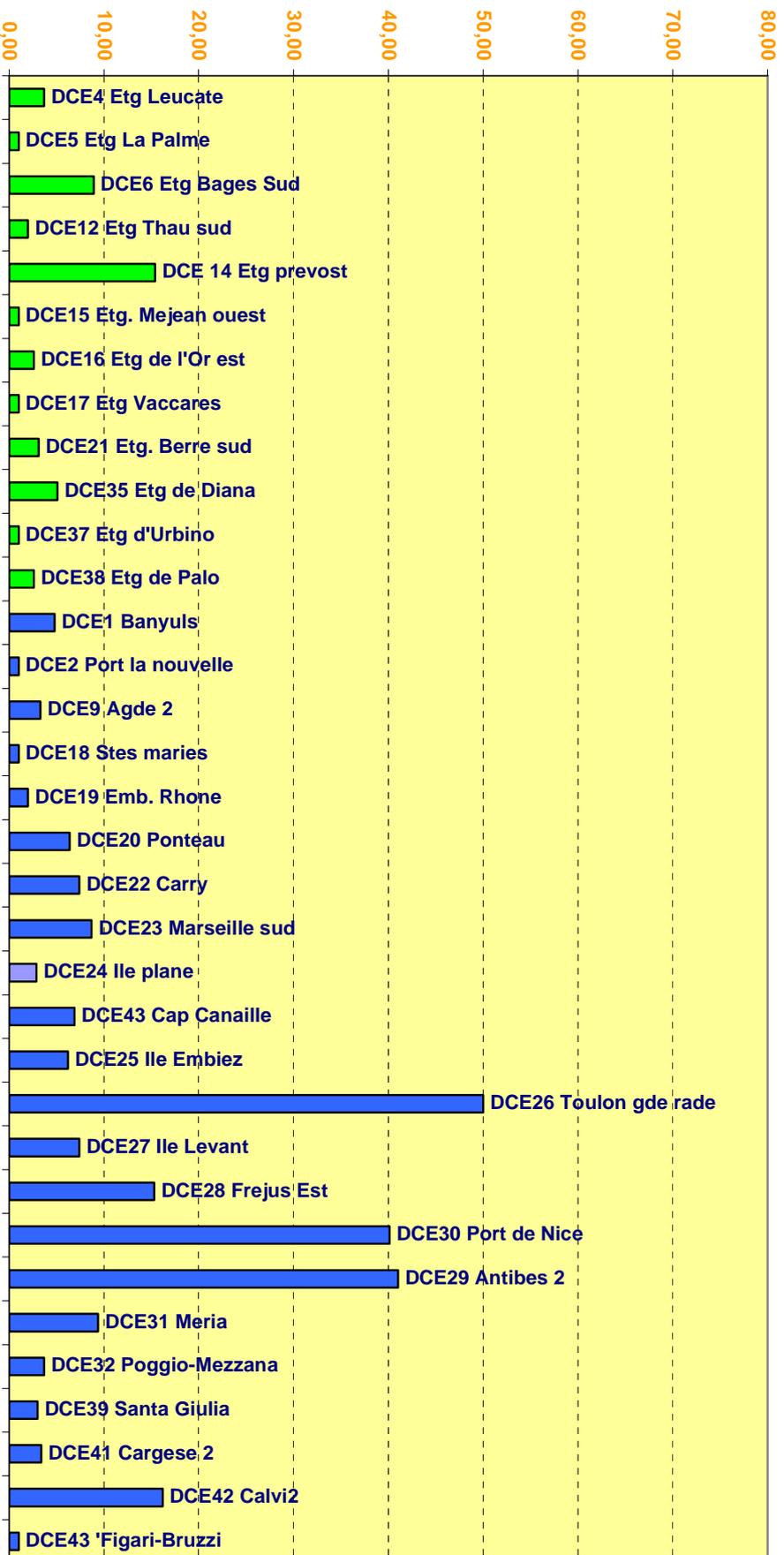
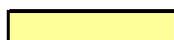


Figure 18 : RINBIO 2006 – Contamination en TBT pour les stations retenues au titre du contrôle de surveillance de la DCE

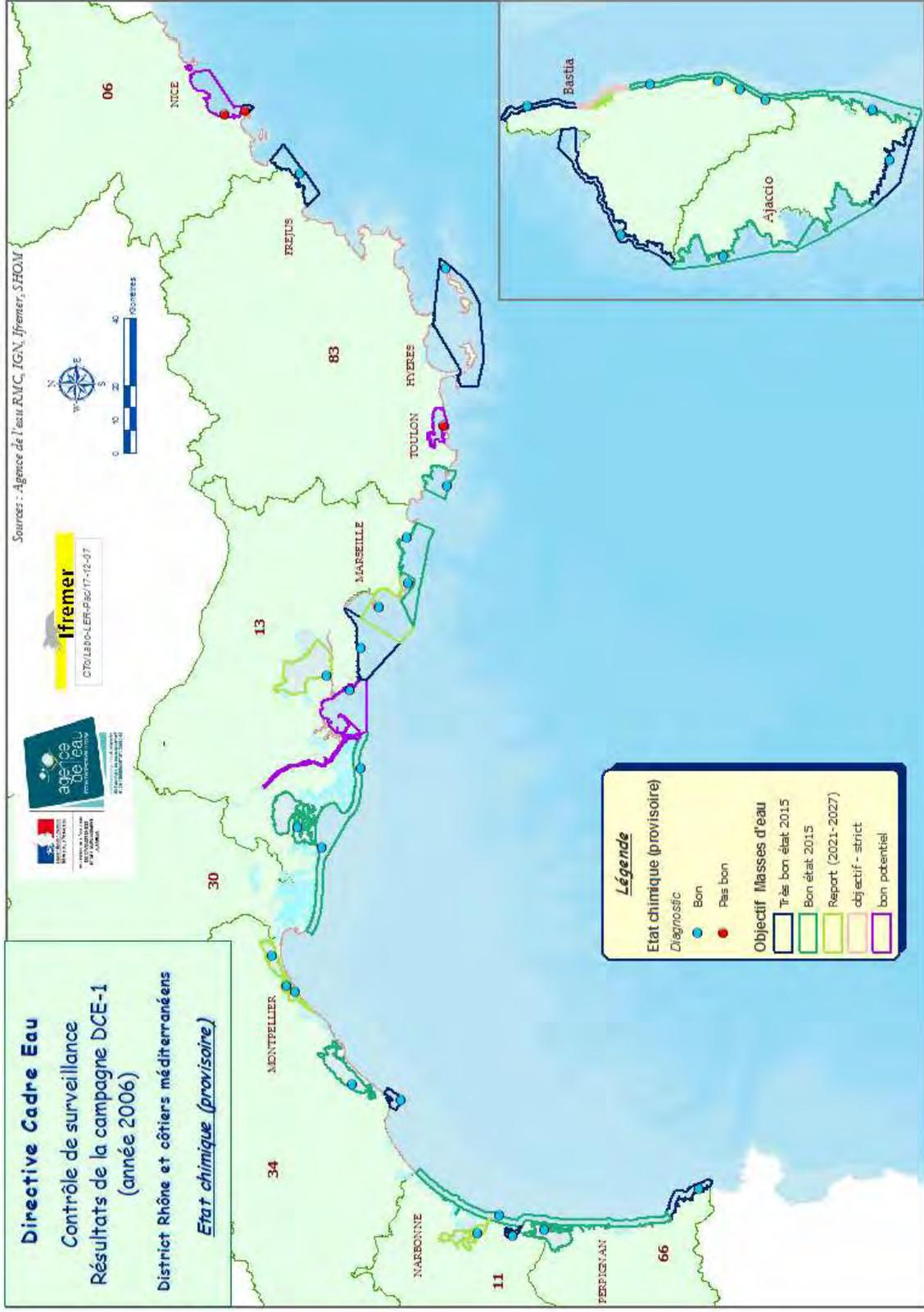
	Nom_station	Endosulfan (µg/l)	Pentachlorobenzène (µg/l)	Tributylétain (µg/l)
Masse d'Eau	N° UE - DCE	14	26	30
	N° CAS	115-29-7	608-93-5	688-73-3
	Log Kow	4,74	5,18	3,54
	BCF	600	2000	11400
	NQE	0,0005	0,0007	0,0002
FRDT02	04B Etg Leucate	0,001047	0,000982	0,000064
FRDT03	05A Etg La Palme	0,000765	0,000883	0,000031
FRDT04	06A Etg Bages Sud	0,000969	0,001038	0,000162
FRDT10	09A Etg Thau sud	0,001732	0,001154	0,000041
FRDT11b	11B Etg prevost	0,002574	0,001103	0,000298
FRDT11b	12 I Etg. Mejean ouest	0,002953	0,001197	0,000042
FRDT11a	12E Etg de l'Or est	0,000571	0,000713	0,000033
FRDT14d	14A Etg Vaccares	0,002083	0,001179	0,000041
FRDT15a	17C Etg. Berre sud	0,001638	0,000927	0,000050
FRET02	35A Etg de Diana	0,000669	0,001004	0,000090
FRET03	36A Etg d'Urbino	0,000777	0,001166	0,000041
FRET04	37A Etg de Palo	0,002705	0,000933	0,000043
FRDC01	01A03 Banyuls	0,000687	0,001030	0,000087
FRDC02a	07A Port la nouvelle	0,000831	0,001246	0,000044
FRDC02c	07G Agde 2	0,000912	0,001368	0,000079
FRDC03	15A Stes maries	0,001734	0,001269	0,000045
FRDC03	15B Emb. Rhone	0,000875	0,001312	0,000046
FRDC04	16B Ponteau	0,001486	0,001143	0,000128
FRDC05	18A Carry	0,004063	0,001108	0,000144
FRDC06b	19B Marseille sud	0,001200	0,001059	0,000162
FRDC07a	20C Ile plane	0,002255	0,000856	0,000044
FRDC07b	21F Cap Canaille	0,000942	0,000912	0,000110
FRDC07e	21E Ile Embiez	0,001422	0,001016	0,000110
FRDC07g	22B Toulon gde rade	0,001524	0,000952	0,000835
FRDC07h	23D Ile Levant	0,001231	0,000924	0,000120
FRDC08d	27B Frejus Est	0,000629	0,000944	0,000253
FRDC09a	29E Antibes 2	0,000696	0,000908	0,000653
FRDC09b	29G Port de Nice	0,001543	0,000985	0,000693
FREC02ab	31D Meria	0,001104	0,000828	0,000137
FREC02d	32D Poggio-Mezzana	0,000651	0,000931	0,000060
FREC03ad	40B Santa Giulia	0,000532	0,000799	0,000042
FREC03eg	42B Figari-Bruzzi	0,000965	0,000965	0,000034
FREC04ac	45C Cargese 2	0,000617	0,000925	0,000055
FREC01ab	48D Calvi2	0,002347	0,000951	0,000270



Dépassement de la NQE

Tableau 15 : Synthèse des résultats

L'ensemble des résultats est rapporté à chaque masse d'eau pour exprimer l'état chimique des deux districts. La carte n° 4 synthétise ces résultats qui constituent une première approche de l'état chimique pour les molécules bioaccumulables.



Carte 4 : Etat chimique provisoire des districts Rhône et côtiers méditerranéens et Corse (campagne RINBIO 2006)

8. Conclusion

Les travaux réalisés dans le cadre du réseau RINBIO entre 1996 et 2003 et les études associées ont permis de valider l'outil station artificielle de moules pour le suivi de la contamination chimique à l'échelle du littoral méditerranéen français.

La logistique, la structure des mouillages, les opérations de pose et de relève, principalement en mer, ont été particulièrement améliorées et permettent d'optimiser les coûts inhérents à un tel réseau, avec des taux de récupération des mouillages proches de 100 %. Le suivi des procédures établies concernant les conditions de mises en œuvre des transplants (sélection du lot de moule, état physiologique des lots, période de pose...) sont indispensables à la validité des résultats et à la comparaison des résultats dans le temps.

La corrélation forte et significative entre l'indice de condition et la concentration tissulaire de certains contaminants permet à l'échelle du réseau, d'ajuster les résultats et de les comparer entre eux.

Sur la base de cette expérience unique dans le domaine de la surveillance, le programme MYTILOS a permis de dresser pour la première fois une carte de la contamination chimique à l'échelle de la Méditerranée Occidentale (trois façades continentales, îles Baléares, Sicile, Sardaigne, Corse et Maghreb) avec le soutien du programme INTERREG III B / MEDOCC, du PNUE/PAM - MEDPOL et de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse. La technique sera également déployée en Méditerranée orientale dans le cadre des programmes MYTIMED et MYTIAD.

La campagne 2006 du RINBIO a atteint les objectifs qui lui étaient fixés, en permettant à l'échelle des masses d'eau retenues au titre du contrôle de surveillance de la Directive Cadre Eau d'évaluer les niveaux des molécules bioaccumulables des annexes IX et X de la DCE.

Ce premier bilan va servir de base au développement d'outils permettant d'améliorer la méthode, notamment la conversion des concentrations mesurées dans la chair de moule en concentration dans l'eau. Sur ce point, les travaux de modélisation réalisés dans le cadre du développement du réseau ont donné des résultats prometteurs pour certaines molécules. Il reste cependant à le généraliser à un nombre plus important de molécules pour se substituer aux méthodes actuelles de calculs et ainsi optimiser l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau sur la base d'une méthodologie fiable.

9. Bibliographie

Andral B., Derolez V., Orsoni V., Tomasino C., Mars 2006. Directive Cadre Eau- Propositions techniques pour la mise en œuvre du programme de contrôle de surveillance – Rapport Ifremer LER/PAC et LER/LR. Vol.1 District Rhône et côtières Méditerranée 73pp. Vol.2. District Corse - 62 pp.

Andral B., Stanisiere J. Y.,Sauzade D., Damier E., Thebault H., Galgani F., Boissery P.2004. Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging. *Marine Pollution Bulletin*. 49. 704 – 712.

Andral B., Stanisière J.Y., Thébault H., Boissery P., 2001. Surveillance des niveaux de contamination chimique et radiologique en Méditerranée basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules. Conférence au 36ème congrès de la CIESM, Monaco 2001, volume 36 (1), 107-108

Andral B.2001. Surveillance et contrôle de la contamination marine du littoral méditerranéen à l'aide de bio-accumulateurs. Séminaire International projet Interreg IIC. Barcelone, 28-29-30 novembre 2001.

Andral B., Stanisiere J.Y 2000. Transplants de moules : approche méthodologique pour la surveillance spatio-temporelle de la qualité des milieux littoraux. Le Réseau Intégrateurs Biologiques en Méditerranée. 25ème anniversaire du RNO.

Andral B., Stanisiere J. Y., Sauzade D., Henocque Y., Thebault H. 1999. Coastal environment monitoring through mussel caging : a mussel watch a la carte. Colloque franco – japonais, Tokyo, 6 – 7 février 1999.

Andral B., Stanisiere J. Y., Sauzade D., Henocque Y., Thebault H., Boissery P. 1998. Etude des niveaux de contamination chimique en Méditerranée basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules. Rapport du 35ème congrès de la CIESM, Dubrovnik, 1998, volume 35 (1), 224 – 225.

Andral B., Stanisiere J. Y., Sauzade D. 1998. Approche de la contamination chimique dans la zone de dilution des apports le long de la façade méditerranéenne française. Colloque CIRMED, Marseille, octobre 1998.

Casas S., 2005. Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen, Thèse de doctorat. Université du Sud-Toulon-Var (France): 314 pp.
<http://www.ifremer.fr/docelec/notice/2005/notice356.htm>.

Casas S. et Bacher C., 2006. Modelling trace metal (Hg and Pb) bioaccumulation in the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, applied to environmental monitoring. *Journal of Sea Research* 56: 168-181.

Circulaire ministérielle DCE 2007/20. 2007. Document de cadrage pour la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition).

Circulaire ministérielle DCE 2007/23. 2007. Document définissant les Normes de Qualité Environnementales provisoires (NQEp) des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau.

Claisse D. (2007) -RNO : Surveillance du milieu marin Edition 2006 , 51 pp.

Commission Européenne, 2003. Technical guidance Document (TGD) on risk assessment of chemical substances following European regulations and directives. 2nd edition Ispra (Italy): European Chemicals Bureau (ECB); JRC-Ispra (VA). <http://ecb.jrc.it/tgdoc>.

Cossa D., Claisse D., Hatt J.C., Andral B., Stanisière J.Y., Buestel D., Bougrier S. 1998 De l'usage de la méthode des transplants de moule pour le suivi de la contamination chimique le long des côtes méditerranéennes françaises. Rapport IFREMER DEL/PC, RA 708. Mars 1998.

Marchand M.et Tixier C (2005). Analyse du risque chimique en milieu marin. L'approche méthodologique européenne. Editions de l'Ifremer / 126 pp.

Annexe 1 : Protocoles analytiques

Contaminant	Méthode Analytique	Limite de détection
Plomb	GFAAS	0,1 mg/kg
Cadmium	GFAAS	0,1 mg/kg
Mercure	Vapeurs froides fluorescence atomique	0,01 mg/kg
Nickel	GFAAS	0,1 mg/kg
Zinc	AAS ou ICP	0,5 mg/kg
Chrome	GFAAS	0,1 mg/kg
Arsenic	Hydruire -fluorescence atomique	0,1 mg/kg
Cuivre	AAS ou ICP	0,1 mg/kg
DDTs	GC/ECD	1 µg/kg
Pentachlorobenzène	GC/ECD	10 µg/kg
Hexachlorobenzène	GC/ECD	1 µg/kg
Aldrine	GC/ECD	1 µg/kg
Isodrine	GC/ECD	1 µg/kg
Endosulfan	GC/ECD	1 µg/kg
Chlorfenvinphos	GC/MS	10 µg/kg
Dieldrine	GC/ECD	1 µg/kg
Endrine	GC/ECD	1 µg/kg
Trifluarine	GC/MS	10 µg/kg
Pentachlorophénol	GC/ECD	10 µg/kg
1,3-Hexachlorobutadiène	GC/MS	10 µg/kg
PCBs	GC/ECD	1 à 10 µg/kg
HAPs	GC/MS	1 à 10 µg/kg
Diphenyl ether bromés (pentabromodiphenylether)	GC/MS-Cl négative	1 µg/kg
Organoétain (tributylétain)	GC/MS	2 µg/kg
Di (2 -ethylhexyl) phtalate	GC/MS	100 µg/kg
Dérivés du phénol (4 para nonyl et para octyl)	GC/MS	10 µg/kg
Chloroalcanes (C10 - C13)	GC/MS-NCl	100 µg/kg
Chlorpyrifos	GC/MS	10 µg/kg
Trichlorobenzène (1,2,4)	Purge and trap /GC	10 µg/kg

GF : Four graphite
AAS : Spectométrie d'absorption atomique
ICP : Torche à plasma
GC : Chromatographie en phase gazeuse
MS : Spectométrie de masse
ECD : Détecteur à capture d'électron

Annexe 2 : Données brutes

Station	Nom_station	Prof	lon_dd_w84	lat_dd_w84	Nbre Indiv	PS en g	PC en g	PS/PC	HCOQ en mm	Matières grasses %	Cadmium (mg/kg)	Chrome total (mg/kg)	Cuivre (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	Nickel (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Zinc (mg/kg)	Arsenic (mg/kg)	pp' DDE (µg/kg)	pp' DDT (µg/kg)	pp' DDD (µg/kg)
01A03	DCE1 Banyuls	21	3,16627	42,46117	13,00	13,91	99,1	0,14	242	5,3	0,8	0,5	3,3	0,08	1,1	1,0	103,0	23,5	6,3	0,5	1,5
01B	DCE2 Port vendres	17	3,11987	42,52318	12,00	11,34	95,8	0,12	219	13,4	0,9	0,3	4,1	0,06	0,9	1,5	143,0	15,3	3,3	0,5	1,2
02A0	Argeles	22	3,06683	42,56663	13,00	16,69	94,5	0,18	219	7,4	0,8	0,5	4,1	0,05	0,8	0,9	83,5	22,9	1,2	0,5	0,5
02B	Cannet plage	26,5	3,06185	42,72372	14,00	16,20	104,7	0,15	241	6,5	0,9	0,9	3,2	0,05	1,0	0,9	82,2	21,6	15,6	0,5	3,8
04A	Etg Salses	3,4	3,01000	42,82000	16,00	12,12	121,6	0,10	233	5,6	0,8	0,9	4,6	0,07	1,7	0,7	127,0	20,7	2,8	0,5	0,5
04B	Etg Leucate	3	3,02332	42,87302	21,00	14,39	120,2	0,12	220	4,8	0,7	1,1	5,8	0,05	2,3	0,6	113,0	41,8	5,1	0,5	0,5
05A	Etg La Palme	1,2	3,00557	42,95475	16,00	11,54	134,8	0,09	242	3,7	1,1	0,8	7,4	0,09	1,9	1,1	164,0	23,3	8,3	0,5	0,5
06A	Etg Bages Sud	0,5	3,01570	43,04929	16,00	14,72	129,5	0,11	247	5,2	2,0	1,1	6,0	0,03	2,5	1,1	126,0	20,9	15,4	0,5	2,9
06B	Etg Bages Nord	1,5	3,00470	43,07763	15,00	13,80	120,8	0,11	239	8,7	0,9	0,5	3,9	0,06	0,9	1,6	145,0	15,1	3,6	1,4	1,8
06C	Etg Ayrolle	1,8	3,06436	43,07262	19,00	15,14	149,2	0,10	243	5,6	1,2	0,2	3,8	0,11	1,1	0,9	133,0	26,6	22,4	0,5	2,4
06D	Etg. Gruissan	1,2	3,11218	43,11113	20,00	14,39	143,4	0,10	227	8,5	0,9	0,3	6,2	0,09	1,6	0,8	147,0	23,9	19,9	0,5	1,9
06F	Etg. Bages grau	1,3	3,03818	43,02762	15,00	13,37	126,8	0,11	244	11,9	1,4	0,6	6,5	0,07	1,7	1,1	125,0	36,3	7,1	0,5	0,5
07A	Port la nouvelle	21	3,07908	42,98823	12,00	19,65	96,0	0,20	212	5,5	0,7	0,5	3,3	0,07	0,8	0,9	74,1	25,0	10,9	0,5	2,8
07B	Fleury	20	3,23643	43,17935	12,00	21,15	97,5	0,22	227	11,7	0,7	0,3	3,7	0,05	0,7	0,8	76,5	24,4	1,2	0,5	0,5
07D	Valras 1	14,6	3,28038	43,22155	12,00	19,38	84,8	0,23	238	11,3	0,6	0,4	3,4	0,03	0,7	0,9	81,1	22,2	7,0	0,5	2,3
07G	DCE9 Agde 2	20	3,54633	43,27950	12,00	20,80	103,1	0,20	217	7,5	0,4	0,3	2,9	0,08	0,6	0,5	77,1	18,4	6,1	0,5	3,0
08B	Sete 1	4	3,63397	43,34585	14,00	21,72	103,4	0,21	237	6,5	0,7	0,4	3,5	0,04	0,7	0,8	77,7	27,9	9,9	2,0	5,1
09B	Etg Thau nord	3,5	3,65187	43,43397	15,00	14,37	132,3	0,11	246	14,4	0,7	0,4	3,3	0,06	0,7	0,5	106,0	16,2	12,5	0,5	3,8
09A	Etg Thau sud	8,5	3,56387	43,37297	18,00	14,80	111,9	0,13	223	3,9	1,0	0,4	4,5	0,07	0,8	1,1	144,0	21,5	8,0	0,5	0,5
10A0	Frontignan	13	3,75887	43,41020	11,00	21,90	79,5	0,28	234	9,0	0,6	0,4	3,6	0,04	0,6	0,7	70,6	30,5	1,4	0,5	1,3
10B	Grau du roi	10	4,10008	43,51590	12,00	22,06	97,2	0,23	227	7,9	0,7	1,0	3,6	0,05	2,2	0,8	88,4	23,1	2,7	0,5	1,9
10C	Palavas	10,5	3,97680	43,51347	12,00	17,42	84,1	0,21	239	10,4	0,7	0,4	3,6	0,04	0,6	0,9	83,9	34,4	6,1	1,1	4,0
10D	Montpellier emissaire	30	3,96562	43,43373	12,00	13,94	86,9	0,16	214	11,2	0,9	0,2	4,0	0,05	0,9	0,8	94,2	31,9	3,0	0,5	2,1
11A	Etg de vic	1,3	3,84217	43,48767	11,00	20,74	88,4	0,23	250	10,7	0,5	0,6	3,4	0,09	1,6	0,7	84,2	11,9	25,4	1,1	5,7
11B	Etg prevost	0,8	3,90737	43,51981	14,00	16,98	126,1	0,13	243	4,1	0,6	0,8	4,0	0,06	1,3	0,9	119,0	14,8	37,2	1,3	9,1
11C	Etg. Ingril	0,9	3,77887	43,44567	15,00	13,33	114,7	0,12	233	8,6	0,8	0,3	3,6	0,08	1,0	0,9	109,0	12,7	16,3	0,5	4,1
11E	Etg Prevost 2	0,8	3,90025	43,52327	15,00	17,80	124,2	0,14	239	12,6	0,7	0,6	3,7	0,06	1,2	1,0	129,0	10,9	44,9	1,2	17,1
11F	Etg. Lapeyrade	0,4	3,74132	43,43040	20,00	15,42	152,7	0,10	222	10,4	1,6	0,4	3,4	0,07	1,4	8,5	248,0	15,3	7,2	0,5	0,5
11G	Etg Pierres blanches	0,5	3,87165	43,50632	12,00	20,58	104,0	0,20	242	7,4	0,4	1,7	3,3	0,05	0,8	1,0	87,1	10,9	13,2	4,1	6,5
11H	Etg. Grec	0,5	3,93868	43,53733	14,00	15,34	123,3	0,12	248	5,7	0,6	1,2	4,3	0,08	1,2	0,9	125,0	9,8	21,9	1,6	10,1
12A	Etg Mejean	0,5	3,93737	43,54177	15,00	17,56	131,6	0,13	238	8,8	0,6	0,2	4,0	0,08	1,1	1,0	136,0	10,1	15,2	0,5	5,3
12I	Etg. Mejean ouest	1	3,92917	43,54217	15,00	18,94	128,9	0,15	244	3,7	0,5	0,1	3,9	0,08	0,7	0,9	124,0	7,6	13,9	0,5	3,9
12E	Etg de l'Or est	1,2	3,97413	43,55657	27,00	6,89	188,6	0,04	241	6,0	1,9	0,6	3,4	0,13	2,1	1,8	281,0	18,8	2,5	0,5	0,5
14A	Etg Vaccares	0,5	4,50839	43,50467	14,00	20,52	127,5	0,16	243	8,8	0,7	0,5	5,4	0,06	2,0	0,6	94,4	16,6	1,5	0,5	0,5
15A	DCE18 Stes maries	11	4,43150	43,43978	10,00	18,60	70,5	0,26	242	2,1	0,5	0,4	3,5	0,03	0,7	0,7	58,8	36,5	6,1	2,3	4,4
15B	DCE19 Emb. Rhone	11	4,71773	43,33373	10,00	21,29	80,1	0,27	225	11,1	0,6	0,3	3,5	0,03	0,6	0,7	67,0	31,8	11,9	1,4	7,9
15C	Rhone sauvages	20	4,86817	43,31990	15,00	16,94	67,3	0,25	215	4,8	0,8	0,4	3,6	0,07	1,0	1,3	121,0	14,3	6,6	1,5	1,4
16A03	DCE20 Plage Napoleon	10	4,91870	43,36105	14,00	18,05	88,6	0,20	224	14,8	0,4	0,3	4,1	0,05	0,5	0,8	66,5	24,7	7,1	1,7	6,9
16B	Ponteau	21	5,00697	43,35460	13,00	16,07	90,5	0,18	218	5,8	0,8	0,4	4,0	0,08	0,9	1,1	106,0	23,3	6,1	5,4	3,4
17C	Etg. Berre sud	5,5	5,06265	43,41518	17,00	11,57	139,6	0,08	250	10,5	0,8	0,4	4,0	0,05	1,6	0,8	185,0	9,8	7,4	0,5	2,1
18A	DCE22 Carry	20	5,15998	43,32278	14,00	16,79	89,1	0,19	212	3,3	0,8	0,3	3,4	0,07	0,6	1,4	111,0	17,1	2,4	0,5	0,5
19C	Marseille jeteé	41	5,32517	43,33753	10,00	14,75	73,8	0,20	236	12,0	0,8	0,4	4,2	0,07	0,1	1,5	112,0	18,8	5,0	1,5	1,7
19B	DCE23 Marseille sud	32	5,30815	43,27063	12,00	14,85	86,9	0,17	234	6,0	0,8	0,2	3,1	0,07	0,8	1,3	104,0	17,2	1,6	0,5	0,5
20C	DCE24 Ile plane	31	5,38498	43,19003	14,00	12,09	99,8	0,12	238	5,9	1,0	0,3	3,3	0,06	1,1	1,3	96,9	20,0	5,4	1,5	1,8
20A0	Cortiou 2	24	5,38307	43,20697	14,00	14,39	106,5	0,14	245	4,2	0,9	0,4	3,6	0,06	0,9	1,1	67,2	20,5	4,4	3,4	2,5
20B	Cassis	21	5,51738	43,20352	17,00	16,13	117,3	0,14	233	9,7	0,9	0,2	3,8	0,07	0,7	1,2	97,6	20,1	6,1	2,9	1,4
21F	DCE43 Cap Canaille	30	5,55293	43,18723	14,00	13,94	107,0	0,13	246	3,2	0,9	0,2	3,0	0,06	0,7	1,2	109,0	18,0	4,2	2,3	1,3
21A0	La Ciotat 2	21	5,66100	43,17745	15,00	16,88	146,9	0,11	241	7,1	0,8	0,2	3,7	0,06	0,6	1,0	102,0	20,4	6,7	2,6	1,6
21B	Bandol	19	5,76345	43,11678	14,00	17,15	121,7	0,14	246	6,9	0,9	1,3	3,8	0,07	0,9	1,1	86,4	18,2	4,8	2,0	2,5
21E	DCE25 Ile Embiez	61	5,73647	43,07762	14,00	16,88	115,7	0,15	259	5,1	1,0	0,3	4,0	0,06	0,8	1,2	95,0	20,3	1,3	0,5	0,5

Station	Nom_station	Prof	lon_dd_w84	lat_dd_w84	Nbre Indiv	PS en g	PC en g	PS/PC	HCOO en mm	Matières grasses %	Cadmium (mg/kg)	Chrome total (mg/kg)	Cuivre (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	Nickel (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Zinc (mg/kg)	Arsenic (mg/kg)	pp' DDE (µg/kg)	pp' DDT (µg/kg)	pp' DDD (µg/kg)
21C	Sicie	16	5,81778	43,05453	15,00	15,05	114,0	0,13	232	6,9	1,0	0,4	3,8	0,08	0,9	1,5	112,0	15,7	6,8	1,5	1,3
22B	DCE26 Toulon gde rade	21	5,95135	43,07985	12,00	12,01	86,0	0,14	239	10,7	0,7	0,5	3,8	0,11	0,7	1,8	106,0	19,8	2,8	2,4	1,9
22C	Toulon pte rade	6	5,90638	43,08625	15,00	14,26	129,0	0,11	254	8,3	0,7	0,6	4,4	0,24	0,6	3,3	129,0	19,7	6,6	5,4	4,7
22E	Carqueiranne	43	6,04953	43,07072	14,00	13,81	102,0	0,14	231	8,2	0,8	0,3	3,5	0,07	0,9	1,3	110,0	21,2	4,2	1,0	1,2
23A	Giens	20	6,08347	43,04015	14,00	13,32	114,1	0,12	241	7,0	1,0	0,4	4,2	0,09	1,1	1,6	114,0	22,5	4,1	1,4	0,5
23B03	Hyerès est	10,5	6,24002	43,10675	14,00	17,88	94,5	0,19	221	7,6	0,9	0,3	3,6	0,07	0,8	1,1	110,0	19,2	3,5	0,5	1,3
23F	Porquerolles	30	6,25388	43,01772	14,00	14,71	106,7	0,14	238	6,5	0,8	0,2	3,7	0,07	0,8	1,4	102,0	13,3	5,8	1,9	1,5
23D	DCE27 ile levant	22	6,44012	43,00350	14,00	13,16	111,0	0,12	230	6,5	1,4	0,4	4,0	0,08	1,4	1,5	109,0	22,1	2,0	0,5	0,5
24A	Lavandou	20	6,37563	43,10923	16,00	12,02	127,6	0,09	233	9,5	0,8	0,3	3,5	0,07	0,7	1,5	112,0	20,6	8,8	2,9	2,9
24B	Cavalaire	21	6,54497	43,16832	12,00	16,11	89,0	0,18	232	11,0	0,7	0,6	4,3	0,05	1,1	1,1	107,0	25,8	15,8	0,5	3,7
25A	Pampelone	21,5	6,68070	43,23142	18,00	19,76	128,2	0,15	230	15,2	0,5	0,3	5,9	0,05	0,6	0,9	85,6	28,9	6,7	5,0	0,5
26A	St tropez	21	6,61578	43,28497	22,00	17,04	124,0	0,14	224	13,9	1,1	0,4	3,7	0,07	0,7	1,5	169,0	19,9	6,2	1,8	2,4
26B	Les Issambres	51	6,72217	43,34160	18,00	17,45	112,0	0,16	231	8,1	1,0	0,3	4,4	0,07	1,2	1,6	139,0	15,0	2,7	0,5	1,6
27A	Frejus Ouest	21	6,73435	43,38568	14,00	13,74	115,0	0,12	230	4,4	2,7	0,8	7,7	0,06	2,5	0,9	117,0	14,2	59,7	0,5	10,5
27B	DCE28 Frejus Est	50	6,90957	43,42337	15,00	14,13	112,0	0,13	234	11,7	1,1	0,4	3,9	0,10	0,9	1,4	133,0	21,0	4,3	0,5	1,2
28A0	Cannes ouest	30,5	6,95943	43,50203	13,00	15,05	107,5	0,14	238	6,7	0,7	0,2	3,6	0,07	0,6	1,6	81,6	16,9	8,3	2,0	4,7
28C	Ile St Honorat	20	7,04562	43,49858	17,00	15,84	126,1	0,13	232	9,6	0,9	0,4	3,8	0,08	1,0	1,3	99,4	20,9	7,0	0,5	1,7
29E	DCE29 Antibes 2	29,5	7,14448	43,55733	15,00	13,20	115,6	0,11	243	5,0	1,0	0,5	3,9	0,08	0,9	1,4	154,0	22,0	2,9	0,5	0,5
29G	DCE30 Port de Nice	30	7,13523	43,61180	16,00	15,48	122,5	0,13	226	7,5	0,9	0,4	3,7	0,08	0,8	1,1	105,0	19,5	5,6	0,5	1,1
29B	Apt nice	21	7,21888	43,64707	19,00	15,98	154,4	0,10	238	5,4	1,0	0,9	4,4	0,08	1,2	1,4	139,0	23,4	0,5	0,5	0,5
29F	Nice ville	65	7,27097	43,69230	15,00	12,12	111,0	0,11	225	6,6	0,9	0,4	3,8	0,07	1,0	1,4	127,0	23,0	2,2	0,5	0,5
29C03	Villefranche	22	7,33028	43,67360	19,00	13,59	136,3	0,10	226	14,8	1,0	0,9	4,4	0,10	1,4	1,7	138,0	24,9	1,7	0,5	0,5
30A	Menton	31	7,49053	43,75558	17,00	13,58	123,1	0,11	225	11,4	0,9	0,9	4,4	0,09	1,4	1,7	138,0	18,4	3,3	0,5	1,4
MC1	Monaco1	51	7,42235	43,71953	17,00	15,42	114,4	0,13	233	3,2	0,9	0,5	4,2	0,08	1,0	1,4	139,0	23,0	4,1	0,5	1,2
MC2	Monaco2	60	7,42867	43,72823	17,00	15,72	121,3	0,13	231	8,4	0,9	0,5	4,3	0,08	1,4	1,5	129,0	19,9	2,8	0,5	0,5
MC3	Monaco3	51,5	7,44495	43,74225	16,00	13,57	109,6	0,12	220	14,1	0,9	0,5	4,3	0,07	1,1	1,6	131,0	22,0	2,2	0,5	0,5
31D	DCE31 Meria	20	9,47200	42,97477	17,00	11,41	122,0	0,09	195	5,3	1,1	0,4	3,4	0,08	0,8	1,8	174,0	27,4	1,3	0,5	0,5
31A	Pino	25	9,32125	42,88915	19,00	11,77	124,9	0,09	224	11,0	1,1	0,8	2,4	0,08	1,0	1,2	140,0	38,7	1,4	0,5	0,5
32A03	Bastia sud 2	31	9,45830	42,67265	16,00	13,17	104,2	0,13	199	10,5	0,9	0,3	3,3	0,07	0,6	1,0	119,0	19,7	4,0	0,5	0,5
32C	Emb. Golu	20	9,55583	42,54490	18,00	10,77	123,4	0,09	203	4,9	1,2	0,6	3,7	0,09	1,0	1,2	163,0	23,2	2,2	0,5	0,5
32D	DCE32 Poggio-Mezzana	16	9,55017	42,40717	17,00	11,97	115,5	0,10	223	4,3	1,0	0,5	3,4	0,09	1,1	1,0	162,0	21,5	1,3	0,5	0,5
34C	Tavignano	21,5	9,57162	42,12580	15,00	11,53	108,7	0,11	201	10,3	0,9	0,6	3,4	0,08	1,0	1,0	115,0	17,2	3,6	0,5	0,5
34B	Fium orbo	15	9,45645	41,97003	9,00	12,27	124,9	0,10	200	5,2	0,9	0,6	3,2	0,09	0,8	1,1	125,0	19,8	4,4	2,2	2,6
35A	DCE35 Etg de Diana	7	9,321906	42,7,938	18,00	15,54	165,5	0,09	237	4,1	0,7	0,6	3,5	0,08	2,0	0,6	125,0	21,3	1,8	0,5	0,5
36A	DCE37 Etg d'Urbino	6	9,28,7406	42,2,79	18,00	16,39	141,5	0,12	239	4,1	0,6	0,2	3,4	0,14	0,7	0,3	92,5	16,4	2,4	0,5	0,5
37A	DCE38 Etg de Palo	2,5	9,24,348	41,56,799	18,00	9,85	146,4	0,07	230	4,0	0,8	0,5	3,4	0,18	1,8	0,8	129,0	19,1	6,7	0,5	1,5
38A	Cavu	31	9,40843	41,69863	17,00	12,82	118,8	0,11	238	6,7	1,0	0,5	3,2	0,09	0,9	1,0	127,0	23,1	2,9	0,5	0,5
39A	Porto-Vecchio	11	9,33480	41,60525	19,00	10,43	122,9	0,08	229	5,2	1,0	0,3	3,4	0,09	0,8	0,9	131,0	23,9	1,7	0,5	0,5
40B	DCE39 Santa Giulia	30	9,29982	41,51267	18,00	10,97	137,0	0,08	234	3,0	1,2	0,4	3,2	0,08	1,1	1,3	182,0	24,3	2,4	0,5	0,5
41A	Ile Lavezzi	31	9,26663	41,33557	18,00	14,81	133,6	0,11	239	11,2	1,1	0,2	3,4	0,08	0,6	1,1	147,0	32,3	2,6	0,5	0,5
42A	Figari-Bruzzi	20	9,01508	41,46272	16,00	11,40	107,0	0,11	216	5,9	1,2	0,3	2,8	0,07	0,7	0,9	132,0	37,8	1,6	0,5	0,5
43B0	Propriano	30	8,87287	41,69083	17,00	10,87	130,3	0,08	218	18,0	1,2	0,4	3,9	0,09	0,8	1,4	170,0	28,0	1,3	0,5	0,5
43C	Sartene	30,5	8,79070	41,57242	18,00	13,09	131,1	0,10	208	9,1	1,3	0,3	3,5	0,08	0,8	1,4	140,0	36,4	0,5	0,5	0,5
44A	Ajaccio Sud	21	8,77880	41,86762	18,00	11,87	123,7	0,10	206	5,2	1,1	0,3	3,2	0,10	0,8	1,1	158,0	29,0	1,1	0,5	0,5
45C	DCE41 Cargese 2	26	8,55943	42,17005	17,00	10,32	108,1	0,10	205	7,1	1,3	0,3	3,1	0,09	0,6	1,1	155,0	36,0	2,3	0,5	0,5
46A	Porto	30	8,66465	42,29013	19,00	12,95	130,1	0,10	226	3,6	1,2	0,3	3,0	0,09	0,8	1,1	121,0	37,8	1,9	0,5	0,5
47A	Galeria	31	8,64657	42,44203	15,00	12,42	114,0	0,11	224	9,7	1,1	0,2	3,0	0,08	0,6	1,1	100,0	46,8	2,5	0,5	0,5
48D	DCE42 Calvi2	32	8,72817	42,58128	15,00	12,20	108,5	0,11	225	3,9	0,9	0,3	3,2	0,09	0,7	1,1	144,0	34,3	8,6	0,5	1,4
48B	Ile Rousse	30,5	8,97115	42,64717	18,00	11,31	120,1	0,09	230	10,8	1,3	0,3	3,8	0,09	0,7	1,6	169,0	49,2	1,9	1,5	0,5
50C	Fium albino	30	9,32830	42,73077	17,00	11,27	116,6	0,10	230	9,7	1,0	0,5	2,9	0,09	1,0	0,9	131,0	35,4	6,3	0,5	2,9

Station	Nom_station	Alpha HCH (µg/kg)	Beta HCH (Lindane) (µg/kg)	Gamma HCH (Lindane) (µg/kg)	Congener 138 (µg/kg)	Congener 153 (µg/kg)	Naphtalène	Acénaphthalène	Acénaphthène	Fluorène	Phénanthrène	Anthracène	Fluoranthène (µg/kg)	Pyrène	Benzo(a)anthracène	Chrysène	Benzo (b) fluoranthène (µg/kg)	Benzo (k) fluoranthène (µg/kg)	Benzo (a) pyrène (µg/kg)
01A03	DCE1 Banyuls	0,5	2,4	0,5	1,6	3,2	0,5	5,0	1,4	6,9	5,2	0,5	2,1	2,4	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
01B	DCE2 Port vendres	0,5	3,0	0,5	1,6	3,4	0,5	5,0	0,5	1,8	4,1	0,5	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	7,2
02A0	Argeles	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	24,7	5,0	6,4	2,4	6,7	0,5	1,8	0,5	1,8	3,3	0,5	0,5	4,6
02B	Cannet plage	0,5	0,5	0,5	4,1	5,2	4,5	5,0	1,1	7,7	4,6	0,5	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
04A	Etg Salses	0,5	0,5	0,5	1,8	4,0	5,0	1,5	2,6	8,9	0,5	4,2	3,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
04B	Etg Leucate	0,5	2,4	0,5	0,5	2,7	4,8	5,0	2,6	4,0	10,7	6,7	2,9	2,4	0,5	1,9	1,2	0,5	1,9
05A	Etg La Palme	0,5	0,5	0,5	0,5	1,9	0,5	5,0	0,5	2,5	7,7	0,5	3,5	2,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
06A	Etg Bages Sud	0,5	0,5	0,5	1,0	2,6	0,5	5,0	11,0	7,9	4,3	0,5	2,1	1,4	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1
06B	Etg Bages Nord	0,5	1,3	0,5	2,1	4,1	0,5	5,0	0,5	2,1	3,2	0,5	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	8,8
06C	Etg Ayrolle	0,5	0,5	4,8	1,1	6,5	6,4	5,0	0,5	2,5	3,1	0,5	1,3	1,3	0,5	1,3	0,5	0,5	4,1
06D	Etg. Gruissan	0,5	0,5	0,5	2,2	3,4	0,5	5,0	0,5	0,5	1,9	1,6	1,7	1,9	0,5	0,5	1,5	0,5	3,4
06F	Etg. Bages grau	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	41,3	5,0	0,5	8,4	11,3	10,9	5,5	5,0	2,5	3,7	2,1	1,2	0,5
07A	Port la nouvelle	0,5	3,5	0,5	3,5	5,6	5,0	5,0	2,1	8,8	5,8	0,5	5,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,6
07B	Fleury	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	0,5	12,4	0,5	2,1	6,8	1,6	12,3	9,7	10,2	9,0	8,3	2,6	4,3
07D	Valras 1	0,5	0,5	0,5	2,4	3,3	1,5	5,0	0,5	0,5	5,0	0,5	1,7	0,5	0,5	5,0	2,0	0,5	0,5
07G	DCE9 Agde 2	0,5	0,5	0,5	4,6	6,3	0,5	5,0	1,3	3,5	6,0	0,5	2,1	3,4	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5
08B	Sete 1	0,5	0,5	0,5	5,7	8,9	0,5	5,0	0,5	1,6	1,0	0,5	2,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5,8
09B	Etg Thau nord	0,5	0,5	0,5	3,8	6,9	1,7	5,0	0,5	0,5	5,6	0,5	2,8	0,5	1,2	0,5	0,5	0,5	1,2
09A	Etg Thau sud	0,5	1,2	0,5	0,5	2,2	4,7	5,0	0,5	3,5	5,0	0,5	3,1	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,4
10A0	Frontignan	0,5	0,5	0,5	0,5	2,7	2,4	5,0	1,9	2,7	3,0	0,5	2,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10B	Grau du roi	0,5	0,5	0,5	2,8	5,5	28,3	12,7	2,5	3,2	3,5	0,5	1,1	1,2	0,5	5,1	0,5	0,5	0,5
10C	Palavas	0,5	3,6	0,5	3,8	8,2	3,0	5,0	0,5	4,4	5,8	0,5	2,1	4,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10D	Montpellier emissaire	0,5	0,5	0,5	1,3	4,8	7,2	5,0	0,5	3,8	3,9	0,5	2,5	1,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
11A	Etg de vic	0,5	0,5	0,5	7,4	13,5	2,6	5,0	0,5	6,6	7,0	0,5	2,5	2,1	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0
11B	Etg prevost	0,5	0,5	0,5	13,7	24,2	0,5	5,0	1,3	3,4	7,2	0,5	5,7	9,1	2,0	1,5	1,7	0,5	1,0
11C	Etg. Ingril	0,5	0,5	0,5	8,6	14,8	0,5	5,0	0,5	1,1	2,4	0,5	4,6	2,9	0,5	0,5	0,5	0,5	3,2
11E	Etg Prevost 2	0,5	0,5	0,5	12,5	18,3	1,1	5,0	0,5	6,8	5,7	0,5	8,2	10,4	3,7	0,5	3,3	1,1	1,6
11F	Etg. Lapeyrate	0,5	0,5	0,5	9,7	18,9	1,2	5,0	0,5	5,6	5,9	1,9	7,2	8,5	4,1	3,5	4,0	2,1	0,5
11G	Etg Pierres blanches	0,5	0,5	0,5	4,7	3,9	0,5	5,0	0,5	6,9	4,9	0,5	2,8	0,5	2,4	1,6	0,5	0,5	0,5
11H	Etg. Grec	0,5	0,5	0,5	2,4	5,8	10,3	5,0	0,5	3,9	4,5	0,5	7,5	7,9	1,4	5,1	2,1	0,5	1,4
12A	Etg Mejean	0,5	0,5	0,5	9,1	14,1	0,5	5,0	0,5	1,8	5,0	0,5	2,3	2,5	0,5	3,0	3,2	0,5	3,1
12I	Etg. Mejean ouest	0,5	0,5	0,5	7,6	14,4	0,5	5,0	0,5	1,3	2,9	0,5	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0
12E	Etg de l'Or est	0,5	0,5	0,5	2,0	2,8	0,5	5,0	0,5	0,5	2,5	0,5	1,6	1,6	0,5	0,5	1,2	0,5	2,3
14A	Etg Vaccares	0,5	0,5	0,5	1,5	2,6	0,5	5,0	1,0	6,8	7,3	1,1	4,8	7,2	0,5	2,6	1,4	0,5	1,9
15A	DCE18 Stes maries	0,5	0,5	0,5	6,3	10,4	0,5	5,0	0,5	2,1	5,7	0,5	3,7	3,7	1,5	2,5	2,0	0,5	2,2
15B	DCE19 Emb. Rhone	0,5	4,6	0,5	8,7	14,6	0,5	5,0	0,5	2,4	6,1	0,5	2,4	0,5	1,0	1,1	0,5	0,5	4,7
15C	Rhone sauvages	0,5	0,5	0,5	3,0	3,3	7,2	5,0	0,5	1,2	4,7	1,0	2,5	3,0	0,5	0,5	1,1	0,5	11,2
16A03	DCE20 Plage Napoleon	0,5	0,5	0,5	7,9	16,9	13,2	5,0	0,5	3,1	8,7	0,5	9,0	3,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16B	Ponteau	0,5	0,5	0,5	8,6	13,9	2,2	5,0	0,5	6,7	8,3	0,5	3,9	4,0	0,5	2,9	0,5	0,5	2,1
17C	Etg. Berre sud	0,5	0,5	0,5	8,1	13,1	0,5	5,0	0,5	3,3	4,6	0,5	3,0	2,8	1,3	2,1	1,4	0,5	2,2
18A	DCE22 Carry	0,5	0,5	0,5	0,5	2,7	1,8	5,0	4,8	11,4	5,8	8,1	1,4	0,5	0,5	1,4	0,5	0,5	4,3
19C	Marseille jetee	0,5	0,5	0,5	3,3	4,2	0,5	5,0	0,5	0,5	2,7	0,5	3,0	0,5	1,2	0,5	0,5	0,5	8,0
19B	DCE23 Marseille sud	1,0	0,5	0,5	2,6	5,0	0,5	5,0	0,5	1,7	3,8	0,5	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
20C	DCE24 Ile plane	2,3	5,0	0,5	8,0	12,7	0,5	5,0	0,5	3,4	5,1	0,5	2,0	2,0	0,5	1,5	0,5	0,5	2,2
20A0	Cortiou 2	0,5	0,5	0,5	12,8	15,8	11,8	5,0	0,5	5,1	3,4	0,5	2,3	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,9
20B	Cassis	0,5	3,9	0,5	2,6	5,1	6,5	5,0	0,5	5,1	3,3	0,5	1,1	2,3	0,5	0,5	0,5	0,5	11,4
21F	DCE43 Cap Canaille	0,5	1,3	0,5	3,2	4,9	0,5	5,0	0,5	2,4	4,8	0,5	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2
21A0	La Ciotat 2	0,5	0,5	0,5	2,9	6,9	2,2	5,0	2,1	3,9	4,5	0,5	1,0	2,6	0,5	0,5	0,5	0,5	7,6
21B	Bandol	0,5	0,5	0,5	3,2	4,5	2,2	5,0	0,5	7,7	3,1	1,0	2,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
21E	DCE25 Ile Embiez	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	0,5	5,0	0,5	2,0	3,0	0,5	1,5	2,6	0,5	0,5	1,2	0,5	1,7

Station	Nom_station	Alpha HCH (µg/kg)	Beta HCH (Lindane) (µg/kg)	Gamma HCH (Lindane) (µg/kg)	Congener 138 (µg/kg)	Congener 153 (µg/kg)	Naphtalène	Acénaphthalène	Acénaphthène	Fluorène	Phénanthrène	Anthracène	Fluoranthène (µg/kg)	Pyrène	Benzo(a)anthracène	Chrysène	Benzo (b) fluoranthène (µg/kg)	Benzo (k) fluoranthène (µg/kg)	Benzo (a) pyrène (µg/kg)
21C	Sicie	0,5	1,9	0,5	3,3	4,6	7,4	5,0	0,5	3,2	3,9	0,5	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5,4
22B	DCE26 Toulon gde rade	0,5	0,5	0,5	6,2	10,7	0,5	5,0	0,5	0,5	3,4	0,5	1,8	1,1	0,5	1,7	1,9	0,5	5,2
22C	Toulon pte rade	0,5	1,4	0,5	33,7	44,0	6,0	5,0	1,2	4,4	6,3	0,5	5,6	4,1	2,3	7,4	16,7	5,3	10,0
22E	Carqueiranne	0,5	0,5	0,5	2,1	3,1	0,5	5,0	0,5	0,5	1,4	1,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,7
23A	Giens	0,5	4,7	0,5	3,7	5,0	17,3	5,0	1,5	2,8	7,3	0,5	1,4	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5	16,5
23B03	Hyeres est	0,5	0,5	0,5	2,2	3,0	1,3	5,0	2,2	3,2	6,4	1,6	1,4	1,7	0,5	5,7	0,5	0,5	9,8
23F	Porquerolles	0,5	1,8	0,5	7,5	8,8	9,6	5,0	0,5	3,6	3,7	0,5	1,1	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	7,4
23D	DCE27 ile levant	0,5	0,5	0,5	4,4	6,0	0,5	5,0	1,1	3,4	5,2	0,5	2,2	2,9	0,5	0,5	0,5	0,5	2,6
24A	Lavandou	0,5	2,0	0,5	8,5	13,5	0,5	5,0	0,5	0,5	2,3	0,5	1,1	1,3	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
24B	Cavalaire	0,5	0,5	0,5	4,4	5,0	4,9	5,0	0,5	1,8	6,6	0,5	2,5	3,5	0,5	0,5	0,5	0,5	11,0
25A	Pampelone	0,5	0,5	7,7	13,2	17,4	0,5	5,0	0,5	0,5	7,4	0,5	6,8	2,2	0,5	2,1	0,5	0,5	2,3
26A	St tropez	0,5	0,5	0,5	2,9	5,6	1,7	5,0	0,5	4,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9,1
26B	Les Issambres	0,5	2,6	0,5	1,6	4,0	5,9	5,0	0,5	2,9	4,6	0,5	1,2	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	10,9
27A	Frejus Ouest	0,5	0,5	0,5	3,4	5,5	6,6	5,0	3,1	9,3	5,5	1,6	2,6	7,9	0,5	0,5	1,4	0,5	9,4
27B	DCE28 Frejus Est	0,5	4,4	0,5	1,7	4,3	0,5	5,0	0,5	3,4	7,3	0,5	3,6	3,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,6
28A0	Cannes ouest	0,5	0,5	0,5	13,8	16,4	0,5	5,0	0,5	0,5	2,6	0,5	2,0	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5	5,4
28C	Ile St Honorat	0,5	4,3	0,5	1,9	4,7	9,9	5,0	0,5	3,0	4,2	0,5	4,2	2,1	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
29E	DCE29 Antibes 2	0,5	4,3	0,5	0,5	3,9	1,5	1,0	0,5	4,0	4,7	0,5	3,0	1,8	0,5	4,6	0,5	0,5	2,8
29G	DCE30 Port de Nice	0,5	4,9	0,5	2,3	5,4	3,6	5,0	0,5	2,2	4,6	0,5	2,5	1,1	0,5	3,1	0,5	0,5	1,7
29B	Apt nice	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	5,0	0,5	2,3	2,8	0,5	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
29F	Nice ville	0,5	0,5	0,5	2,1	4,1	0,5	5,0	0,5	3,2	3,5	0,5	3,1	1,6	1,8	4,5	1,2	0,5	0,5
29C03	Villefranche	0,5	0,5	0,5	0,5	1,9	0,5	5,0	0,5	7,0	5,1	0,5	2,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
30A	Menton	0,5	1,8	0,5	1,7	3,9	0,5	5,0	0,5	5,2	8,7	0,5	7,2	4,8	1,4	1,5	0,5	0,5	0,5
MC1	Monaco1	0,5	1,7	0,5	0,5	3,2	0,5	5,0	0,5	4,1	7,7	0,5	4,2	1,4	0,5	1,5	0,5	0,5	2,4
MC2	Monaco2	0,5	0,5	0,5	0,5	2,2	0,5	5,0	0,5	1,8	3,2	0,5	1,9	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
MC3	Monaco3	0,5	0,5	0,5	1,1	2,4	0,5	5,0	0,5	1,8	3,1	0,5	2,9	1,2	0,5	1,5	0,5	0,5	2,3
31D	DCE31 Meria	0,5	3,1	0,5	3,0	4,7	1,0	1,4	0,5	3,9	3,7	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
31A	Pino	0,5	0,5	0,5	0,5	1,4	1,7	5,0	0,5	4,3	4,9	0,5	1,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7
32A03	Bastia sud 2	0,5	0,5	0,5	1,7	3,3	0,5	5,0	0,5	5,7	4,1	0,5	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
32C	Emb. Golu	0,5	0,5	0,5	2,8	4,8	10,2	5,0	0,5	5,8	4,2	0,5	2,0	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	4,5
32D	DCE32 Poggio-Mezzana	0,5	0,5	0,5	0,5	2,2	0,5	5,0	0,5	1,8	1,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2
34C	Tavignano	0,5	1,6	0,5	0,5	3,5	0,5	5,0	0,5	2,2	4,1	0,5	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2
34B	Fium orbo	0,5	0,5	0,5	0,5	3,5	5,8	5,0	1,1	2,6	3,3	0,5	1,4	0,5	0,5	1,7	1,1	1,1	18,5
35A	DCE35 Etg de Diana	0,5	0,5	0,5	0,5	1,8	0,5	5,0	0,5	4,3	4,8	1,9	1,7	2,1	0,5	1,7	0,5	0,5	0,5
36A	DCE37 Etg d'Urbino	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	0,5	5,0	0,5	0,5	3,2	0,5	1,7	1,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
37A	DCE38 Etg de Palo	0,5	2,9	0,5	7,3	11,2	3,7	5,0	0,5	0,5	6,1	0,5	2,7	3,0	0,5	3,4	0,5	0,5	0,5
38A	Cavu	0,5	4,3	0,5	0,5	2,6	8,8	5,0	0,5	2,5	2,8	0,5	2,9	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
39A	Porto-Vecchio	0,5	0,5	0,5	0,5	1,9	3,6	5,0	0,5	4,6	3,8	0,5	1,5	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2
40B	DCE39 Santa Giulia	0,5	2,3	0,5	2,2	2,4	0,5	5,0	1,4	4,9	6,7	0,5	2,5	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	2,7
41A	Ile Lavezzi	0,5	0,5	0,5	0,5	2,2	0,5	5,0	0,5	3,4	2,8	0,5	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
42A	Figari-Bruzzi	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	0,5	5,0	0,5	0,5	2,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
43B0	Propriano	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	0,5	5,0	0,5	6,6	5,7	0,5	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,8
43C	Sartene	0,5	0,5	0,5	0,5	1,4	2,2	5,0	0,5	5,8	4,7	0,5	2,3	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
44A	Ajaccio Sud	0,5	0,5	0,5	0,5	1,9	0,5	5,0	0,5	4,0	4,8	1,5	1,1	2,0	2,9	0,5	0,5	0,5	0,5
45C	DCE41 Cargese 2	1,1	2,6	0,5	0,5	1,9	0,5	2,1	0,5	3,7	2,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
46A	Porto	0,5	0,5	0,5	0,5	2,2	0,5	5,0	0,5	2,6	3,2	2,8	0,5	1,5	3,1	0,5	0,5	0,5	0,5
47A	Galeria	0,5	0,5	0,5	1,9	3,0	0,5	5,0	0,5	2,0	2,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
48D	DCE42 Calvi2	0,5	2,6	0,5	8,4	12,2	0,5	5,0	1,3	3,7	3,7	0,5	1,5	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1
48B	Ile Rousse	0,5	4,4	0,5	1,7	3,0	4,8	5,0	0,5	3,2	3,1	0,5	0,5	0,5	0,5	2,9	0,5	0,5	20,0
50C	Fium albino	0,5	0,5	0,5	2,4	5,8	6,1	5,0	0,5	3,3	2,9	0,5	1,7	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	3,1