

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE  
L'AMENAGEMENT LITTORAL**

**CONTAMINATION DU MILIEU MARIN  
PAR LES MICROPOLLUANTS**

**(RESULTAT DU RNO(\*) DE 1979 A 1994)**

**3 : L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE**

Par Christian CANTIN



R.INT.DEL/96-10/ARCACHON

(\*)Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE  
L'AMENAGEMENT LITTORAL**

**CONTAMINATION DU MILIEU MARIN  
PAR LES MICROPOLLUANTS**

**(RESULTAT DU RNO<sup>(\*)</sup> DE 1979 A 1994)**

**3 : L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE**

**Par Christian CANTIN**

**R.INT.DEL/96-10/ARCACHON**

**(\*)Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin**

## FICHE DOCUMENTAIRE

Type de rapport : RSV	
Numéro d'identification du rapport : DIR/SET/Typdoc/An-Num  Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/>  validé par  Adresse électronique chemin UNIX  Adresse WWW	date de publication: 09/96  nombre de page: 46  bibliographe (oui/non)  illustration(s) (oui/non)  langue du rapport Français
Titre et sous -titre du rapport : CONTAMINATION DU MILIEU MARIN PAR LES MICROPOLLUANTS (RESULTATS DU RNO DE 1979 à 1994) 3 : L ' ESTUAIRE DE LA GIRONDE.  Titre traduit CONTAMINATION OF MARINE ENVIRONMENT BY MICROPOLLUTANTS (RNO RESULTS FROM 1979 TO 1994) 3 : THE GIRONDE ESTUARY	
Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom CANTIN Christian	Organisme/direction/service/laboratoire IFREMER Direction de l'environnement littoral Laboratoire côtier d'Arcachon
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme/direction/service/laboratoire
Organisme commanditaire: nom développé, sigle, adresse	
titre du contrat	n° de contrat ifremer
Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigles(s), adresse(s)	
Responsable scientifique	
cadre de la recherche:	
Programme	convention:
Projet	Autres(préciser) :
Campagne océanographique: (nom de campagne, année, nom; du navire)	

## FICHE DOCUMENTAIRE

### Résumé :

Après une présentation rapide du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO), les différents micropolluants métalliques et organiques mesurés dans l'estuaire de la Gironde sont décrits (origine, toxicité éventuelle).

Les résultats des mesures de contamination dans la matière vivante (huîtres) sont présentés sous forme graphique, sur la base d'un prélèvement par trimestre pour les années 1979 à 1994, et, les moyennes sont comparées avec celles obtenues pendant la même période sur les autres sites de la façade Manche-Atlantique.

### Abstract :

After a quick presentation of the observation national network of the marine environment quality (RNO), the different metallic and organic Micropollutants measured in the Gironde estuary are described (origin, eventual toxicity).

The results of the contamination measurements in the living tissue (oysters) are presented on graphics, based on a sample every three months from 1979 to 1994, and means are compared to those obtained during the same period on the other points of the Manche-Atlantic coast.

### Mots clés :

Micropolluants, estuaire, Gironde, huîtres

### Keywords :

Micropollutants, estuary, Gironde, oysters.

### Commentaires

## SOMMAIRE

<b>1. LE RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION</b>	<b>3</b>
<b>2. LES PARAMETRES MESURES</b>	<b>4</b>
2.1 Les polluants métalliques	4
2.1.1 Le zinc	
2.1.2 Le cuivre	
2.1.3 Le mercure	
2.1.4 Le cadmium	
2.1.5 Le plomb	
2.2 Les micropolluants organiques	6
2.2.1 Les polychlorobiphényles (PCB)	
2.2.2 Le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)	
2.2.3 L'hexachlorocyclohexane ( $\alpha$ et $\gamma$ HCH)	
2.2.4 Les hydrocarbures polyaromatiques (PAH)	
<b>3. LA REGLEMENTATION</b>	<b>9</b>
3.1 Les conventions d'Oslo et de Paris	9
3.2 La protection de la santé publique	9
<b>4. LE RNO DANS LES ESTUAIRES DU PAYS BASQUE</b>	<b>10</b>
4.1 La méthode de prélèvement	10
4.2 Les lieux de prélèvements	12
<b>5. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS</b>	<b>12</b>
5.1 La Fosse	14
Le zinc et cuivre	
Le mercure et cadmium	
Le plomb et PCB	

	La somme des DD et $\alpha$ HCH $\gamma$ HCH et PAH Tableau récapitulatif des résultats bruts.	
<b>5.2</b>	Bonne Anse	21
	Le zinc et cuivre Le mercure et cadmium Le plomb et PCB La somme des DD et $\alpha$ HCH $\gamma$ HCH et PAH Tableau récapitulatif des résultats bruts.	
<b>5.3</b>	Pontailac	28
	Le zinc et cuivre Le mercure et cadmium Le plomb et PCB La somme des DD et $\alpha$ HCH $\gamma$ HCH et PAH Tableau récapitulatif des résultats bruts.	
<b>5.4</b>	Ensemble estuaire	35
	Le zinc et cuivre Le mercure et cadmium Le plomb et PCB La somme des DD et $\alpha$ HCH $\gamma$ HCH et PAH Tableau récapitulatif des résultats bruts.	
<b>6.</b>	<b>COMMENTAIRES</b>	<b>41</b>
<b>6.1</b>	Comparaison par les moyennes	41
<b>6.2</b>	Comparaison par contaminants	42
<b>6.2</b>	Comparaison avec une grille de qualité	43
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>45</b>

## 1. LE RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN (RNO)

La création du RNO a été décidée, le 6 Décembre 1972, par le Comité interministériel d'action pour la nature et l'environnement. Sa coordination en avait été confiée au CNEXO, puis à l'IFREMER depuis sa création en 1984.

Le but de ce réseau est d'évaluer les niveaux et l'évolution de ces niveaux dans le temps des polluants et des paramètres de la qualité des eaux. Pour cela, le milieu a été divisé en trois « compartiments »: l'eau, la matière vivante et les sédiments.

- L'eau dont le suivi permet d'étudier les variations rapides des polluants dans la masse d'eau par des échantillonnages fréquents.
- Le sédiment, car il conserve les traces des pollutions anciennes et permet de suivre l'évolution dans le temps de la contamination.
- Les coquillages, car les mollusques bivalves filtrent de très grandes quantités d'eau de mer, pour y puiser la nourriture dont ils ont besoin et ainsi accumulent dans leur chair les micropolluants chimiques éventuellement présents dans l'eau. Cette bioaccumulation en fait de très bons indicateurs de la pollution du milieu.

Les prélèvements ont débuté en 1974 et concernaient uniquement l'eau jusqu' en 1978. A partir de 1979, la surveillance a été étendue à la "matière vivante" (coquillages et poissons) et aux sédiments. Par contre, la surveillance des polluants dans l'eau a été abandonnée.

Trois espèces de coquillages ont été retenues : *Mytilus edulis* (moule atlantique), *Mytilus galloprovincialis* (moule méditerranéenne) et *Crassostrea gigas* (huître creuse).

Les prélèvements d'eau et de sédiments sont réalisés avec le concours des Cellules Qualité des Eaux Littorales et ceux de la matière vivante par les stations côtières de l'IFREMER.

## 2. LES PARAMETRES MESURES

### 2.1 Les polluants métalliques

Tous les métaux mesurés dans le cadre du RNO existent à l'état naturel dans le milieu marin.

Les micropolluants métalliques présents dans l'environnement marin peuvent, selon leur nature, se concentrer dans les organismes vivants qui sont alors utilisés comme "indicateurs" de la pollution chimique d'une zone littorale. C'est le cas des mollusques bivalves (huîtres et moules) qui, en filtrant d'énormes quantités d'eau, accumulent les métaux qui se trouvent à l'état de traces dans le milieu et permettent l'évaluation du degré de contamination des zones côtières.

#### 2.1.1 Le zinc

##### **Utilisations :**

- Dans l'industrie chimique : teintures, peintures, insecticides, peintures antisalissure, décomposition de graisse.
- Dans la métallurgie : alliages , galvanoplastie.
- Dans l'imprimerie.

##### **Toxicité :**

- Il agit sur la reproduction et sur les larves d'huîtres, et à des niveaux élevés, peut être toxique pour la faune et la flore marine.

#### 2.1.2 Le cuivre

##### **Utilisations :**

- cuivre métallique : électricité, chauffage, alliages, métallurgie.
- Sels de cuivre : en agriculture (bouillie bordelaise, insecticides), dans l'industrie chimique (papiers peints, céramiques, traitements de surface, peinture antisalissure), dans l'industrie textile et photographique et en ostréiculture (une solution de sulfate de cuivre a été utilisée pour détruire les organismes encroûtants sur les parcs).

**Toxicité :**

- Toxique pour les larves D des huîtres.
- A certaines concentrations, le cuivre perturbe la croissance et la photosynthèse des algues.

**Autre :**

- Provoque une coloration verdâtre de la masse digestive chez l'huître.

### 2.1.3 Le cadmium

**Utilisations :**

- Les industries de traitement de surface .
- Les accumulateurs
- Résidus des traitements des minerais
- Industries chimiques (fabrication du soufre et du charbon actif, produits photographiques, peintures antialissure).
- Produits de synthèse organique (solvants, engrais, certains fongicides et insecticides).
- Utilisé aussi dans les raffineries de pétrole, en cimenterie, en parfumerie et dans les réacteurs nucléaires.

**Toxicité :**

- L'effet le plus connu chez l'homme à très long terme est relatif à la maladie dite de "itaï itaï" au Japon (trouble du métabolisme du calcium accompagné de décalcification, rhumatismes, névralgie et troubles cardio-vasculaires).
- Chez l'homme, on note à long terme un effet sur la fonction rénale.

### 2.1.3 Le mercure

**Utilisations :**

- Industrie chimique (production de chlore et de soude, et comme pigments pour certaines matières plastiques).
- Industrie électrique (piles, lampes, tubes).

- Utilisé aussi dans l'industrie pharmaceutique, dans la fabrication d'explosifs et dans les instruments de mesure (thermomètre).

#### **Toxicité :**

- L'effet le plus connu chez l'homme est la maladie de Minamata au Japon (atrophie des cellules granuleuses du cervelet et disparition des cellules nerveuses. Symptômes : troubles de la vue et de l'ouïe, pertes de mémoires, etc ...).
- Il peut réduire la photosynthèse du phytoplancton.

### **2.1.4 Le plomb**

#### **Utilisations :**

- Dans certains alliages pour la soudure et l'imprimerie.
- En chimie, comme additif dans les carburants et dans le minium.
- On le trouve aussi dans certains produits finis (tuyaux, feuilles, fils), dans les accumulateurs, les canalisations et les poudres et explosifs.

#### **Toxicité :**

- Chez l'homme:
  - Il provoque le saturnisme (anémie intense, faiblesse du pouls, accidents du système nerveux : délire, coma et la colique de plomb).
  - Il agit aussi sur l'inhibition des enzymes et l'altération du métabolisme des cellules (ralentissement de la croissance).
- Chez les poissons, le plomb peut provoquer des lésions des branchies avec inhibition des échanges O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>.

## **2.2 Les micropolluants organiques**

Contrairement aux métaux, il s'agit de produits de synthèse n'existant pas à l'état naturel, à l'exception des hydrocarbures. Mais après leur utilisation, il n'est pas étonnant du fait de la rémanence de certains de les retrouver sur le littoral à des teneurs le plus souvent basses.

La pollution à l'état de trace par les micropolluants organiques du milieu aquatique est un phénomène reconnu depuis une vingtaine d'années. Le milieu marin n'échappe pas à cette agression par l'importance des apports chroniques ou par des pollutions accidentelles.

### 2.2.1 Les polychlorobiphényles (PCB)

#### **Utilisations :**

- Ce sont des huiles très stables chimiquement, utilisées notamment dans les transformateurs électriques de "type pyralène" et comme adjuvants dans les lubrifiants et peintures.

Ils sont faiblement solubles dans l'eau et ont un temps de résidence élevé dans le milieu (produits rémanents).

#### **Toxicité :**

- Ils sont soupçonnés d'être cancérigènes chez les mammifères et d'être mutagènes pour certains animaux.
- Ils affectent les capacités reproductrices chez de nombreux organismes vivants.

### 2.2.2 Le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)

#### **Utilisations :**

- Utilisé depuis 1940 comme insecticide pour la destruction des larves et insectes de toutes sortes. Il a été très employé dans la lutte antipaludique.

Le DDD et DDE sont des produits de dégradation du DDT. Dans l'expression des résultats, il ne sera considéré que la somme DDD + DDE + DDT (notée somme des DD).

Depuis 1972, l'utilisation de ce produit est fortement réglementée.

#### **Toxicité :**

- Toxique pour les poissons et pour l'homme à fortes doses.

- Perturbations du métabolisme de nombreux organismes marins et terrestres.

### 2.2.3 L'hexachlorocyclohexane ( $\alpha$ et $\gamma$ HCH)

#### **Utilisations :**

- Le  $\gamma$  **HCH** : isomère gamma du HCH. Il est plus connu sous le nom de lindane (nom réservé au produit qui contient au moins 99 % de cet isomère). C'est un insecticide chloré de contact largement utilisé, notamment contre les termites et dans les traitements agricoles (avant récolte, traitements des semences, des sols, des plantes des cultures fourragères et céréalières et dans celui des entrepôts et des locaux agricoles).
- Le  $\alpha$ **HCH** : isomère alpha de HCH. C'est un composé chloré de synthèse qui constitue la part la plus importante des isomères formés lors de la synthèse du HCH. Il ne doit pas apparaître pour plus de 1 % dans la formulation du Lindane.

#### **Toxicité :**

- Chez l'homme, peut provoquer une perturbation du métabolisme des cellules.
- Toxique pour de nombreuses espèces de poissons et de mollusques et pouvant occasionner des malformations et des stérilités.

### 2.2.4 Les hydrocarbures polyaromatiques PAH

Ils se trouvent dans les pétroles bruts, dans une proportion variant entre 15 et 30 % et ils représentent un nombre considérable de composés, moins biodégradables que les autres hydrocarbures. Ce sont eux qui persistent le plus longtemps dans le milieu après un accident pétrolier.

Ils se trouvent en général en très faible quantité dans le milieu marin. Ils proviennent soit de sources naturelles, soit de pollutions (échouage et dégazage de pétroliers), soit de rejets urbains.

#### **Toxicité :**

- Ils peuvent être cancérogènes.

### 3. LA REGLEMENTATION

Les niveaux de présence des polluants dans les eaux marines ont été réglementés ou ont donné lieu à des recommandations.

#### 3.1 Les conventions d'Oslo et de Paris

Elles ont établi des listes de polluants à prendre en compte dans le cadre de la surveillance des eaux marines. Les critères de choix ont été la toxicité de la substance, sa persistance dans le milieu naturel et sa tendance à la bioaccumulation pour trois d'entre eux (le cadmium, le mercure et les PCB). Des niveaux de contamination ont été définis en fonction de leur concentration dans les mollusques bivalves.

	Niveau faible	Niveau moyen	Niveau fort
mercure (mg/kg poids sec)	< 0.6	0.6-1.0	> 1.0
cadmium (mg/kg poids sec)	< 8.0	8.0-20.0	> 20.0
PCB ( $\mu$ g/kg poids sec)	< 120	120-600	> 600

**Tableau 1 : Niveaux de contamination pour les huîtres, définis par les conventions de Londres et Oslo (1972) et de Paris (1974).**

Ces valeurs n'ont pas un caractère réglementaire mais seront utilisées comme indicatrices de pollution. Cette classification a un but uniquement environnementaliste, sans préoccupation de santé publique. Elle a été élaborée par comparaison avec les concentrations habituellement rencontrées dans le cadre de la surveillance internationale.

#### 3.2 La protection de la santé publique

Pour divers contaminants, l'organisation mondiale de la santé (O.M.S.) a fixé des doses hebdomadaires admissibles pour un consommateur adulte (c'est le cas du cadmium et du mercure). Elle recommande de ne pas ingérer plus de 400  $\mu$ g par semaine pour le premier et 300  $\mu$ g pour le second, dont moins de 200  $\mu$ g de méthyl-mercure.

En France, en l'absence de normes réglementaires, ce sont les recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Public de France (C.S.H.P.F) qui sont appliquées. Celui-ci avait fixé pour le cadmium la valeur maximale admissible dans les coquillages à 10  $\mu$ g par

gramme de chair sèche et pour le mercure à 2.5 µg/g. Pour le plomb, la valeur proposée par les experts était de 10 µg/g. (µg/g = mg/kg)

La Directive européenne 79-923 du 30 octobre 1979, relative à la qualité requise des eaux conchylicoles, partiellement transcrite par le décret du 19 décembre 1991, n'a pas fixé de limites chiffrées, mais a simplement prévu, tant pour les substances organohalogénées que pour les polluants métalliques, que : "la concentration de chaque substance dans l'eau ou la chair du coquillage ne doit pas dépasser un niveau qui provoque des effets nocifs sur les coquillages et leurs larves".

Par contre, l'arrêté du 21 juillet 1995, relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et de reparcage des coquillages vivants, prévoit que les produits récoltés en vue de la consommation humaine directe ne peuvent provenir que de zones dans lesquelles sont satisfaites simultanément les conditions suivantes, sans tenir compte des contraintes microbiologiques : zone A, B et C

Les coquillages ne contiennent pas de contaminants chimiques en quantité telle qu'ils puissent présenter un risque de toxicité pour le consommateur, et notamment que la contamination moyenne, exprimée **par kilogramme de chair humide** de coquillage, n'excède pas ( en règle générale, les coquillages contiennent de 80 à 90 % d'eau ) :

0.5 mg de mercure total  
2 mg de cadmium  
2 mg de plomb.

Les zones dont les coquillages présenteraient une contamination supérieure aux quantités citées ci dessus seraient classées en zone D ( toute exploitation interdite).

#### 4. LE RNO DANS L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE :

##### 4.1 La méthode de Prélèvement

Depuis 1979, des prélèvements d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* sont effectués sur des gisements naturels dans les estuaires de l'Adour, de la Nivelle et de la Bidassoa une fois par trimestre.

Sur chaque site, un échantillon d'huîtres "sauvages" est prélevé et ramené au laboratoire. Elles sont alors nettoyées, puis mises à dégorger pendant 24 heures dans des bacs alimentés en eau de mer propre.

Les huîtres sont ensuite mesurées à l'aide d'un pied à coulisse, puis décoquillées avec précaution. Les chairs des mollusques sont mises à égoutter sur un tamis en porcelaine pendant environ deux heures, puis placées dans des piluliers de 50 ml identifiés qui sont

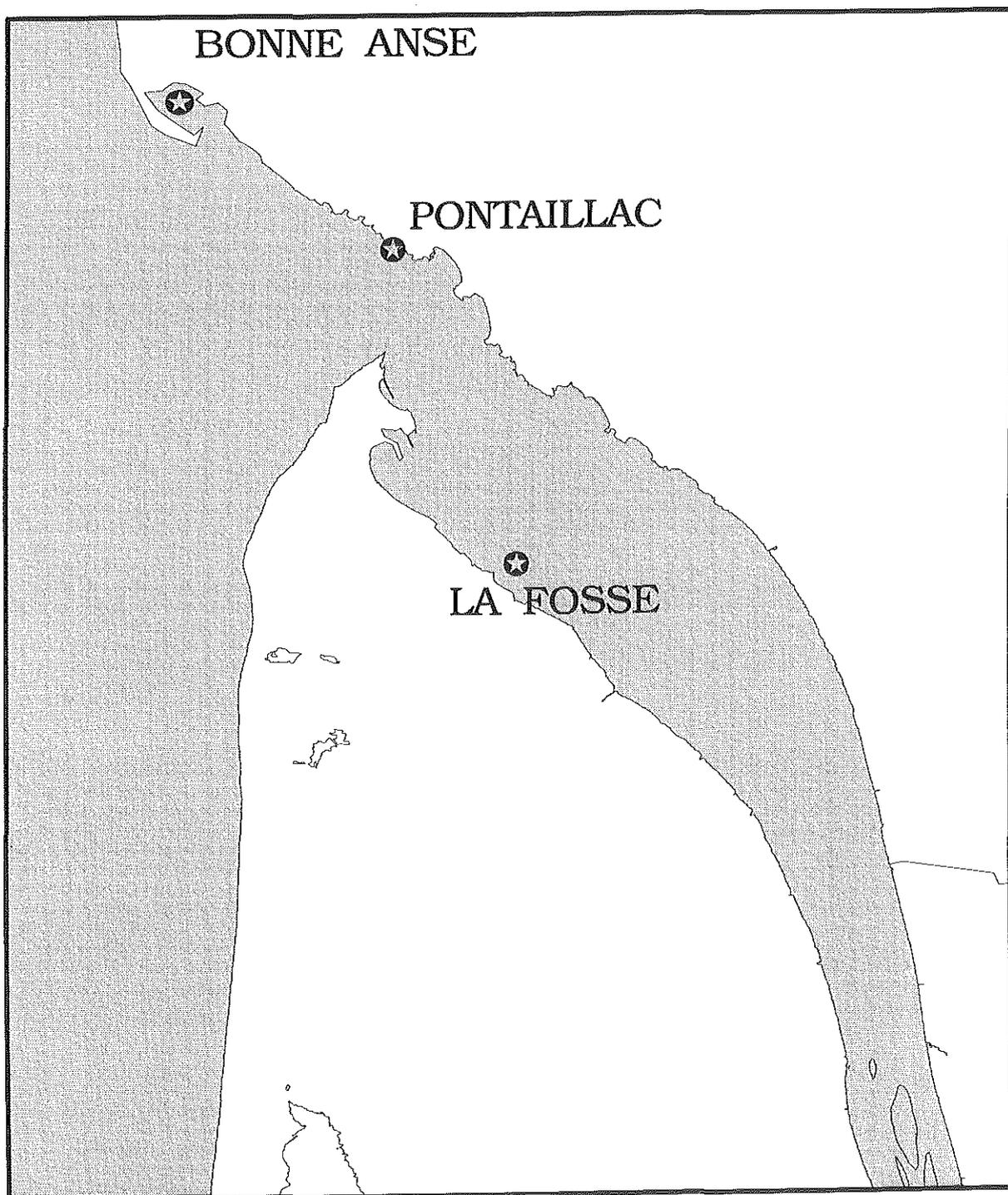


Figure 1 : Les lieux de prélèvements

fermés en intercalant une feuille d'aluminium entre le pilulier et la capsule en plastique, et ensuite congelés.

Tous les échantillons congelés sont ensuite acheminés vers le laboratoire "Chimie des Contaminants et Modélisation" de l'IFREMER à Nantes, dans des glacières prévues à cet effet.

Ils seront ensuite broyés, homogénéisés, lyophilisés, puis analysés.

## 4.2 Lieux de prélèvements

Les prélèvements sont réalisés par les techniciens du laboratoire IFREMER d'Arcachon et de la Tremblade aux endroits suivants (cf carte n°1 : les lieux de prélèvements) :

- ⇒ *La Fosse* : située sur la rive gauche de la Gironde, à l'intérieur de l'estuaire à environ 16 km de la pointe de Grave, c'est le point le plus haut dans l'estuaire
- ⇒ *Bonne Anse* : situé sur la rive droite, à l'embouchure de l'estuaire est le point le plus océanique.
- ⇒ *Pontailiac* : situé sur la rive droite, à environ 15 km de l'embouchure

## 5. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS

Pour chaque estuaire, il a été réalisé dix graphes (un par polluant) sur la base d'un prélèvement par trimestre. Sur chaque graphe un trait plein horizontal représente la moyenne de la contamination en ce polluant pour la façade Manche-Atlantique (cf tableau 2)

A la suite de ces dix graphes on trouvera un tableau récapitulatif de tous les résultats de 1979 à 1994.

Les résultats sont toujours exprimés par rapport au poids sec (chair lyophilisée). Les métaux et les PAH sont exprimés en milligrammes par kilogramme (mg/kg) et les organochlorés en microgrammes par kilogramme ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Les métabolites du DDT sont regroupés sous l'appellation "somme des DD = DDT + DDE + DDD".

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Zn	2206	1131	385	11651
Cu	138	102	7.7	1962
Hg	0.21	0.09	0.01	1.66
Cd	2.25	1.20	0.25	129.1
Pb	1.47	0.68	0.10	34.7
PCB	298	169	25	3292
ΣDD	31.5	22.6	1.0	1015
αHCH	1.8	1.5	0.1	144
γHCH	6.5	4.7	0.1	114
PAH	2.54	1.50	0.02	71.7

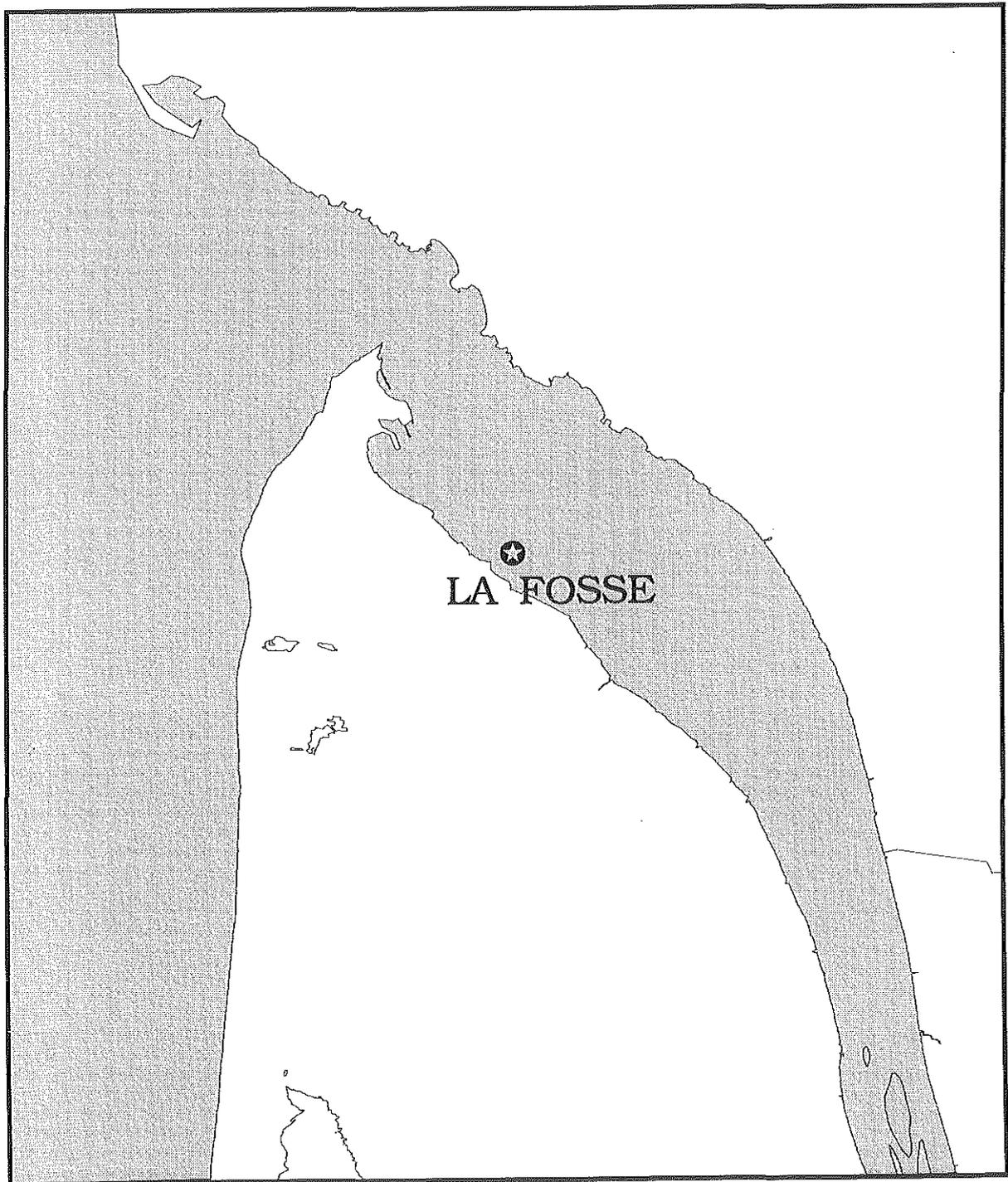
**Tableau 2 - Données statistiques sur les contaminants dans les huîtres (1979-1993) sur la façade Manche - Atlantique.**

La moyenne est exprimée par rapport au poids sec minimum et maximum rencontrés.  
Tableau extrait "de la surveillance du milieu marin, travaux du RNO (éd. 1995)"

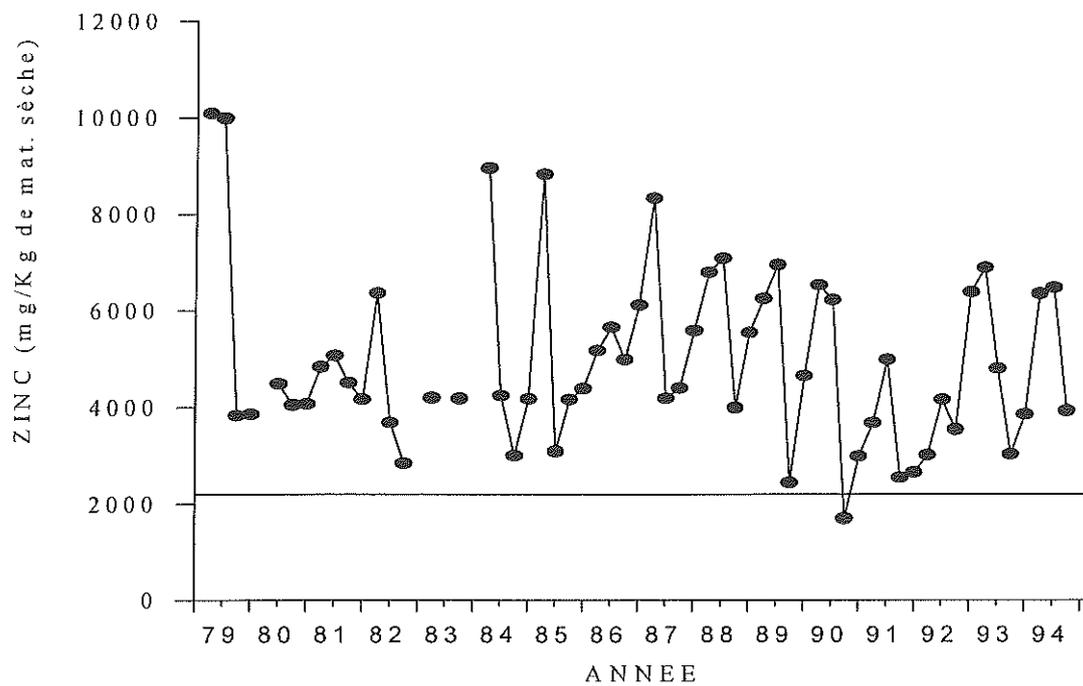
Le tableau 2 présente des statistiques sur les niveaux moyens de contamination, à l'échelle d'une grande façade du littoral. Pour que ces données soient représentatives d'un état moyen du littoral, un traitement d'élimination des valeurs extrêmes a été nécessaire. En effet, les fortes valeurs rencontrées sur certains sites peuvent fausser gravement la moyenne de la façade concernée. L'élimination itérative des valeurs extérieures à l'intervalle [moyenne  $\pm 3 \times$  écart-type] a été effectuée. Les minima - maxima indiqués donnent une idée des gammes de concentration effectivement rencontrées.

Suite à un changement de méthode d'analyse les valeurs des PAH ne sont plus mentionnées depuis 1993, celles des PCB depuis 1994 et celles de la somme des DD depuis 1991.

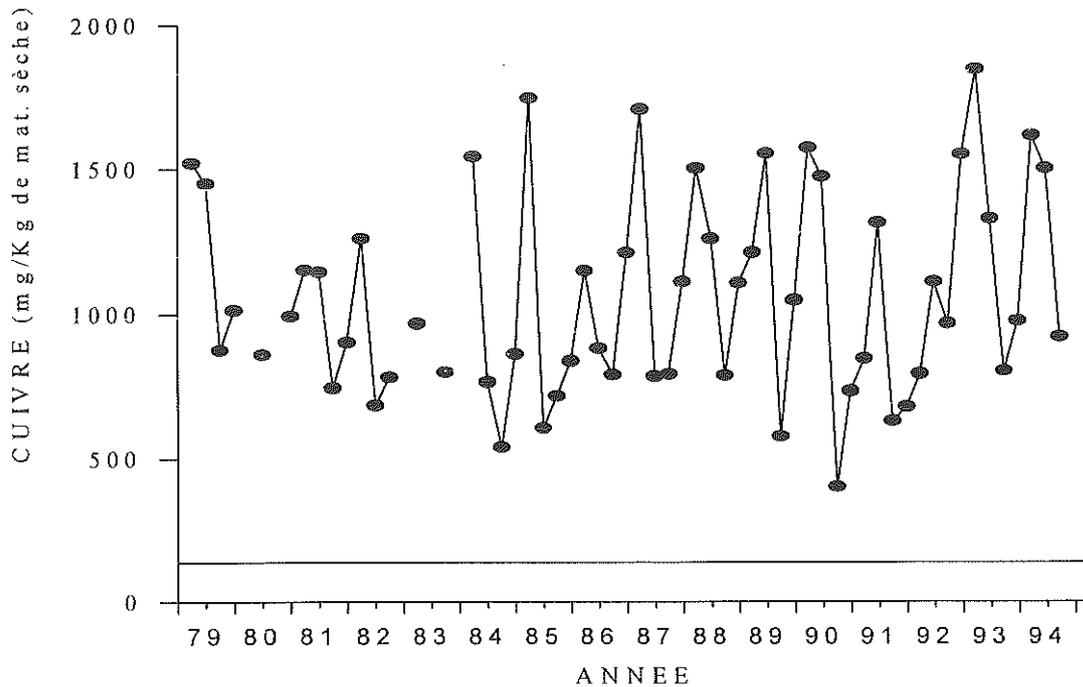
5.1 : LA FOSSE



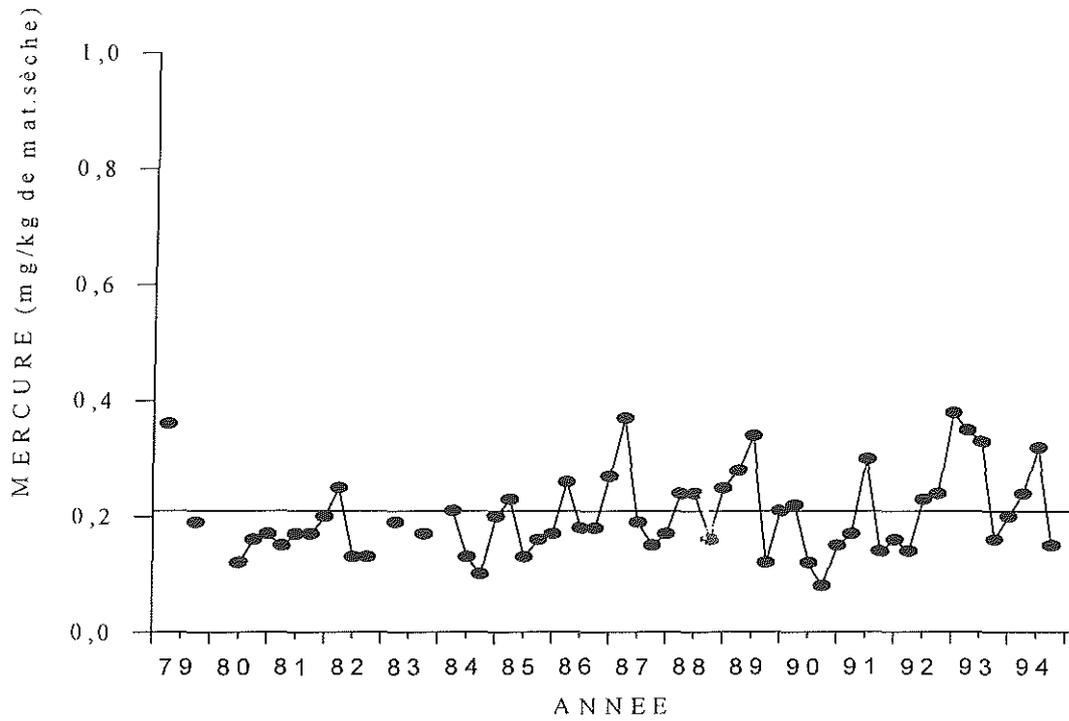
EVOLUTION DE LA TENEUR EN ZINC



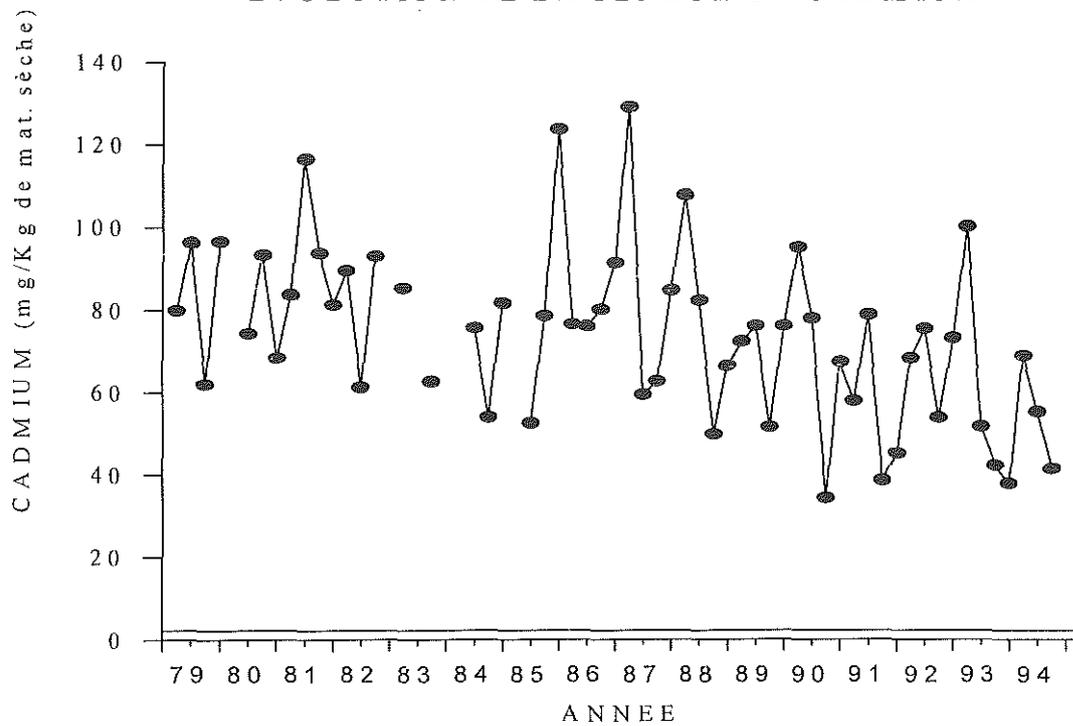
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CUIVRE



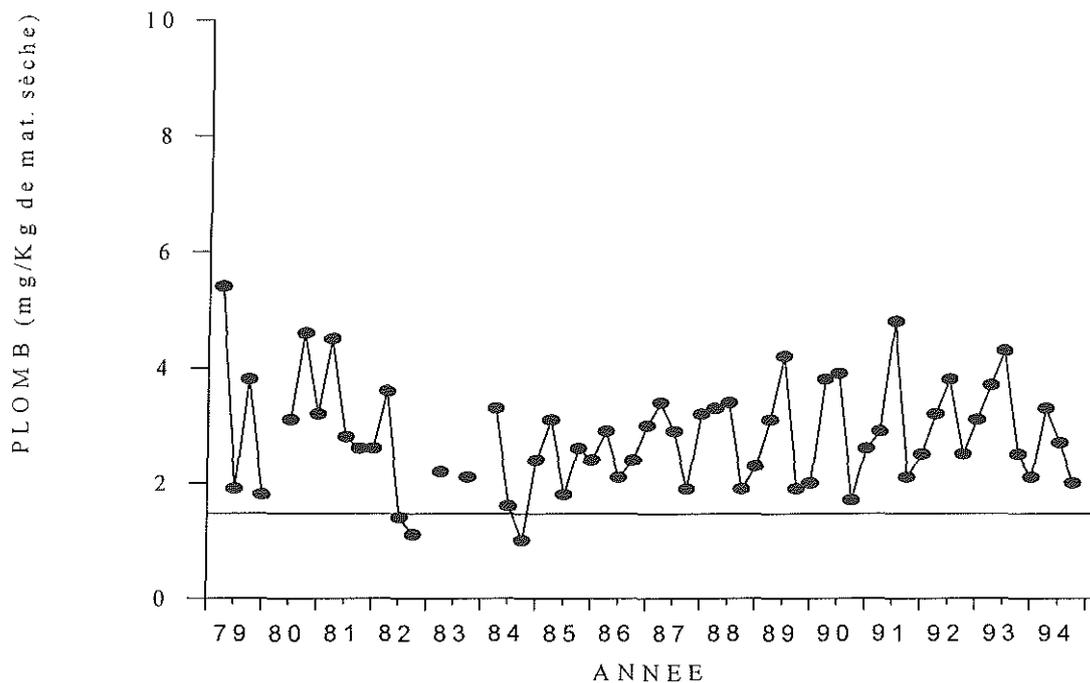
EVOLUTION DE LA TENEUR EN MERCURE



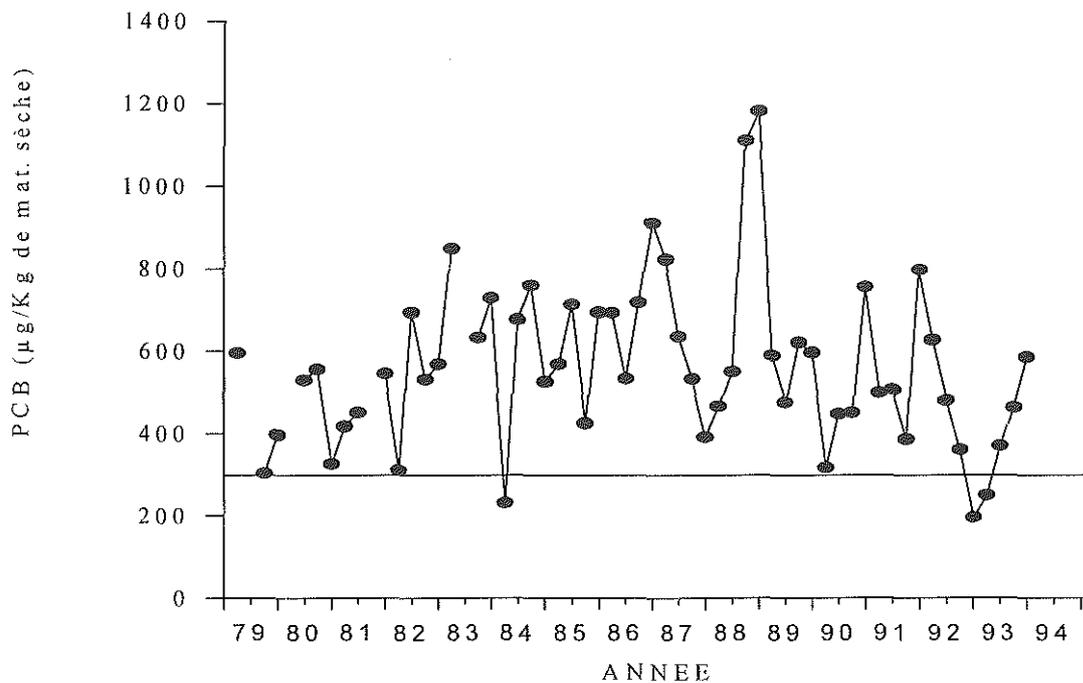
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CADMIUM



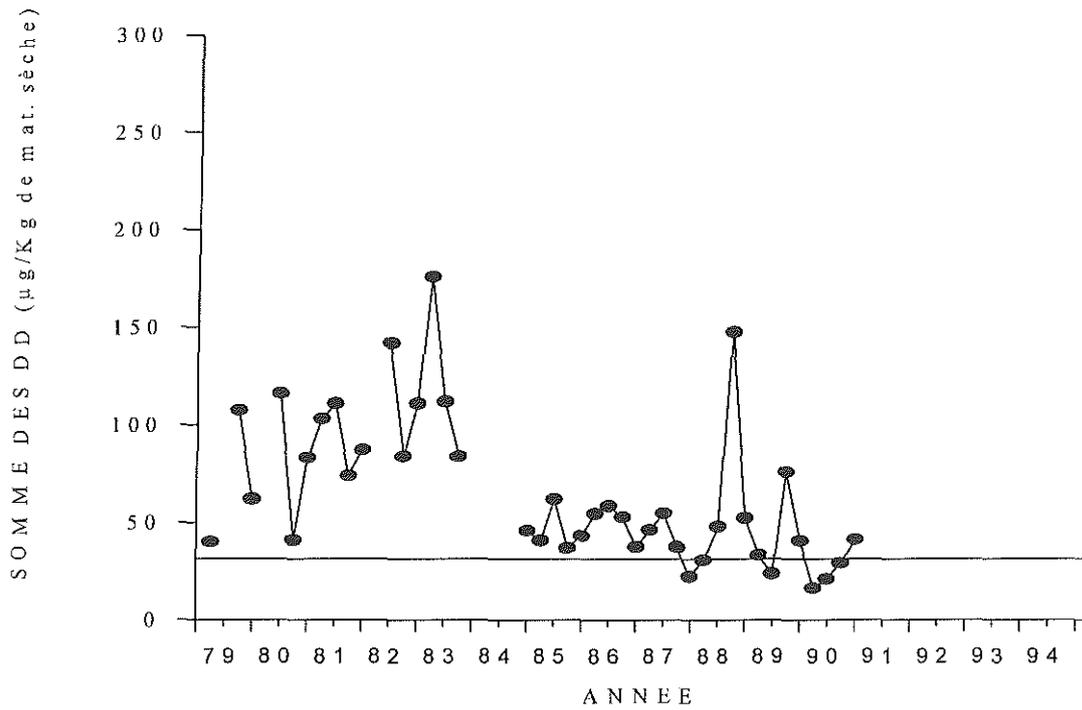
EVOLUTION DE LA TENEUR EN PLOMB



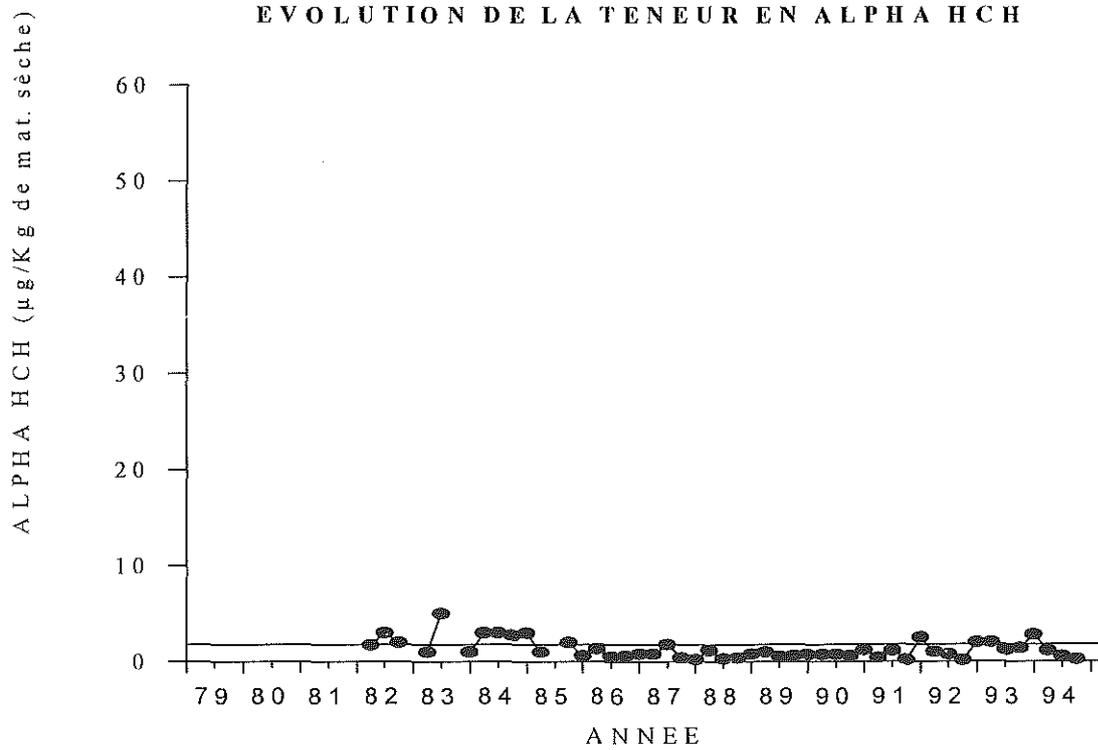
EVOLUTION DE LA TENEUR EN PCB



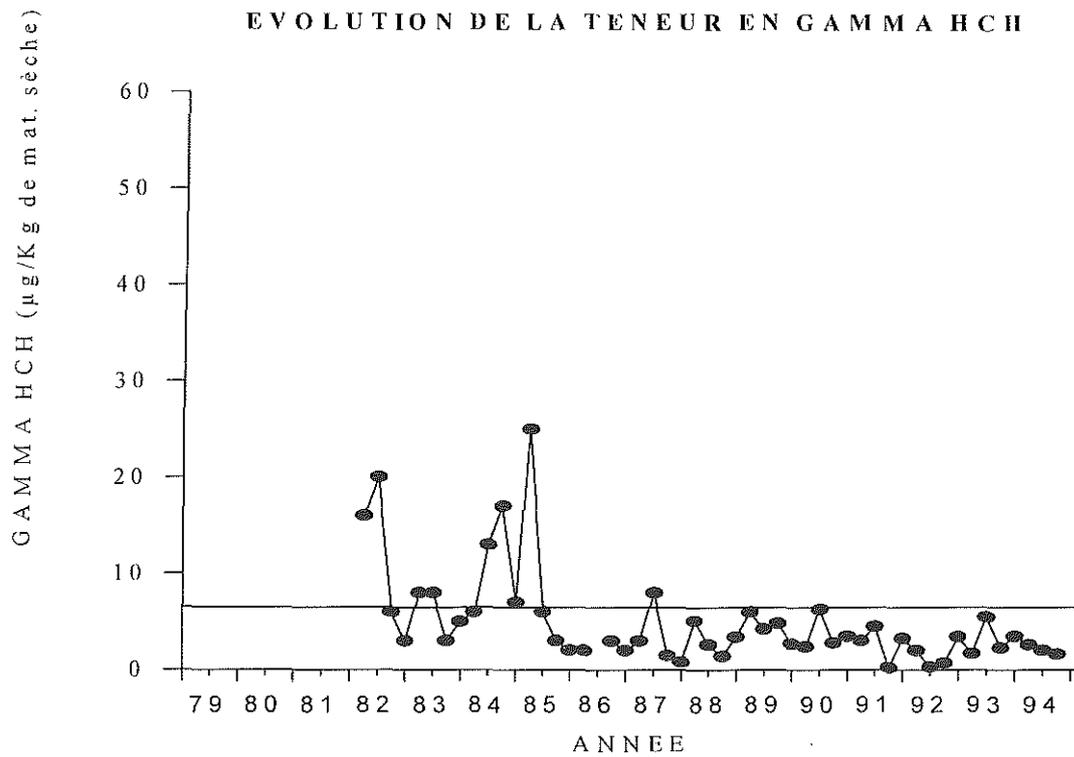
EVOLUTION DE LA TENEUR EN SOMME DES DD



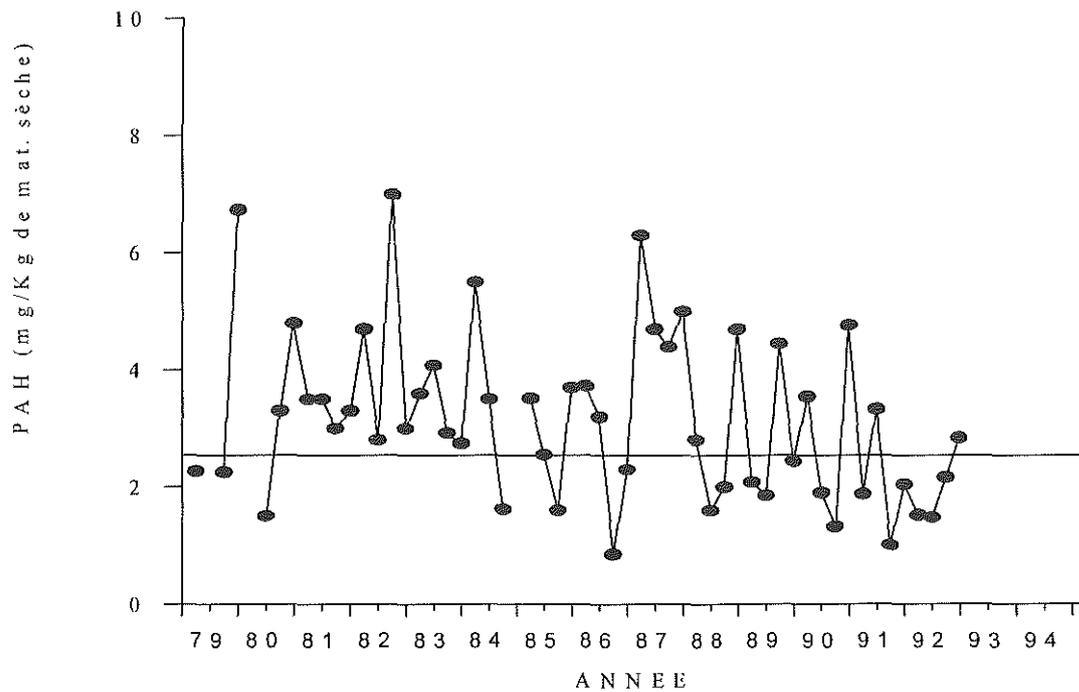
EVOLUTION DE LA TENEUR EN ALPHA HCH



EVOLUTION DE LA TENEUR EN GAMMA HCH



EVOLUTION DE LA TENEUR EN PAH

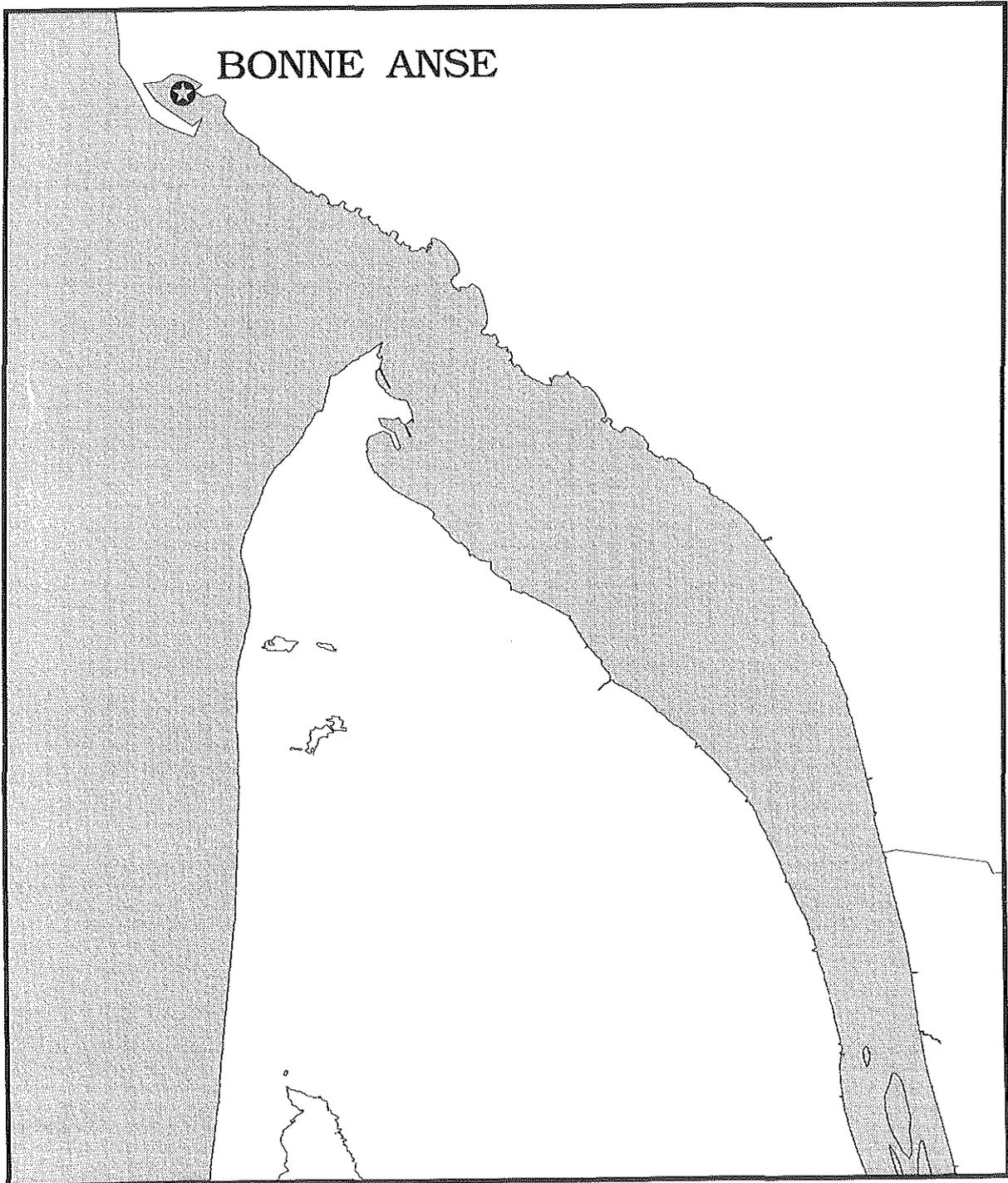


\*\* \*\* : Pas de résultat

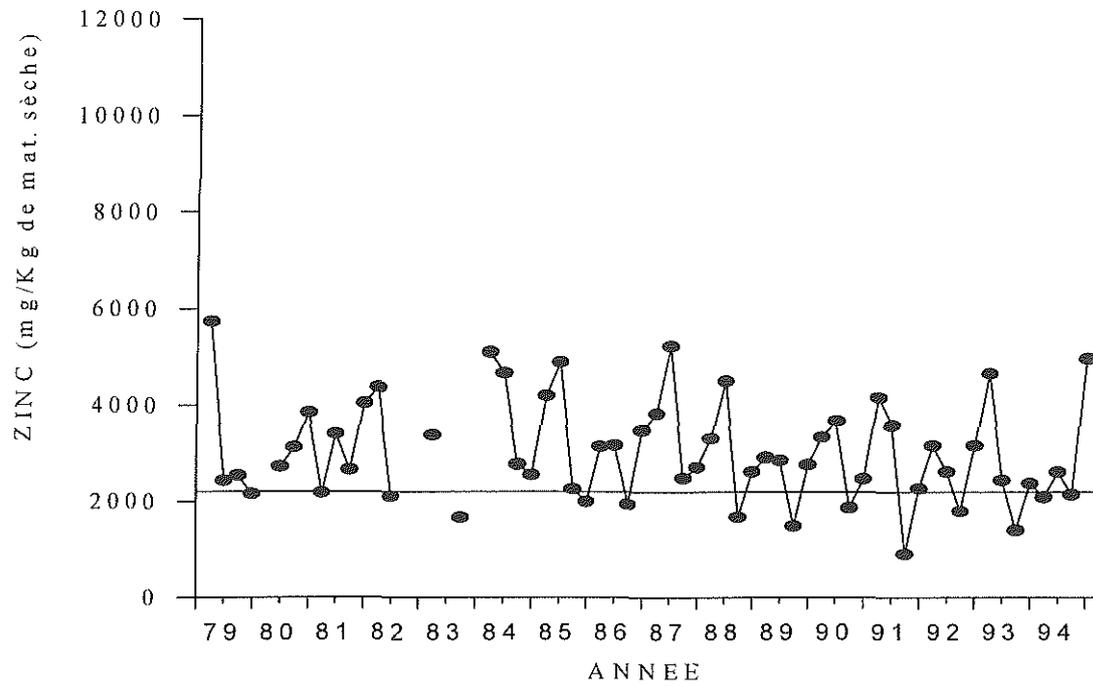
DATE	TAILLE	%MS	Zn	Cu	Hg	Cd	Pb	PCB	DDT	DDE	DDD	SDD	AHCH	GHCH	PAH
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
28/02/79	65	11	10093	1522,0	0,36	79,85	5,40	595,4	10,80	3,90	25,50	40,20	** **	** **	2,26
12/08/79	70	9	9994	1450,0	** **	96,30	1,90	** **	** **	9,70	92,50	** **	** **	** **	** **
08/10/79	72	14	3832	875,0	0,19	62,00	3,80	303,4	48,80	23,20	35,60	107,60	** **	** **	2,25
05/12/79	82	11	3853	1013,0	** **	96,50	1,80	397,0	21,80	14,60	25,70	62,10	** **	** **	6,73
28/05/80	76	23	4485	859,0	0,12	74,30	3,10	530,0	42,00	25,20	48,90	116,10	** **	** **	1,50
05/09/80	70	28	4047	** **	0,16	93,30	4,60	556,9	16,00	17,30	7,70	41,00	** **	** **	3,30
10/12/80	75	15	4065	993,0	0,17	68,40	3,20	326,0	28,80	10,70	43,80	83,30	** **	** **	4,80
23/02/81	50	9	4834	1150,0	0,15	83,70	4,50	417,0	33,20	54,40	15,70	103,30	** **	** **	3,50
05/05/81	75	10	5071	1143,0	0,17	116,50	2,80	451,0	48,60	56,00	6,40	111,00	** **	** **	3,50
04/08/81	75	11	4508	745,0	0,17	93,80	2,60	** **	29,00	13,00	32,00	74,00	** **	** **	3,00
29/10/81	70	9	4158	902,0	0,20	81,30	2,60	545,0	14,90	30,70	41,50	87,10	** **	** **	3,30
09/03/82	80	10	6356	1260,0	0,25	89,60	3,60	310,0	** **	29,00	82,00	** **	1,70	16,00	4,70
08/06/82	50	14	3685	685,0	0,13	61,30	1,40	694,0	43,00	22,00	77,00	142,00	3,00	20,00	2,80
23/08/82	60	11	2842	782,0	0,13	93,00	1,10	532,0	18,00	20,00	46,00	84,00	2,00	6,00	7,00
03/12/82	70	6	** **	** **	** **	** **	** **	569,0	12,00	70,00	29,00	111,00	** **	3,00	3,00
28/02/83	100	8	4196	967,0	0,19	85,40	2,20	849,0	27,00	105,00	44,00	176,00	1,00	8,00	3,60
14/06/83	60	13	** **	** **	** **	** **	** **	** **	37,00	21,00	54,00	112,00	5,00	8,00	4,08
06/09/83	70	11	4181	800,0	0,17	62,70	** **	632,0	18,00	35,00	31,00	84,00	** **	3,00	2,92
06/12/83	45	9	** **	** **	** **	** **	** **	729,0	19,00	57,00	** **	** **	1,00	5,00	2,74
21/02/84	83	14	8988	1543,0	0,21	** **	3,30	231,0	** **	13,00	15,00	** **	3,00	6,00	5,50
17/04/84	65	20	4246	765,0	0,13	75,70	1,60	677,0	** **	15,00	50,00	** **	3,00	13,00	3,50
29/08/84	73	24	3000	540,0	0,10	54,00	1,00	760,0	** **	95,00	** **	** **	2,70	17,00	1,82
26/10/84	60	18	4178	862,0	0,20	81,70	2,40	526,0	10,00	11,00	25,00	46,00	3,00	7,00	** **
22/02/85	63	14	8844	1748,0	0,23	** **	3,10	569,0	7,00	14,00	20,00	41,00	1,00	25,00	3,52
21/06/85	46	18	3091	606,5	0,13	52,60	1,80	714,0	21,00	11,00	30,00	62,00	** **	6,00	2,55
03/09/85	92	19	4163	718,0	0,16	78,60	2,60	425,0	4,00	8,00	25,00	37,00	2,00	3,00	1,60
15/11/85	96	**	4392	838,0	0,17	123,70	2,40	694,0	3,90	11,00	28,50	43,40	0,60	2,00	3,70
28/02/86	87	13	5176	1148,0	0,26	76,60	2,90	693,0	2,10	13,60	39,10	54,80	1,30	2,00	3,73
26/05/86	99	18	5654	882,0	0,18	76,20	2,10	533,0	7,10	9,70	41,90	58,70	0,50	** **	3,20
05/09/86	84	17	4986	790,2	0,18	80,20	2,40	718,0	7,80	10,00	35,20	53,00	0,60	3,00	0,85
17/11/86	72	15	6120	1210,0	0,27	91,40	3,00	911,0	2,90	11,00	23,80	37,70	0,80	2,00	2,30
02/03/87	89	13	8351	1709,0	0,37	129,10	3,40	823,0	7,40	12,90	26,00	46,30	0,80	3,00	6,30
26/05/87	94	17	4191	784,9	0,19	59,50	2,90	636,0	7,30	11,30	36,30	54,90	1,80	8,00	4,70
28/08/87	81	19	4404	792,5	0,15	62,80	1,90	533,0	6,90	9,80	21,00	37,70	0,40	1,50	4,40
23/11/87	106	15	5588	1111,0	0,17	84,80	3,20	391,0	1,50	6,50	14,60	22,60	0,20	0,80	5,00
22/02/88	107	14	6802	1504,0	0,24	107,80	3,30	466,0	2,80	12,00	16,20	31,00	1,20	5,10	2,80
03/06/88	73	15	7093	1259,0	0,24	82,40	3,40	550,0	7,10	11,90	29,20	48,20	0,30	2,60	1,60
30/08/88	98	23	3994	788,0	0,16	49,90	1,90	1110,0	5,40	39,40	103,00	147,80	0,40	1,40	2,00
30/12/88	93	16	5548	1105,0	0,25	66,50	2,30	1181,0	4,40	15,40	32,60	52,40	0,80	3,40	4,70
21/02/89	100	17	6259	1211,0	0,28	72,40	3,10	589,0	7,00	10,30	16,30	33,60	1,00	6,00	2,08
20/04/89	86	14	6955	1554,0	0,34	76,20	4,20	475,0	2,50	7,40	13,90	23,80	0,50	4,20	1,85
22/08/89	80	21	2442	576,2	0,12	51,60	1,90	621,0	15,60	15,10	45,30	76,00	0,60	4,80	4,45
16/10/89	83	18	4653	1047,0	0,21	76,20	2,00	596,0	2,70	10,80	27,20	40,70	0,70	2,70	2,44
05/02/90	75	17	6540	1574,0	0,22	95,20	3,80	317,0	2,20	6,50	7,80	16,50	0,70	2,40	3,55
25/04/90	97	17	6226	1475,0	0,12	78,00	3,90	448,0	3,10	6,40	11,60	21,10	0,70	6,30	1,90
27/08/90	80	23	1704	401,0	0,08	34,30	1,70	450,0	2,50	9,70	17,10	29,30	0,60	2,80	1,32
12/11/90	99	20	2986	733,7	0,15	67,50	2,60	755,0	2,90	15,80	22,80	41,50	1,20	3,50	4,77
14/01/91	84	19	3683	846,2	0,17	58,00	2,90	499,0	** **	** **	** **	** **	0,40	3,00	1,88
19/04/91	78	14	4991	1314,0	0,30	78,90	4,80	506,0	** **	** **	** **	** **	1,10	4,50	3,33
09/07/91	79	23	2551	630,5	0,14	38,60	2,10	386,0	** **	** **	** **	** **	0,20	0,20	1,01
18/11/91	91	19	2657	678,9	0,16	45,20	2,50	798,0	** **	** **	** **	** **	2,50	3,30	2,04
24/02/92	87	16	3011	793,7	0,14	68,40	3,20	627,0	** **	** **	** **	** **	1,00	2,00	1,52
14/05/92	89	15	4159	1111,0	0,23	75,60	3,80	480,0	** **	** **	** **	** **	0,70	0,30	1,48
27/07/92	83	20	3542	967,0	0,24	53,90	2,50	360,0	** **	** **	** **	** **	0,10	0,70	2,16
16/11/92	81	13	6392	1552,0	0,38	73,30	3,10	195,0	** **	** **	** **	** **	2,00	3,40	2,84
04/02/93	84	11	6898	1847,0	0,35	100,20	3,70	250,0	** **	** **	** **	** **	2,00	1,70	** **
06/05/93	81	19	4801	1327,3	0,33	51,70	4,30	370,0	** **	** **	** **	** **	1,20	5,50	** **
22/09/93	79	17	3031	804,4	0,16	42,30	2,50	465,0	** **	** **	** **	** **	1,40	2,30	** **
18/10/93	79	15	3854	976,2	0,20	37,88	2,10	585,0	** **	** **	** **	** **	2,80	3,50	** **
03/03/94	83	12	6353	1617,9	0,24	69,01	3,30	** **	** **	** **	** **	** **	1,10	2,60	** **
25/05/94	100	14	6476	1504,0	0,32	55,41	2,70	** **	** **	** **	** **	** **	0,50	2,00	** **
23/08/94	66	18	3931	921,5	0,15	41,54	2,00	** **	** **	** **	** **	** **	0,40	1,60	** **
moyenne			4807	1044,8	0,20	73,60	2,78	563,9	13,89	22,83	32,36	65,23	1,28	5,00	3,19
ecart type			1609	347,9	0,07	21,14	0,87	197,0	12,99	22,66	19,99	38,10	1,01	5,03	1,45

Tableau n°3 : Résultats de la Fosse (années 1979-1994)

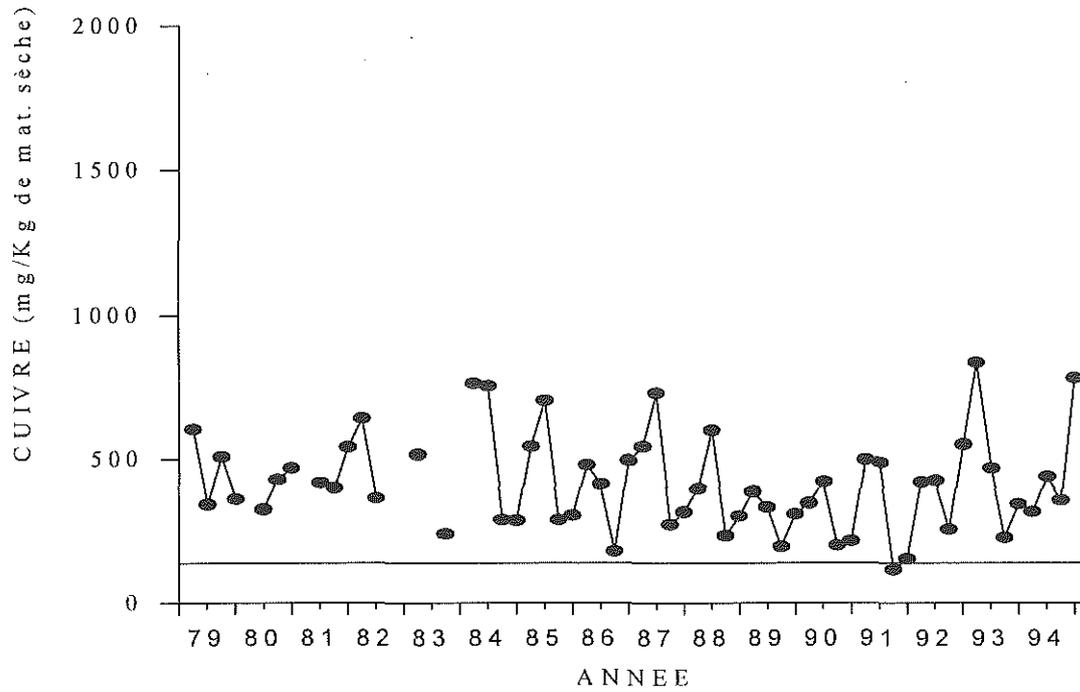
5.2 : BONNE ANSE



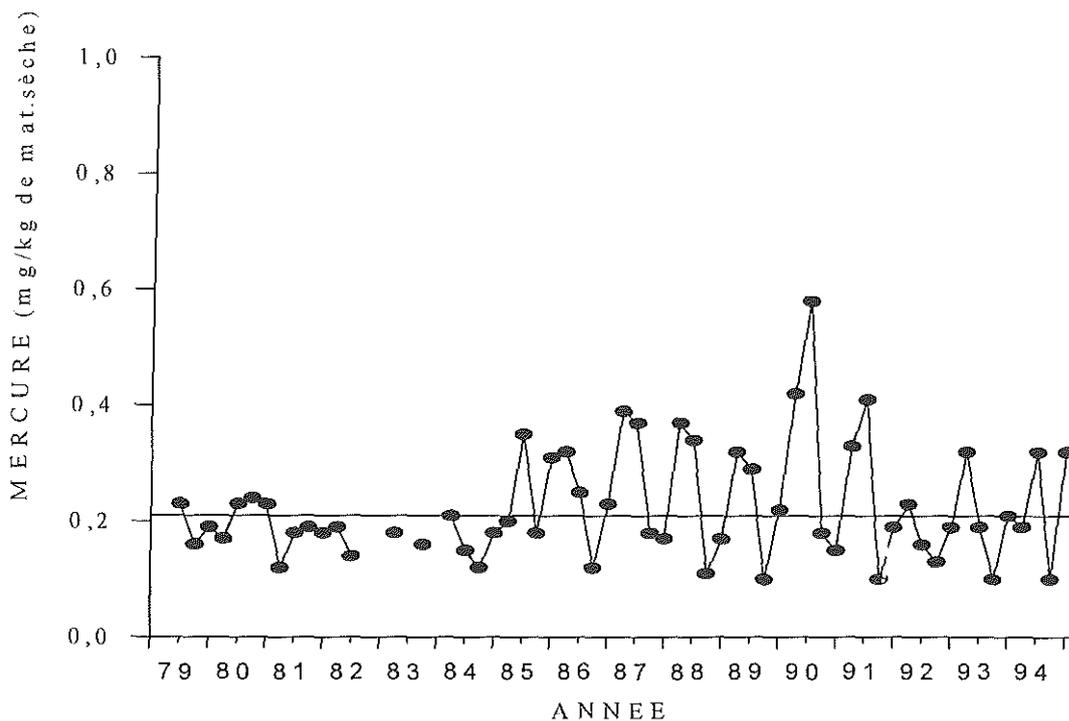
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN ZINC



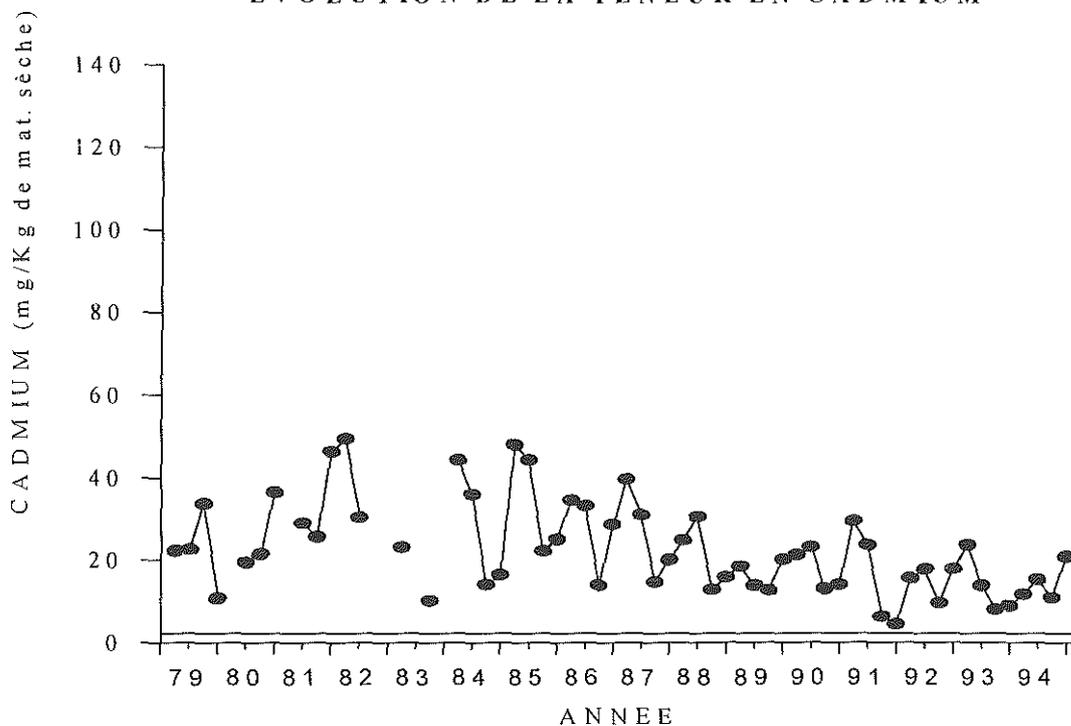
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN CUIVRE



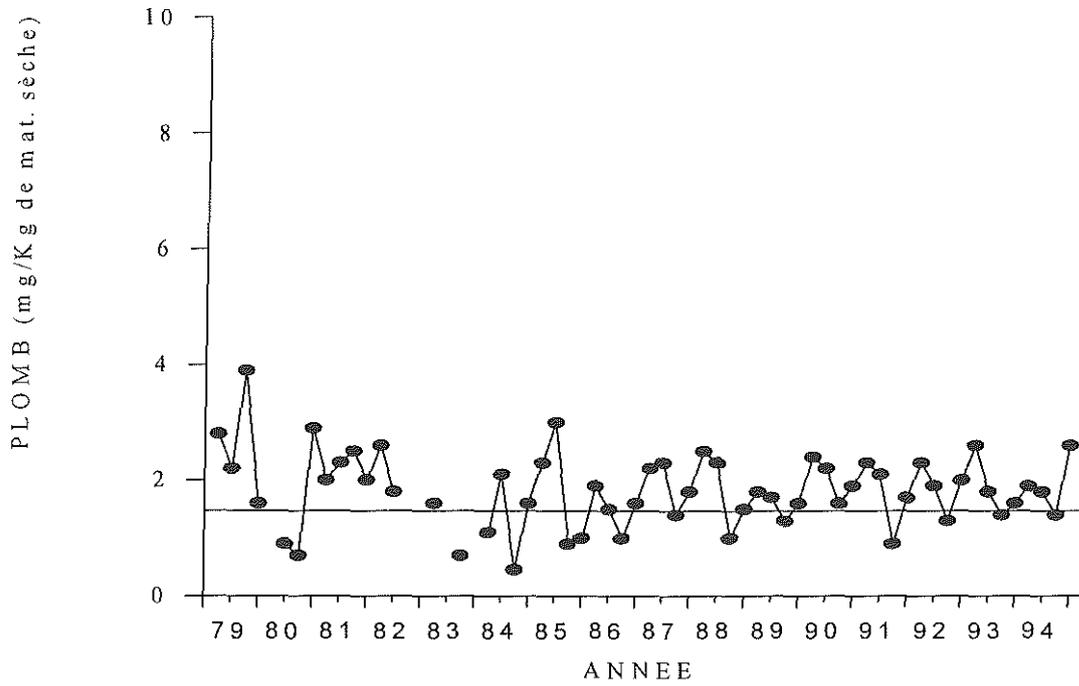
EVOLUTION DE LA TENEUR EN MERCURE



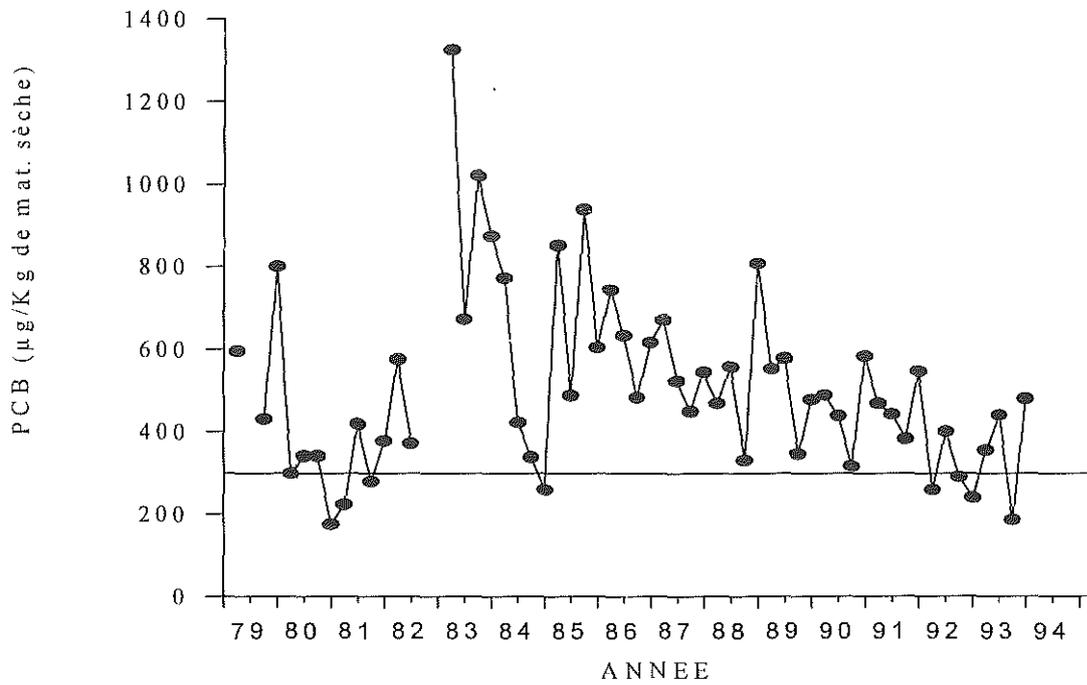
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CADMIUM

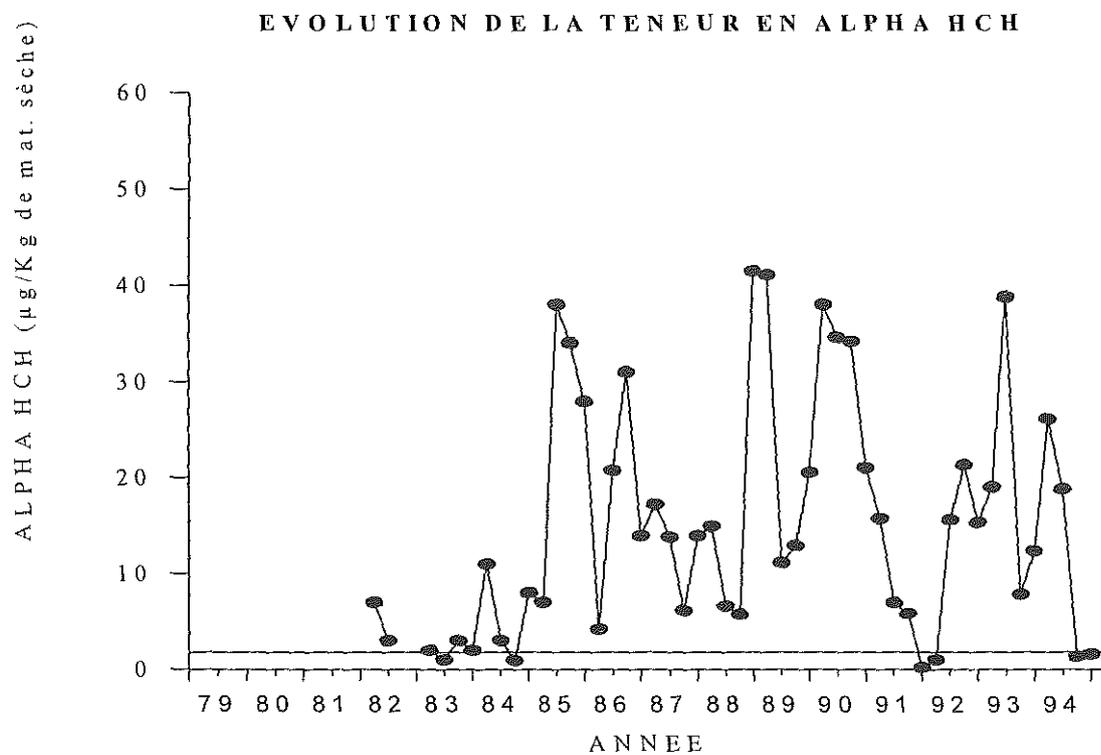
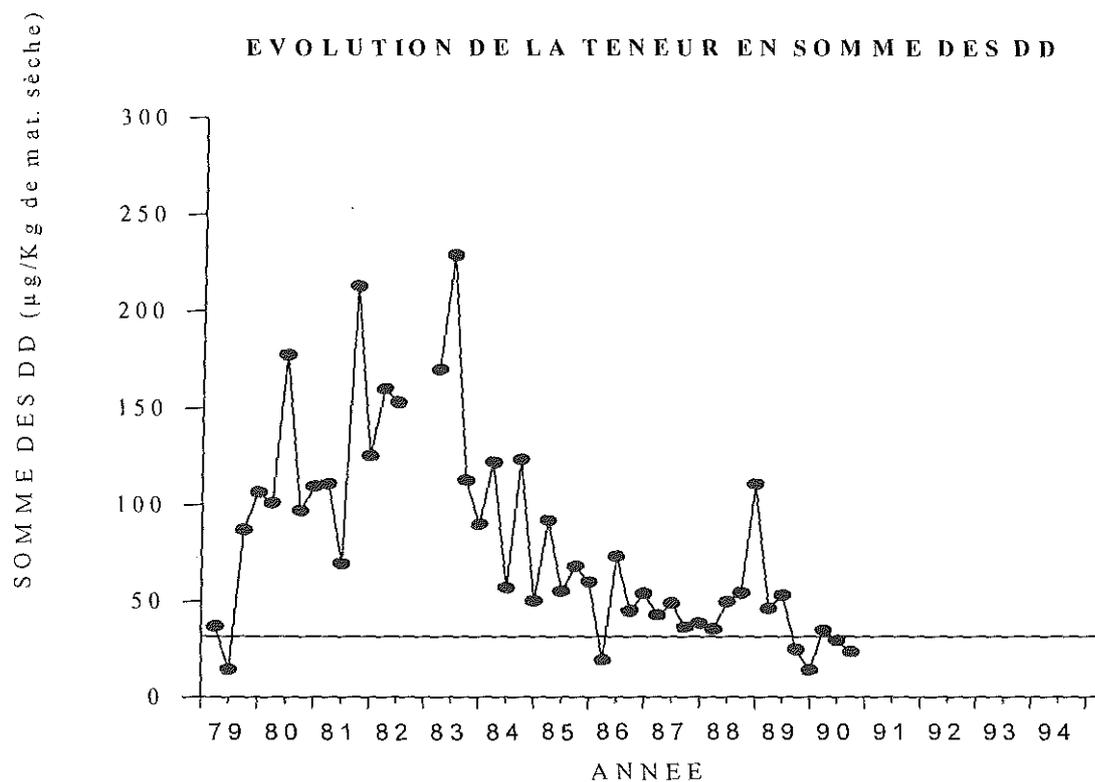


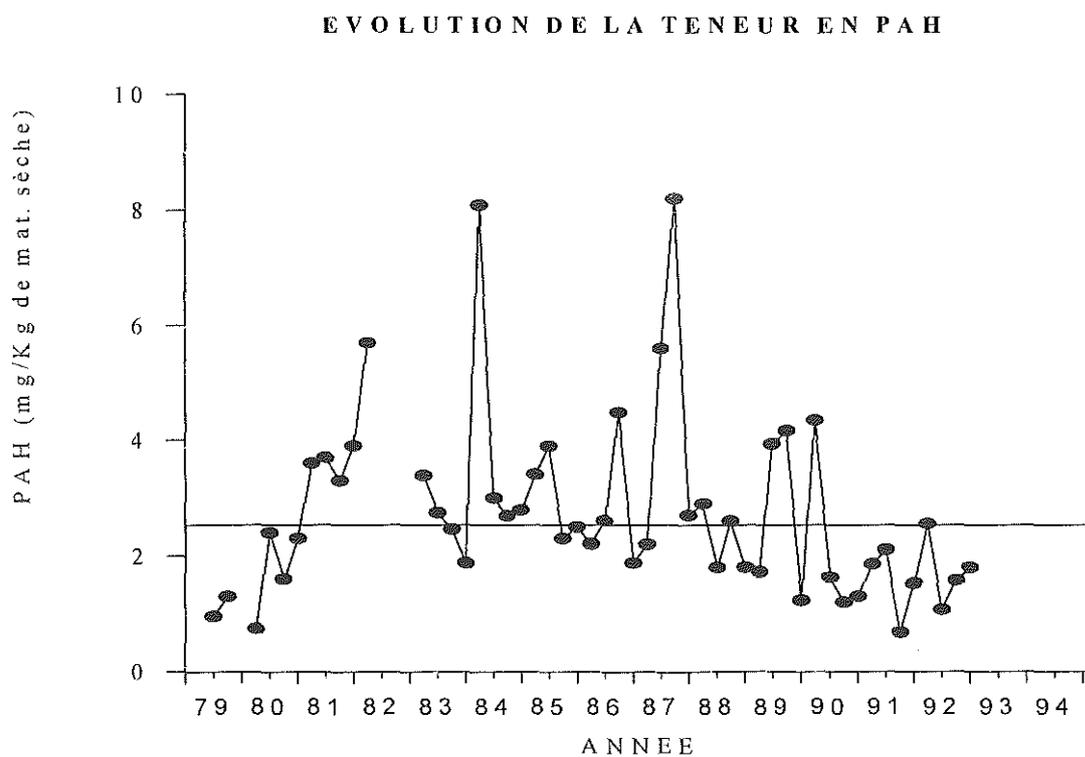
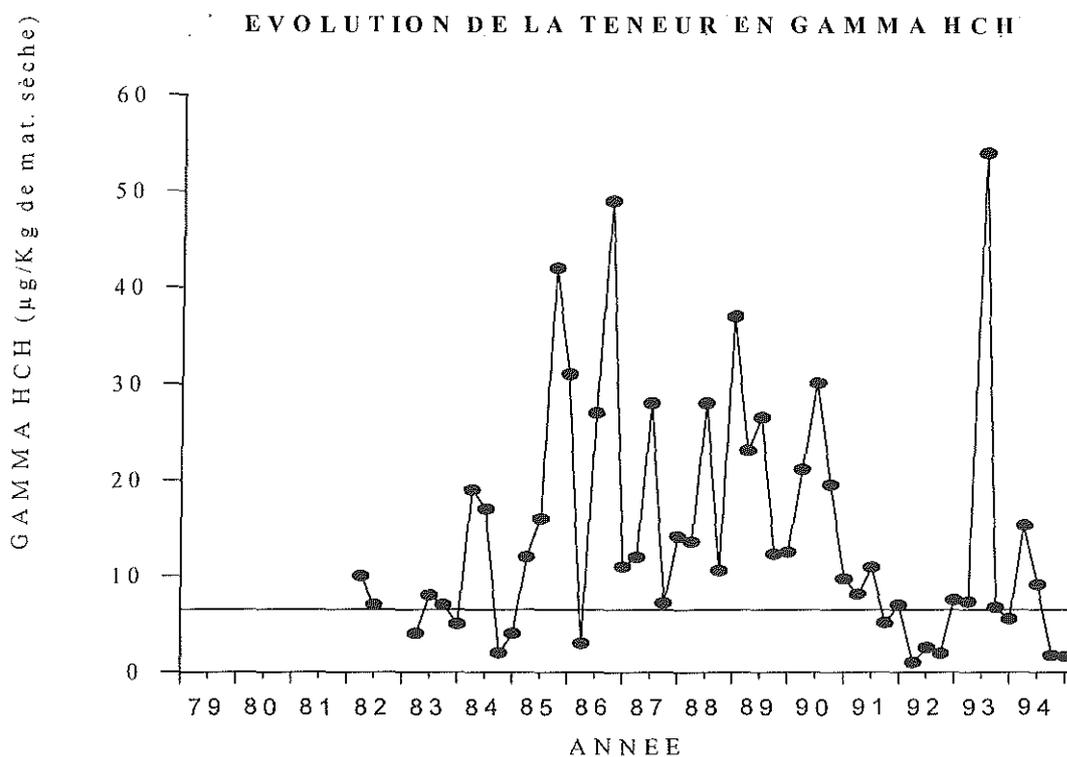
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN PLOMB



### EVOLUTION DE LA TENEUR EN PCB



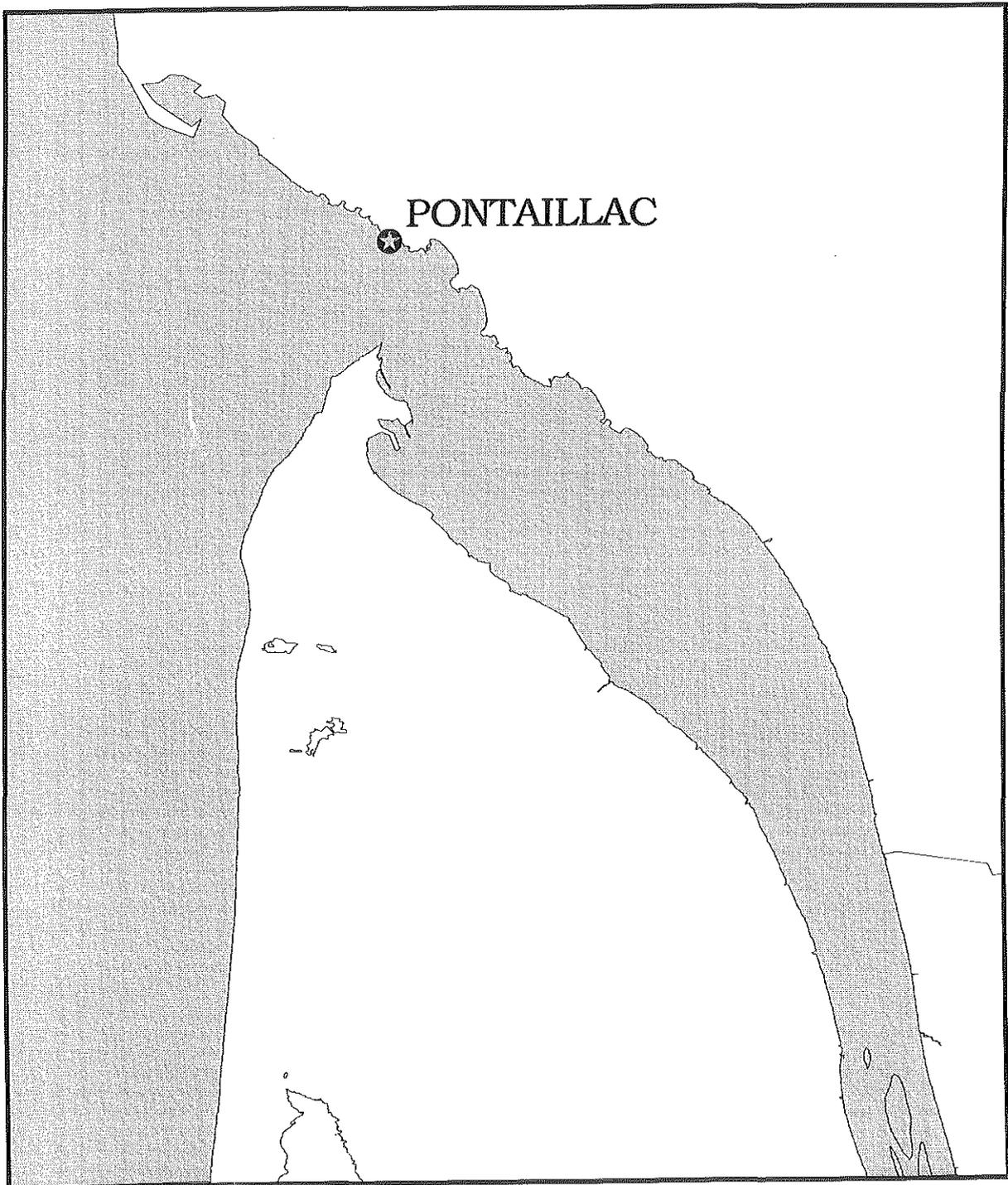




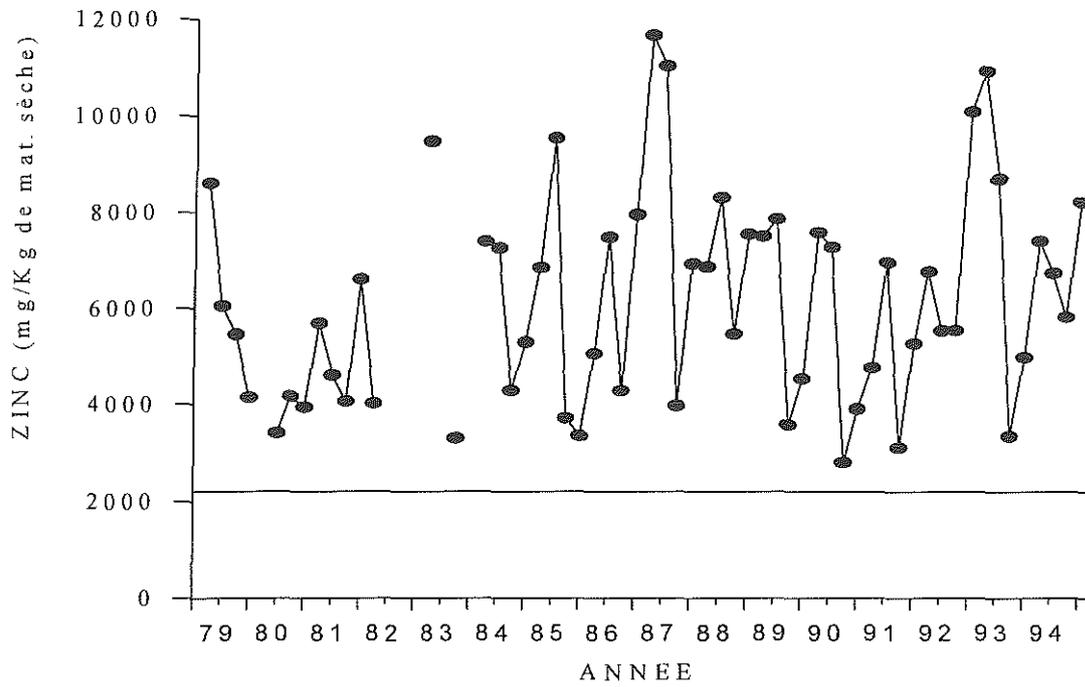
\*\*\* : Pas de résultat

DATE	TAILLE	%MS	Zn	Cu	Hg	Cd	Pb	PCB	DDT	DDD	DDE	SDD	AHCH	GHCH	PAH
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
12/04/79	95	12	5727,00	602,00	***	22,18	2,80	595,10	9,80	26,90	25,60	36,70	***	***	***
22/06/79	81	20	2440,00	342,00	0,23	22,60	2,20	***	5,30	9,00		14,30	***	***	0,96
26/09/79	90	13	2539,00	507,00	0,16	33,70	3,90	429,00	34,90	34,10	18,00	87,00	***	***	1,30
24/12/79	101	9	2153,00	361,00	0,19	10,70	1,60	799,40	24,70	65,60	16,30	106,60	***	***	***
20/03/80	45	7	***	***	0,17	***	***	297,00	40,60	32,20	28,20	101,00	***	***	0,75
06/05/80	130	10	2725,00	323,70	0,23	19,40	0,90	340,00	62,40	84,10	30,90	177,40	***	***	2,40
05/09/80	112	12	3125,00	428,00	0,24	21,40	0,70	340,00	42,50	42,50	12,00	97,00	***	***	1,60
01/12/80	105	10	3850,00	468,00	0,23	36,50	2,90	174,00	44,70	45,10	19,80	109,60	***	***	2,30
20/01/81	100	11	2180,00	***	0,12	***	2,00	223,00	11,60	31,40	67,90	110,90	***	***	3,60
24/06/81	110	13	3412,00	416,00	0,18	29,00	2,30	418,00	30,00	5,40	34,00	69,40	***	***	3,70
16/09/81	100	13	2659,00	397,50	0,19	25,60	2,50	279,00	91,10	99,40	22,40	212,90	***	***	3,30
01/12/81			4040,00	541,00	0,18	46,40	2,00	376,50	25,50	59,60	40,40	125,50	***	***	3,90
09/03/82	75	9	4372,00	641,00	0,19	49,50	2,60	575,00	59,00	68,00	33,00	160,00	7,00	10,00	5,70
20/07/82	85	13	2100,00	363,00	0,14	30,40	1,80	370,00	64,00	60,00	29,00	153,00	3,00	7,00	***
10/02/83	105	12	3381,00	514,60	0,18	23,10	1,60	1325,00	77,00	93,00		170,00	2,00	4,00	3,39
28/04/83	80	11	***	***	***	***	***	672,00	85,00	80,00	64,00	229,00	1,00	8,00	2,75
08/08/83	80	18	1660,00	239,00	0,16	10,20	0,70	1020,00	29,00	54,00	30,00	113,00	3,00	7,00	2,46
24/10/83	95	12	***	***	***	***	***	875,00	14,00	15,00	61,00	90,00	2,00	5,00	1,88
21/02/84	108	18	5093,00	763,00	0,21	44,40	1,10	772,00	50,00	47,00	25,00	122,00	11,00	19,00	8,10
17/04/84	103	15	4662,00	753,70	0,15	36,00	2,10	422,00	***	42,00	15,00	57,00	3,00	17,00	3,00
27/08/84	82	24	2775,00	287,00	0,12	14,00	0,45	337,00	19,30	56,40	47,90	123,60	0,90	2,00	2,69
27/11/84	97	18	2559,00	284,40	0,18	16,40	1,60	259,00	5,00	31,00	14,00	50,00	8,00	4,00	2,79
24/01/85	106	18	4198,00	542,60	0,20	48,00	2,30	852,00	23,00	43,00	26,00	92,00	7,00	12,00	3,41
22/04/85	104	17	4891,00	703,00	0,35	44,30	3,00	488,00	23,00	21,00	11,00	55,00	38,00	16,00	3,90
01/07/85	98	25	2264,00	286,60	0,18	22,10	0,90	939,00	15,00	41,00	12,00	68,00	34,00	42,00	2,30
29/10/85	106	25	2001,00	302,60	0,31	25,00	1,00	604,00	6,60	37,00	16,40	60,00	27,90	31,00	2,50
10/02/86	100	16	3140,00	477,60	0,32	34,60	1,90	744,00	3,00	***	16,30	19,30	4,20	3,00	2,21
26/05/86	104	23	3171,00	411,50	0,25	33,20	1,50	633,00	14,90	46,60	11,80	73,30	20,70	27,00	2,60
23/07/86	97	25	1948,00	178,10	0,12	13,90	1,00	483,00	5,40	30,80	8,70	44,90	31,00	49,00	4,49
03/11/86	95	23	3484,00	494,80	0,23	28,60	1,60	616,00	6,00	34,40	13,50	53,90	13,90	11,00	1,88
03/02/87	95	17	3825,00	542,30	0,39	39,70	2,20	671,00	7,80	22,90	12,00	42,70	17,20	12,00	2,20
13/04/87	102	20	5222,00	728,80	0,37	31,00	2,30	523,00	5,00	28,90	15,20	49,10	13,80	28,00	5,60
10/08/87	90	23	2485,00	271,50	0,18	14,60	1,40	449,00	6,70	22,10	7,80	36,60	6,10	7,20	8,20
26/10/87	93	19	2716,00	315,20	0,17	20,00	1,80	545,00	5,80	20,20	12,40	38,40	13,90	14,10	2,70
22/02/88	95	17	3317,00	396,50	0,37	24,70	2,50	468,00	5,10	16,90	13,50	36,50	14,90	13,60	2,90
17/05/88	111	19	4502,00	599,00	0,34	30,50	2,30	557,00	9,00	29,40	11,40	49,80	6,60	28,00	1,80
01/08/88	108	25	1672,00	232,30	0,11	12,80	1,00	330,00	5,60	39,60	9,00	54,20	5,70	10,60	2,60
24/10/88		25	2621,00	300,70	0,17	15,70	1,50	808,00	6,30	81,70	22,80	110,80	41,50	37,00	1,80
20/02/89	94	20	2922,00	386,00	0,32	18,40	1,80	553,00	7,00	21,20	17,80	46,00	41,10	23,10	1,73
11/04/89	103	21	2860,00	332,10	0,29	13,80	1,70	578,00	4,60	28,10	20,50	53,20	11,10	26,50	3,94
20/07/89	96	22	1494,00	193,00	0,10	12,60	1,30	346,00	2,30	16,30	6,10	24,70	12,90	12,30	4,17
17/10/89	96	22	2770,00	307,50	0,22	20,10	1,60	478,00	2,20	0,70	10,90	13,80	20,50	12,50	1,23
26/02/90	104	19	3348,00	345,80	0,42	21,20	2,40	489,00	4,30	15,70	14,70	34,70	38,00	21,10	4,35
23/04/90	106	21	3673,00	420,60	0,58	23,00	2,20	438,00	4,50	14,00	11,00	29,50	34,60	30,10	1,64
21/08/90	112	25	1871,00	199,10	0,18	13,00	1,60	316,00	3,10	12,20	8,30	23,60	34,20	19,50	1,20
05/11/90	118	22	2479,00	213,90	0,15	14,00	1,90	583,00	***	***	***	***	21,00	9,70	1,30
18/02/91	93	17	4151,00	497,00	0,33	29,40	2,30	468,00	***	***	***	***	15,70	8,10	1,86
13/05/91	109	18	3580,00	486,80	0,41	23,60	2,10	442,00	***	***	***	***	6,90	10,90	2,11
16/07/91	108	26	905,00	113,50	0,10	6,22	0,90	382,00	***	***	***	***	5,80	5,10	0,68
25/11/91	80	21	2277,00	151,70	0,19	4,40	1,70	546,00	***	***	***	***	0,20	7,00	1,53
02/01/92	105	20	3164,00	419,60	0,23	15,60	2,30	259,00	***	***	***	***	1,00	1,00	2,56
04/05/92	114	20	2621,00	424,40	0,16	17,80	1,90	400,00	***	***	***	***	15,60	2,50	1,07
03/08/92	116	21	1793,00	254,10	0,13	9,48	1,30	290,00	***	***	***	***	21,30	1,90	1,58
14/10/92	124	19	3173,00	550,80	0,19	17,80	2,00	240,00	***	***	***	***	15,30	7,50	1,80
09/02/93	110	19	4662,00	835,30	0,32	23,60	2,60	355,00	***	***	***	***	19,00	7,30	***
04/05/93	139	22	2447,00	467,50	0,19	13,80	1,80	440,00	***	***	***	***	38,80	54,00	***
03/08/93	145	26	1402,00	224,50	0,10	8,03	1,40	185,00	***	***	***	***	7,80	6,70	***
15/11/93	135	21	2382,00	342,80	0,21	8,89	1,60	480,00	***	***	***	***	12,30	5,50	***
09/02/94	136	19	2097,00	316,10	0,19	11,73	1,90	***	***	***	***	***	26,10	15,30	***
25/04/94	132	21	2619,00	438,50	0,32	15,31	1,80	***	***	***	***	***	18,80	9,10	***
25/07/94	148	22	2150,00	355,40	0,10	10,94	1,40	***	***	***	***	***	1,30	1,70	***
03/11/94	148	17	4976,00	782,30	0,32	20,80	2,60	***	***	***	***	***	1,60	1,60	***
moyenne			3029	415,1	0,22	22,48	1,83	506,6	22,8	38,76	21,94	80,6	15,16	14,49	2,75
ecart type			1066	168,1	0,10	11,08	0,64	221,2	24,2	23,86	14,95	52,6	12,43	12,41	1,59

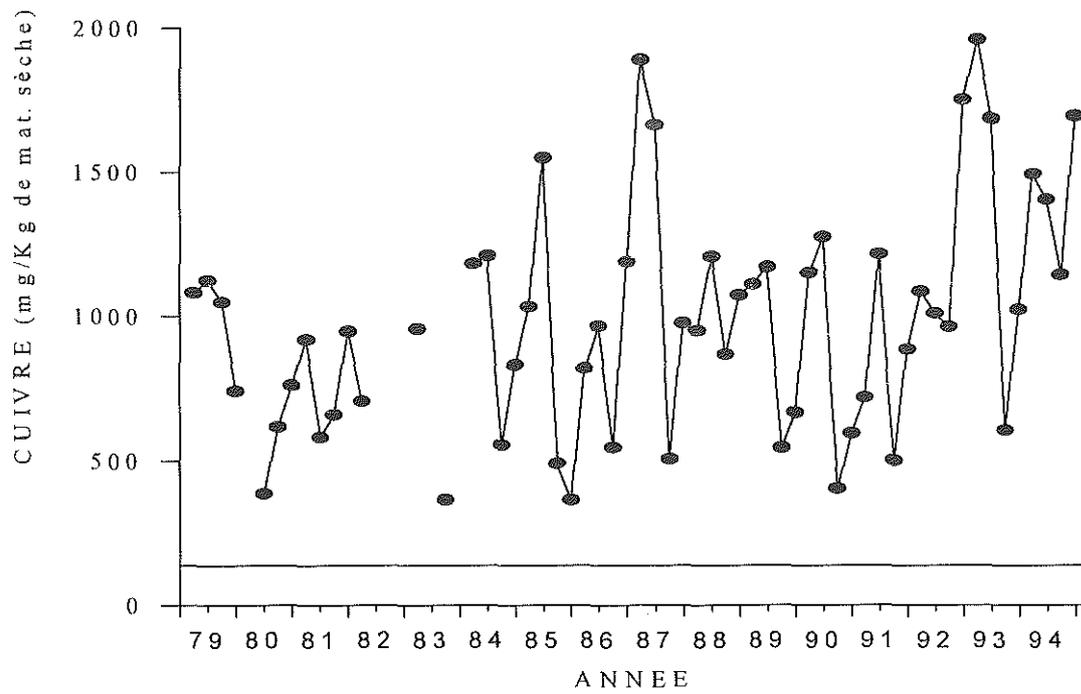
5.3 : PONTAILLAC



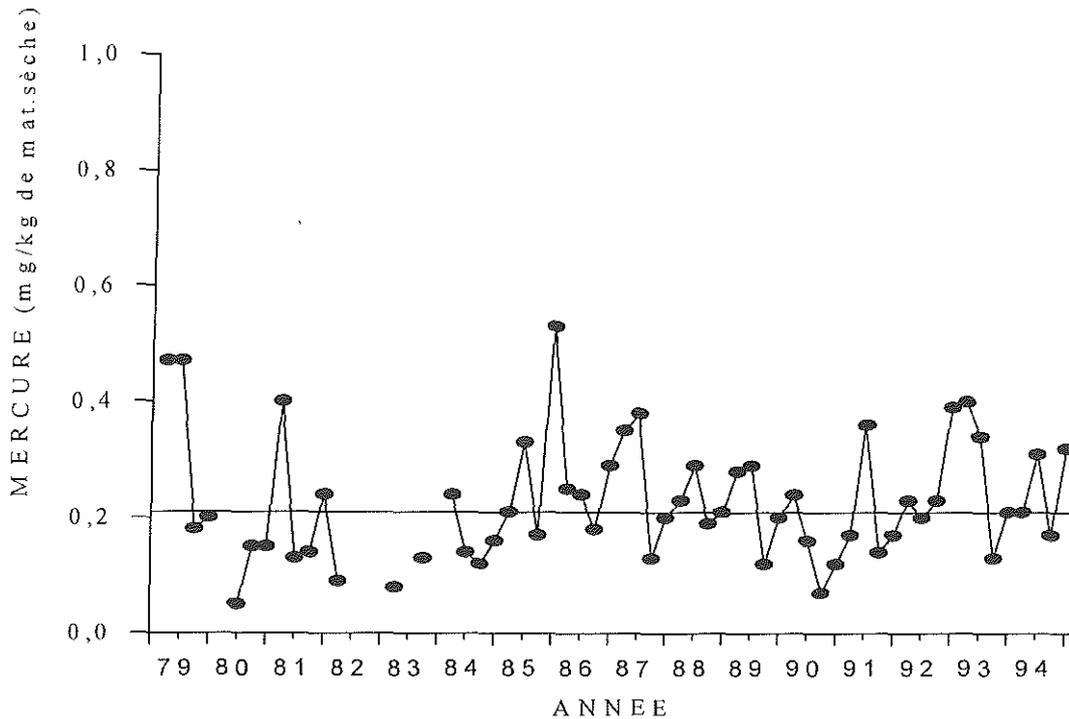
EVOLUTION DE LA TENEUR EN ZINC



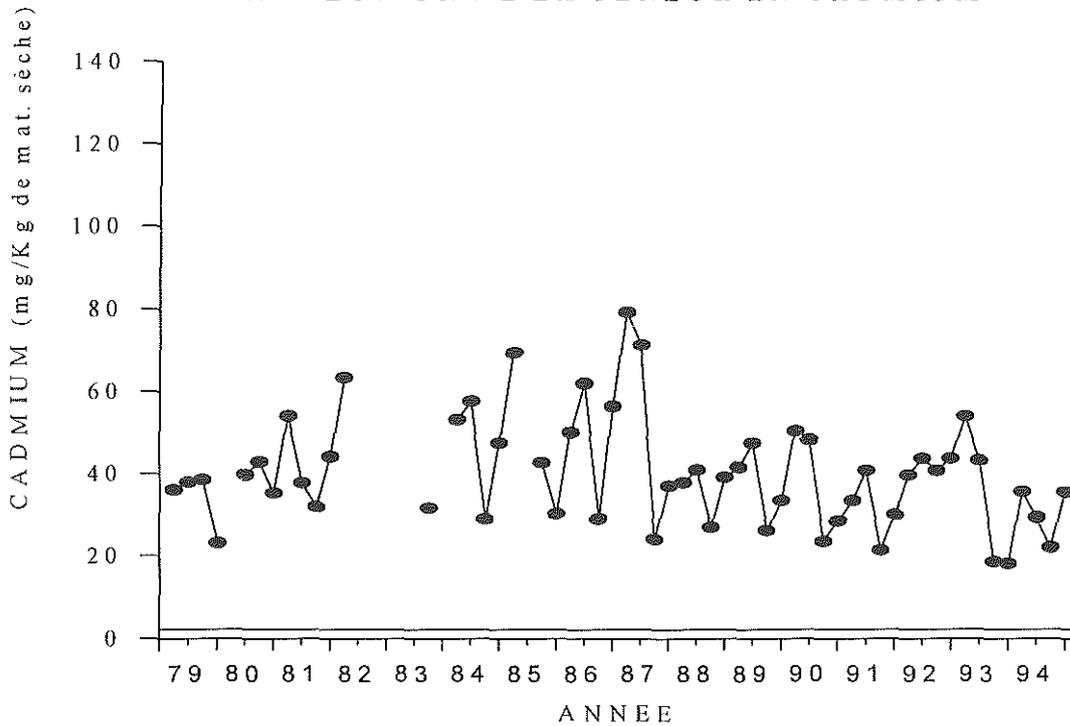
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CUIVRE



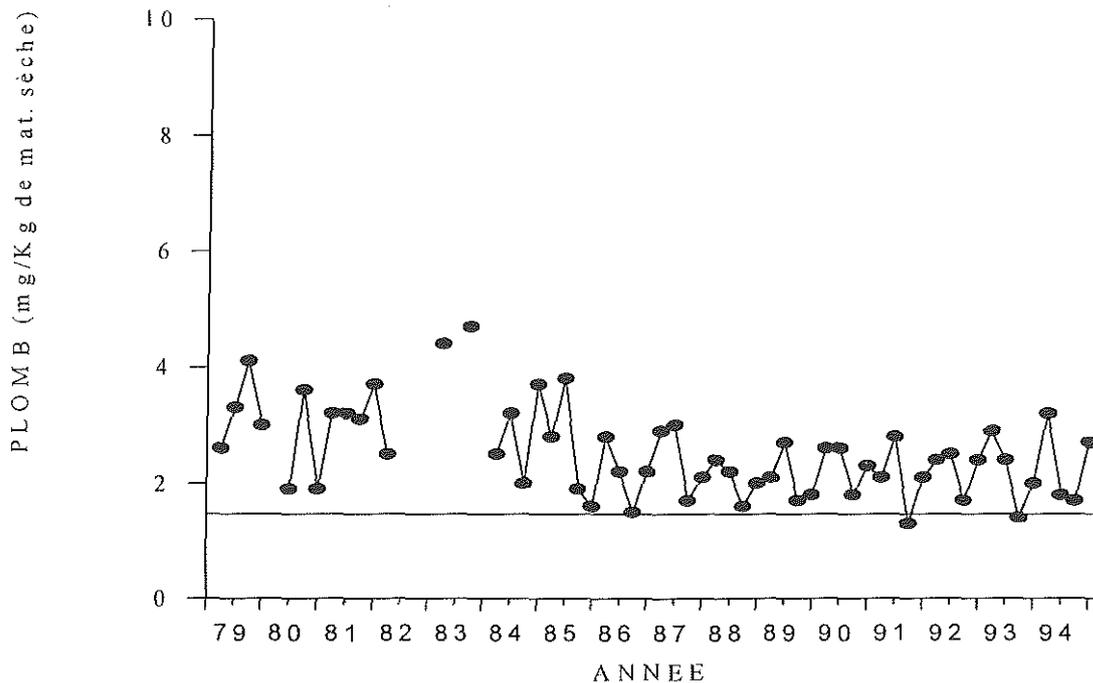
EVOLUTION DE LA TENEUR EN MERCURE



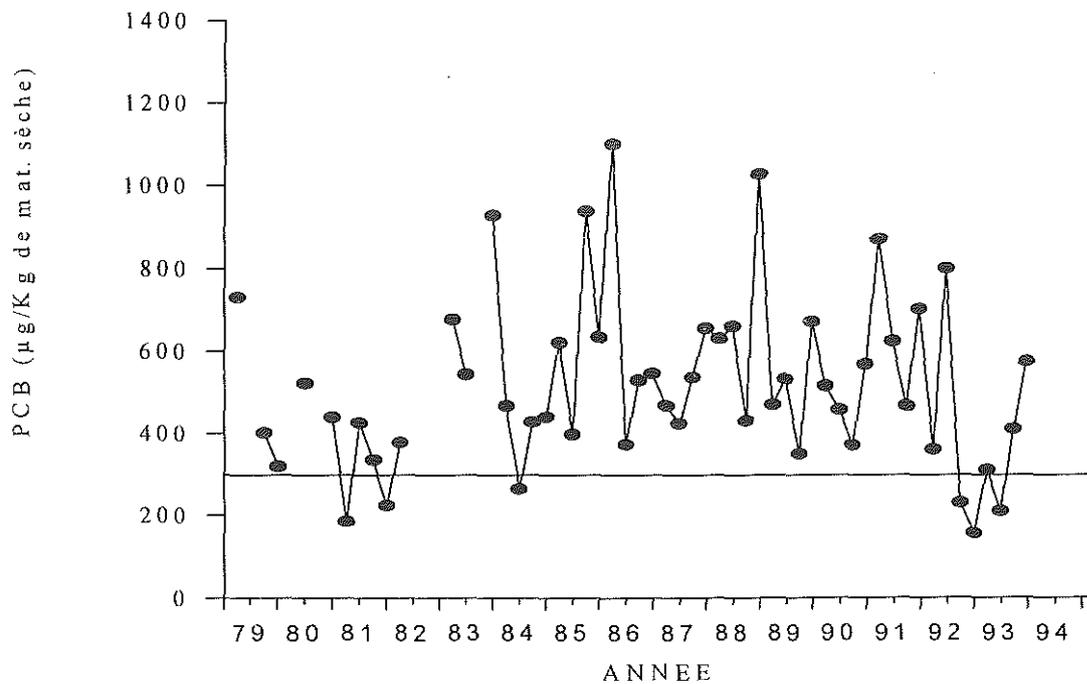
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CADMIUM



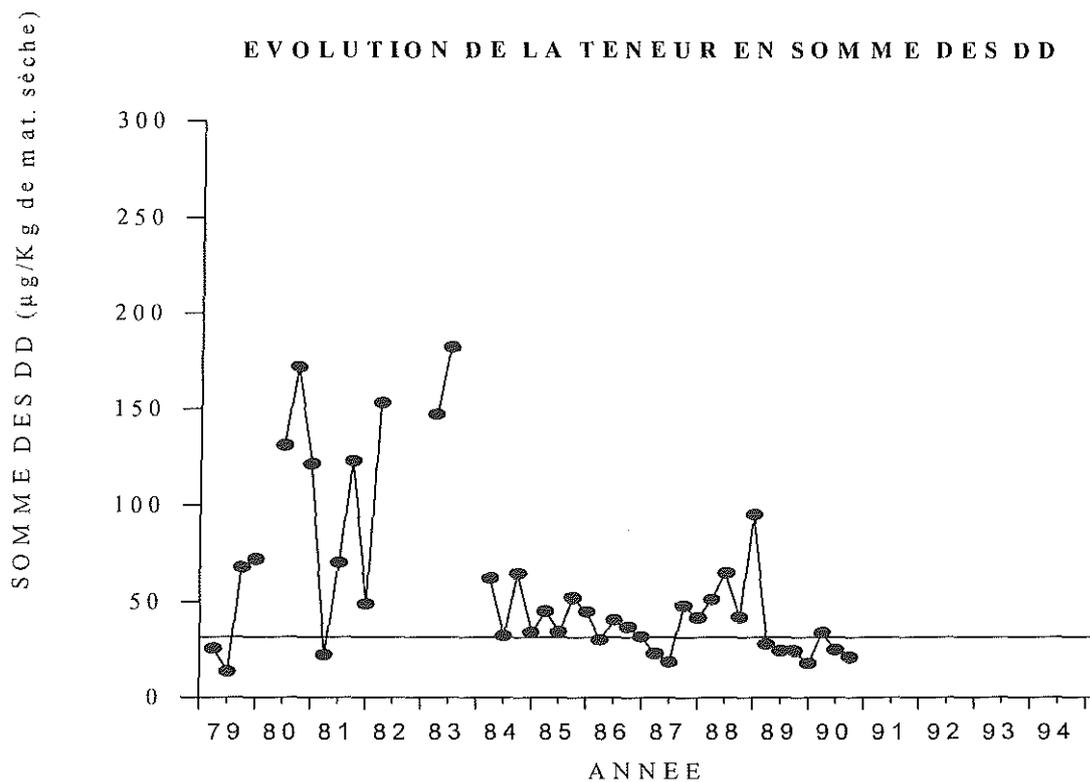
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN PLOMB



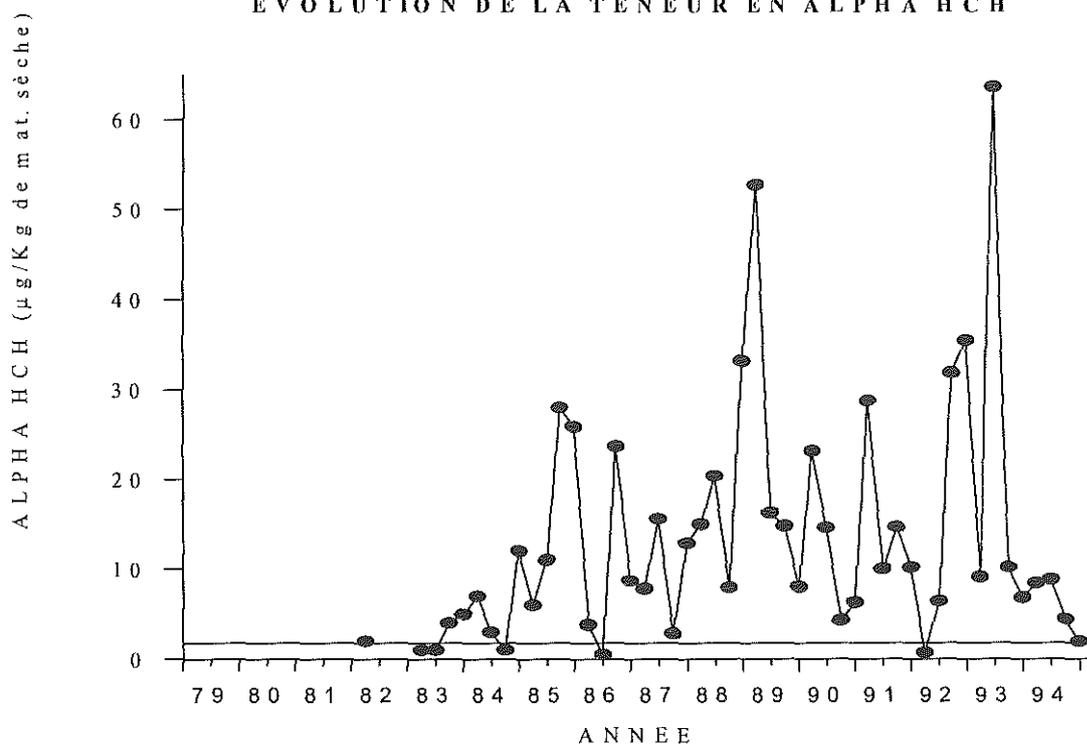
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN PCB



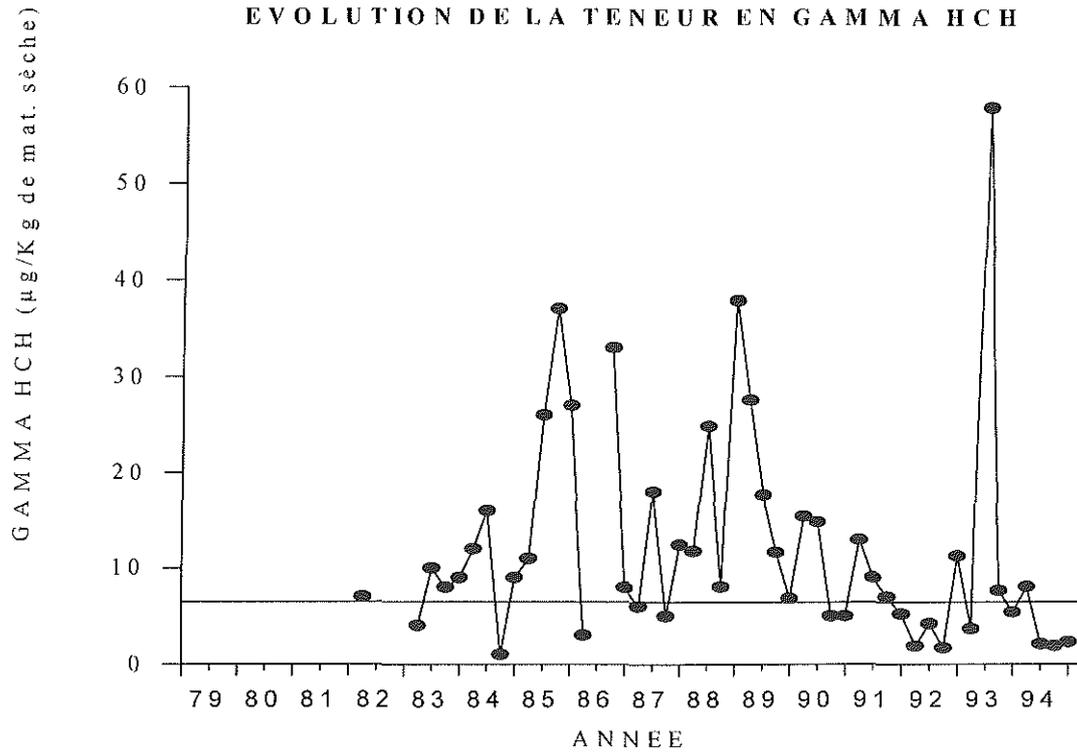
EVOLUTION DE LA TENEUR EN SOMME DES DD



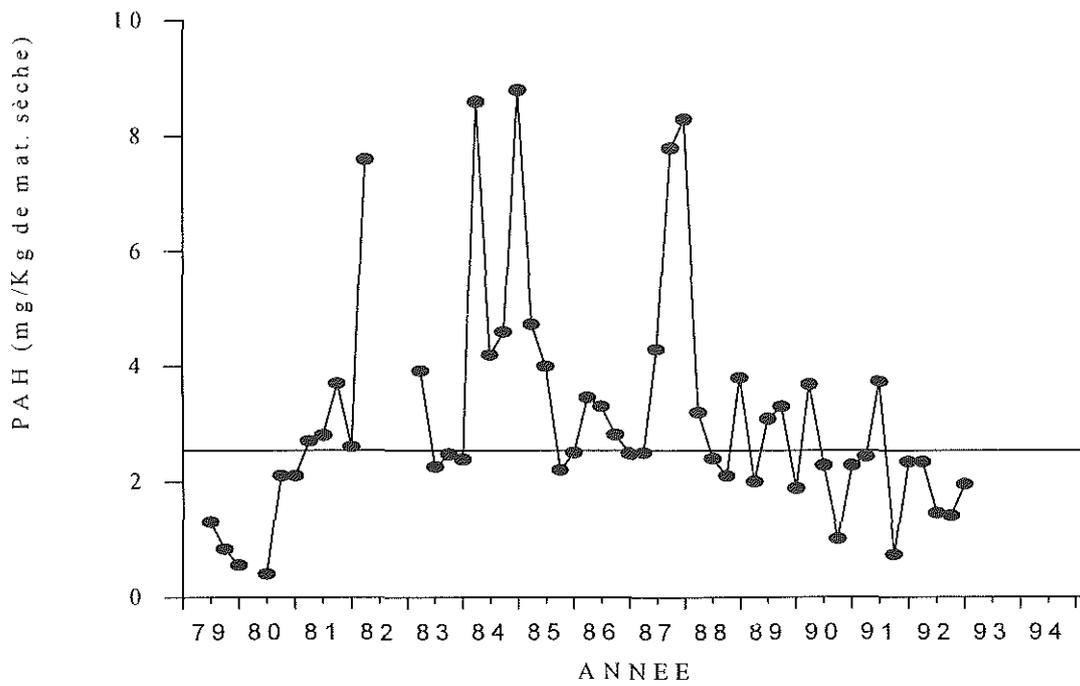
EVOLUTION DE LA TENEUR EN ALPHA HCH



EVOLUTION DE LA TENEUR EN GAMMA HCH

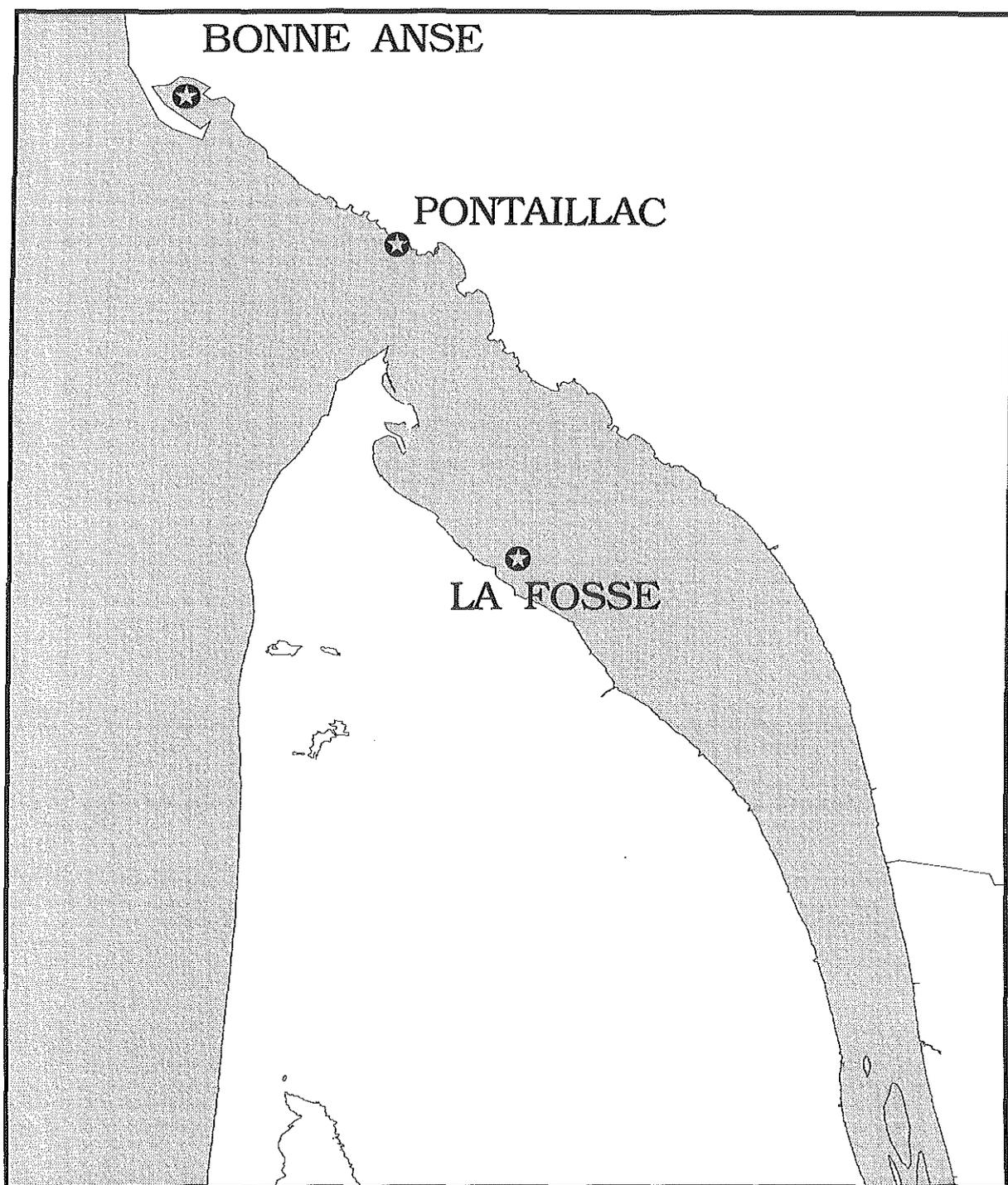


EVOLUTION DE LA TENEUR EN PAH

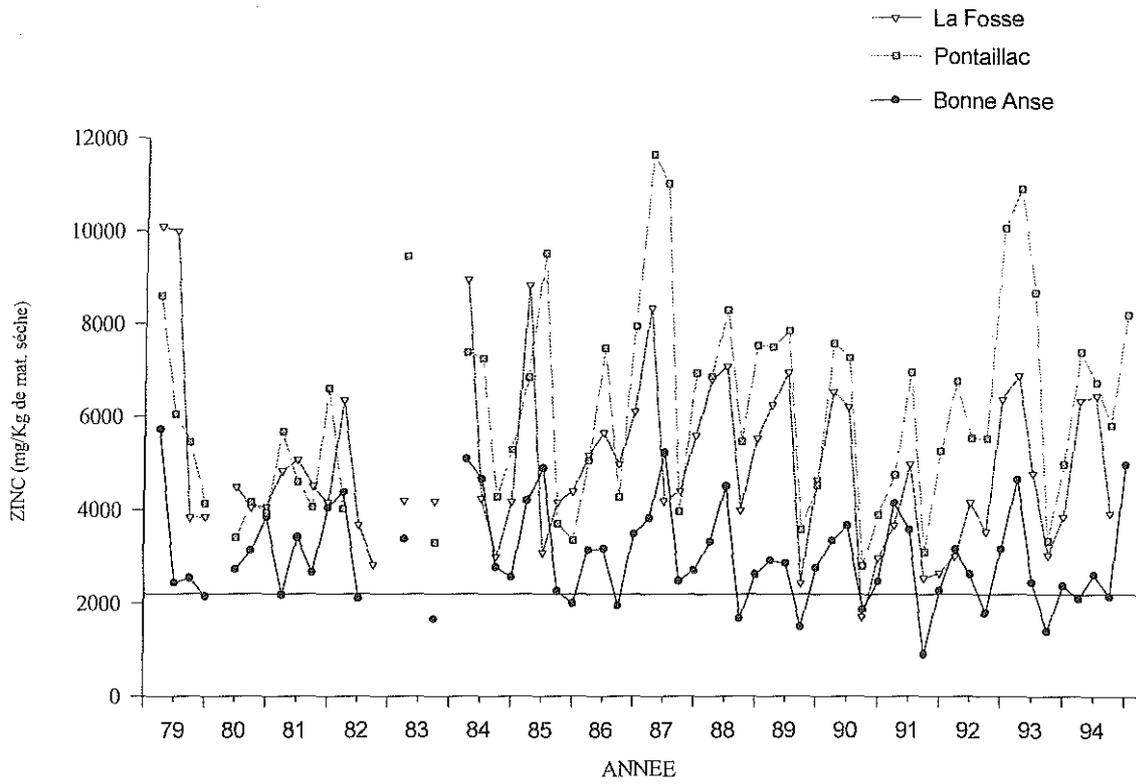


DATE	TAILLE	%MS	Zn	Cu	Hg	Cd	Pb	PCB	DDT	DDD	DDE	SDD	AHCH	GHCH	PAH
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg
12/04/79	70	15	8601,0	1081,0	0,47	36,05	2,60	730,80	***	25,50	28,00	25,50	***	***	***
22/06/79	70	16	6045,0	1123,0	0,47	37,90	3,30	***	7,00	6,50	***	13,50	***	***	1,30
26/09/79	55	17	5448,0	1048,0	0,18	38,50	4,10	401,00	24,70	30,00	13,10	67,80	***	***	0,83
24/12/79	63	17	4140,0	741,0	0,20	23,10	3,00	319,30	21,40	34,10	16,50	72,00	***	***	0,55
17/06/80	70	16	3402,0	386,1	0,05	39,70	1,90	522,00	54,60	59,90	16,30	130,80	***	***	0,40
05/09/80	50	13	4160,0	618,0	0,15	42,90	3,60	***	105,00	59,70	7,00	171,70	***	***	2,10
24/10/80	75	14	3935,0	761,0	0,15	35,20	1,90	439,00	36,10	71,70	13,40	121,20	***	***	2,10
20/01/81	75	10	5678,0	919,0	0,40	54,00	3,20	184,00	15,50	6,50	***	22,00	***	***	2,70
24/06/81	55	15	4603,0	582,0	0,13	37,80	3,20	426,00	29,50	3,60	37,00	70,10	***	***	2,80
16/09/81	70	14	4056,0	660,0	0,14	32,00	3,10	335,00	94,30	***	28,70	123,00	***	***	3,70
25/11/81		**	6597,0	947,0	0,24	44,20	3,70	223,00	7,10	29,70	12,00	48,80	***	***	2,60
02/07/82	55	12	4020,0	706,0	0,09	63,40	2,50	378,00	40,00	54,00	59,00	153,00	2,00	7,00	7,60
17/03/83	60	12	9460,0	956,0	0,08	***	4,40	677,00	21,00	37,00	89,00	147,00	1,00	4,00	3,92
28/04/83	50	12	***	***	***	***	***	543,00	62,00	56,00	64,00	182,00	1,00	10,00	2,25
08/08/83	50	17	3300,0	365,0	0,13	31,70	4,70	***	26,00	37,00	28,00	***	4,00	8,00	2,47
24/10/83	70	13	***	***	***	***	***	928,00	20,00	23,00	28,00	***	5,00	9,00	2,38
20/02/84	71	17	7388,0	1182,0	0,24	53,20	2,50	467,00	24,00	20,00	18,00	62,00	7,00	12,00	8,60
17/04/84	62	10	7256,0	1208,0	0,14	57,60	3,20	264,00	***	20,00	12,00	32,00	3,00	16,00	4,20
27/08/84	73	22	4285,0	555,0	0,12	29,00	2,00	427,00	8,10	29,50	26,90	64,50	1,00	1,00	4,60
27/11/84	63	17	5289,0	831,4	0,16	47,60	3,70	440,00	5,00	18,00	11,00	34,00	12,00	9,00	8,80
21/01/85	71	16	6840,0	1033,0	0,21	69,50	2,80	621,00	8,00	22,00	15,00	45,00	6,00	11,00	4,73
22/04/85	70	17	9529,0	1549,0	0,33	***	3,80	397,00	16,00	10,00	8,00	34,00	11,00	26,00	4,00
01/07/85	80	23	3707,0	490,9	0,17	42,70	1,90	937,00	8,00	34,00	10,00	52,00	28,00	37,00	2,20
15/10/85	126	23	3352,0	364,8	0,53	30,30	1,60	635,00	5,30	26,30	13,20	44,80	25,90	27,00	2,50
10/02/86	86	17	5059,0	818,5	0,25	50,10	2,80	1101,00	12,10	***	17,90	30,00	3,80	3,00	3,45
28/05/86	107	23	7482,0	965,0	0,24	62,10	2,20	373,00	4,50	28,90	7,10	40,50	0,50	***	3,30
23/07/86	66	24	4277,0	545,4	0,18	29,10	1,50	529,00	3,80	25,80	7,20	36,80	23,70	33,00	2,81
03/11/86	89	20	7955,0	1188,0	0,29	56,50	2,20	545,00	2,60	19,90	9,30	31,80	8,70	8,00	2,48
02/02/87	68	18	11651,0	1891,0	0,35	79,30	2,90	468,00	6,90	10,10	5,90	22,90	7,80	6,00	2,50
13/04/87	96	19	11025,0	1663,0	0,38	71,40	3,00	424,00	3,10	10,20	5,10	18,40	15,60	18,00	4,30
10/08/87	84	24	3968,0	505,5	0,13	24,10	1,70	536,00	7,80	28,30	11,60	47,70	2,80	5,00	7,80
26/10/87	74	20	6932,0	976,0	0,20	37,10	2,10	655,00	7,20	20,50	13,90	41,60	12,90	12,50	8,30
22/02/88	90	19	6872,0	950,3	0,23	37,90	2,40	631,00	17,90	18,60	14,70	51,20	15,00	11,80	3,20
17/05/88	76	20	8307,0	1206,0	0,29	41,00	2,20	660,00	11,60	41,50	11,80	64,90	20,40	24,90	2,40
01/08/88	85	23	5469,0	867,5	0,19	27,00	1,60	430,00	4,70	26,70	10,30	41,70	7,90	8,10	2,10
24/10/88	87	21	7552,0	1073,0	0,21	39,20	2,00	1027,00	3,60	64,00	27,50	95,10	33,20	37,90	3,80
20/02/89	80	18	7509,0	1111,0	0,28	41,60	2,10	469,00	0,80	15,20	11,80	27,80	52,80	27,60	2,00
10/04/89	86	19	7868,0	1169,0	0,29	47,50	2,70	532,00	1,60	12,30	10,30	24,20	16,30	17,70	3,08
20/07/89	91	20	3580,0	544,8	0,12	26,20	1,70	349,00	3,50	14,60	6,20	24,30	14,80	11,70	3,30
16/10/89	81	22	4532,0	667,0	0,20	33,60	1,80	672,00	2,90	0,70	14,00	17,60	8,00	6,90	1,88
26/02/90	83	19	7591,0	1151,0	0,24	50,50	2,60	515,00	2,60	17,10	14,20	33,90	23,20	15,50	3,68
23/04/90	72	21	7281,0	1274,0	0,16	48,40	2,60	457,00	2,30	12,80	9,60	24,70	14,60	14,90	2,28
21/08/90	73	26	2801,0	403,0	0,07	23,60	1,80	371,00	3,10	11,40	6,40	20,90	4,30	5,00	1,01
05/11/90	90	23	3903,0	595,1	0,12	28,60	2,30	568,00	21,00	23,40	87,60	132,00	6,30	5,00	2,28
18/02/91	75	22	4759,0	719,1	0,17	33,50	2,10	871,00	***	***	***	***	28,80	13,00	2,43
13/05/91	80	20	6962,0	1214,0	0,36	40,80	2,80	624,00	***	***	***	***	10,00	9,10	3,73
15/07/91	106	23	3108,0	501,2	0,14	21,40	1,30	467,00	***	***	***	***	14,70	7,00	0,73
25/11/91	101	19	5270,0	885,2	0,17	30,10	2,10	702,00	***	***	***	***	10,20	5,20	2,34
20/01/92	93	16	6778,0	1085,0	0,23	39,80	2,40	360,00	***	***	***	***	0,70	1,90	2,34
04/05/92	88	20	5542,0	1010,0	0,20	43,80	2,50	800,00	***	***	***	***	6,40	4,20	1,45
03/08/92	96	20	5547,0	963,1	0,23	40,90	1,70	230,00	***	***	***	***	31,90	1,70	1,41
12/10/92	88	18	10090,0	1753,0	0,39	43,80	2,40	155,00	***	***	***	***	35,50	11,30	1,95
09/02/93	86	19	10928,0	1962,0	0,40	54,10	2,90	310,00	***	***	***	***	9,10	3,70	***
04/05/93	102	19	8700,0	1686,8	0,34	43,30	2,40	210,00	***	***	***	***	63,70	57,90	***
03/08/93	83	24	3341,0	605,9	0,13	18,60	1,40	410,00	***	***	***	***	10,20	7,70	***
15/11/93	90	17	4985,0	1023,5	0,21	18,18	2,00	575,00	***	***	***	***	6,80	5,40	***
09/02/94	87	15	7410,0	1495,0	0,21	35,72	3,20	***	***	***	***	***	8,40	8,10	***
25/04/94	82	18	6751,0	1406,3	0,31	29,42	1,80	***	***	***	***	***	8,80	2,10	***
25/07/94	79	**	5831,0	1143,0	0,17	22,11	1,70	***	***	***	***	***	4,40	1,90	***
03/11/94	81	17	8223,0	1696,0	0,32	35,60	2,70	***	***	***	***	***	1,90	2,30	***
moyenne	78,6	18,3	6154,0	979,7	0,2	40,2	2,5	515,5	18,1	26,57	20,39	60,6	13,29	12,33	3,13
ecart type	15,1	3,7	2196,6	396,0	0,1	13,4	0,8	209,1	23,2	17,11	19,84	45,8	13,17	11,43	1,98

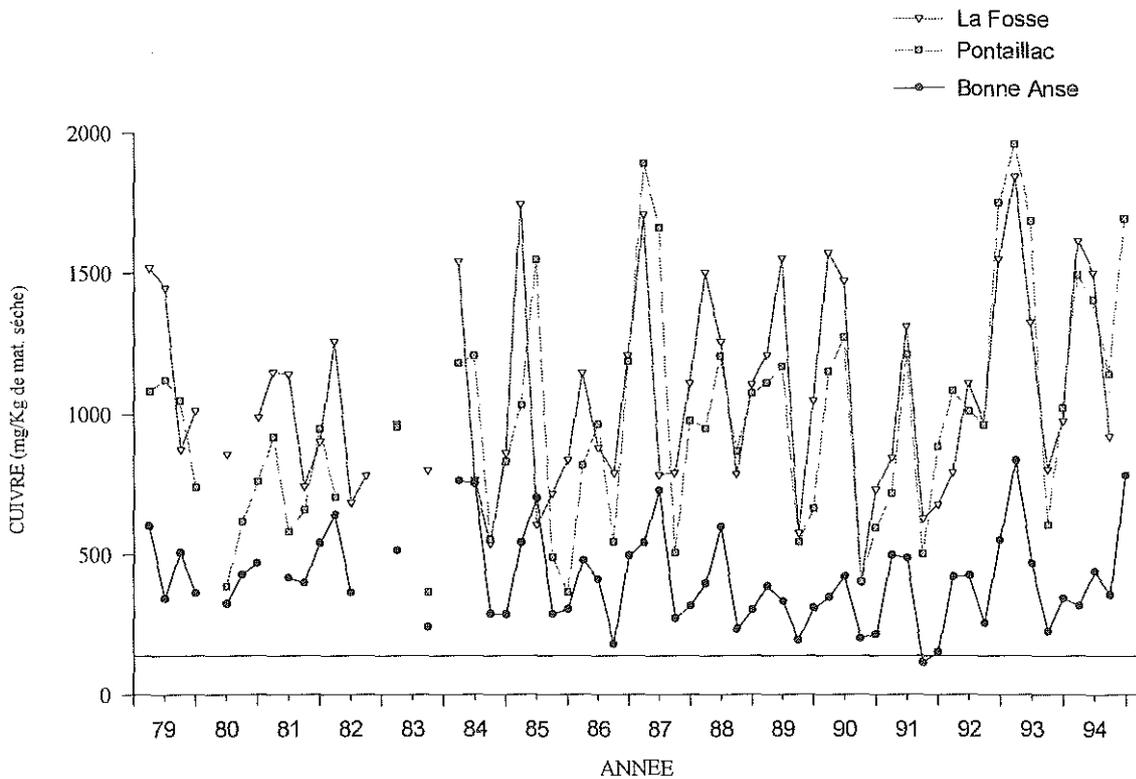
5.4 : ESTUAIRE DE LA GIRONDE



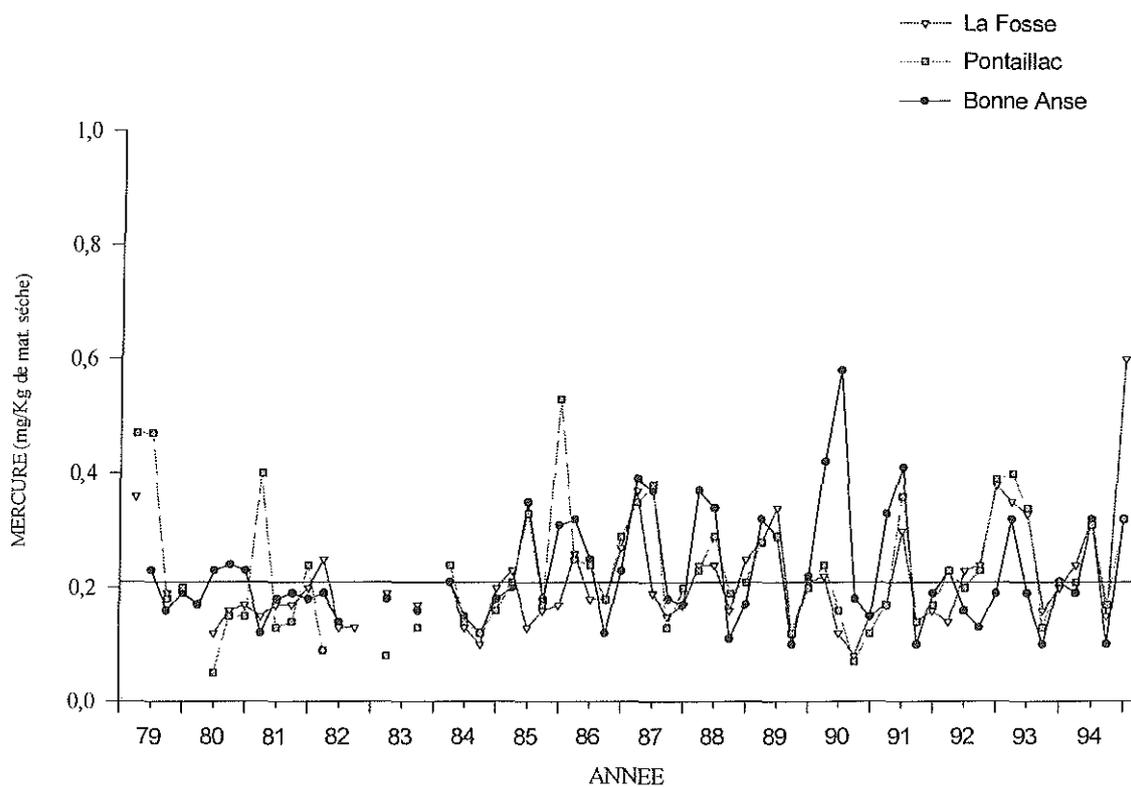
EVOLUTION DE LA TENEUR EN ZINC



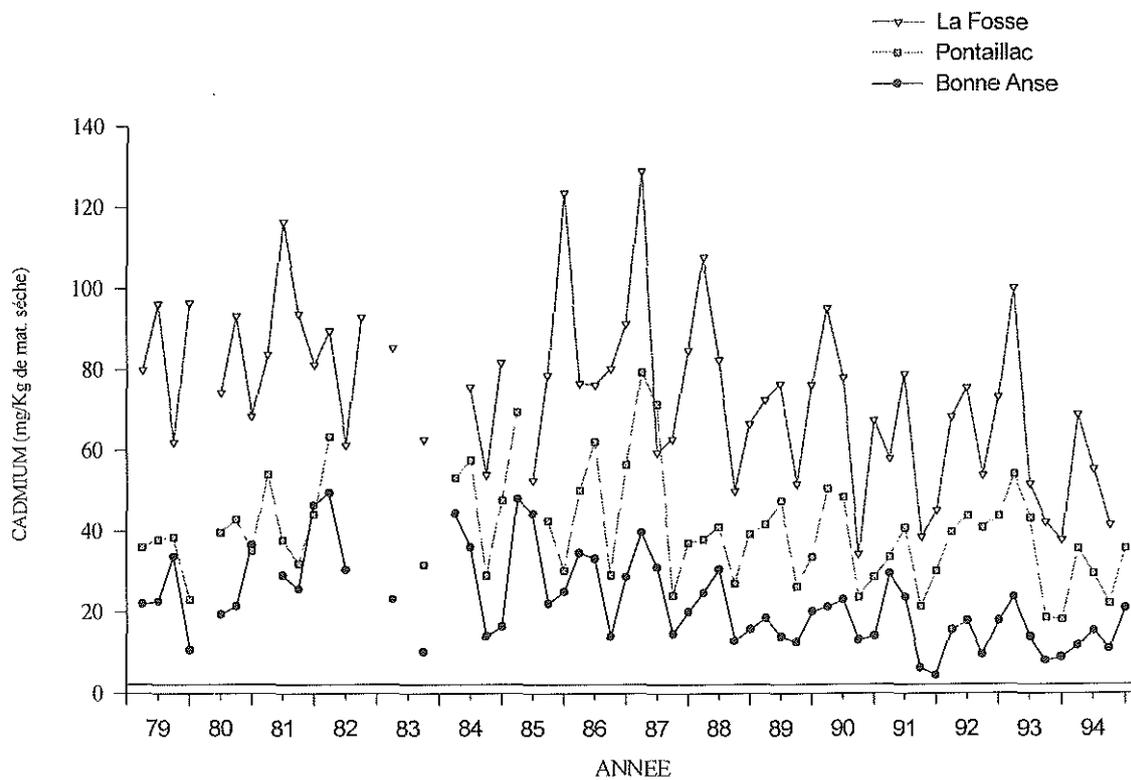
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CUIVRE



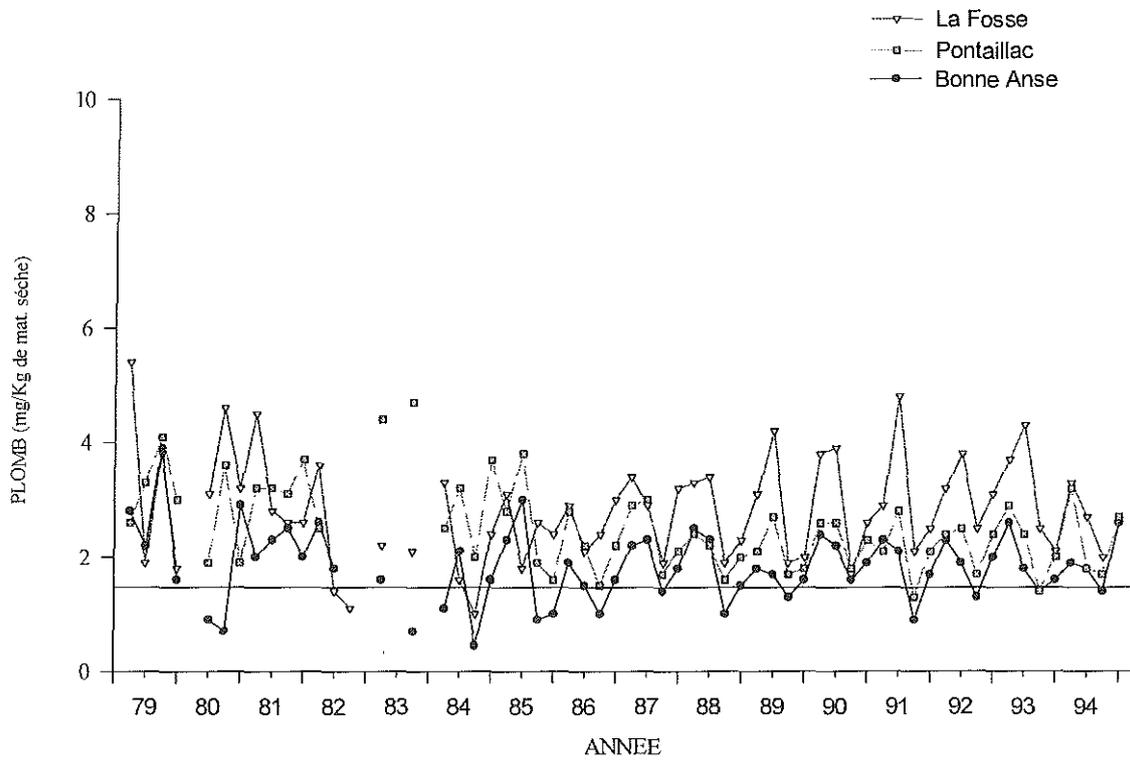
EVOLUTION DE LA TENEUR EN MERCURE



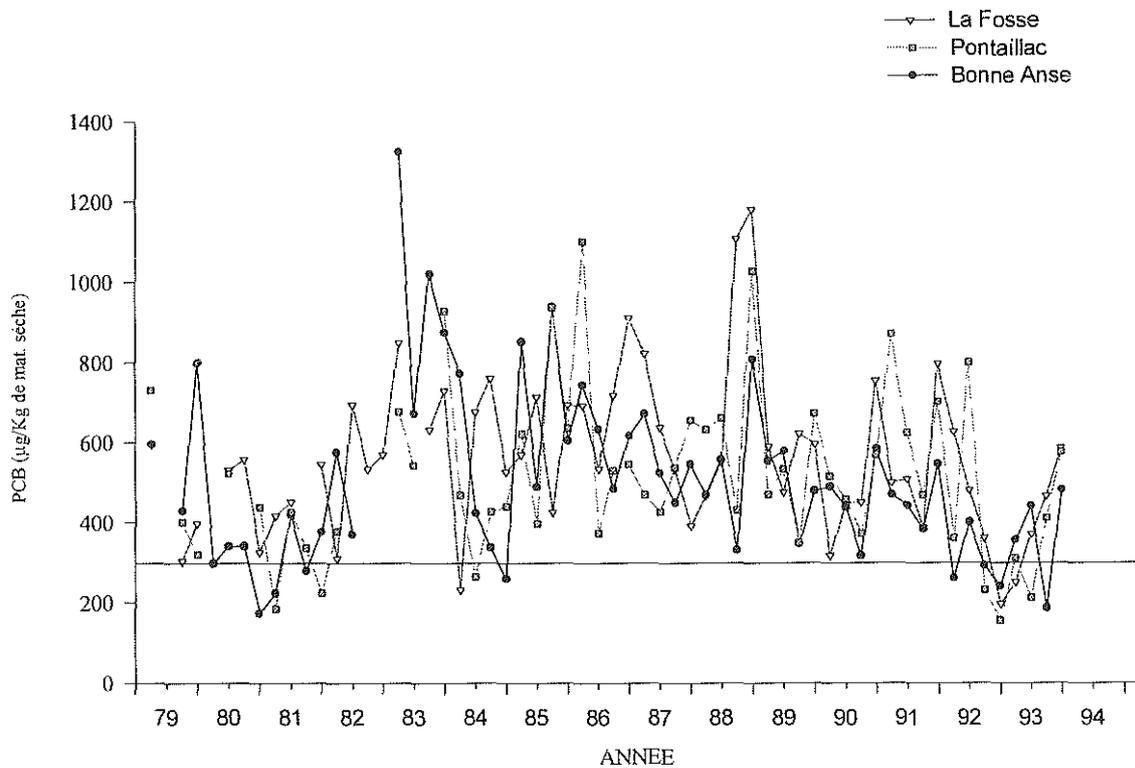
EVOLUTION DE LA TENEUR EN CADMIUM



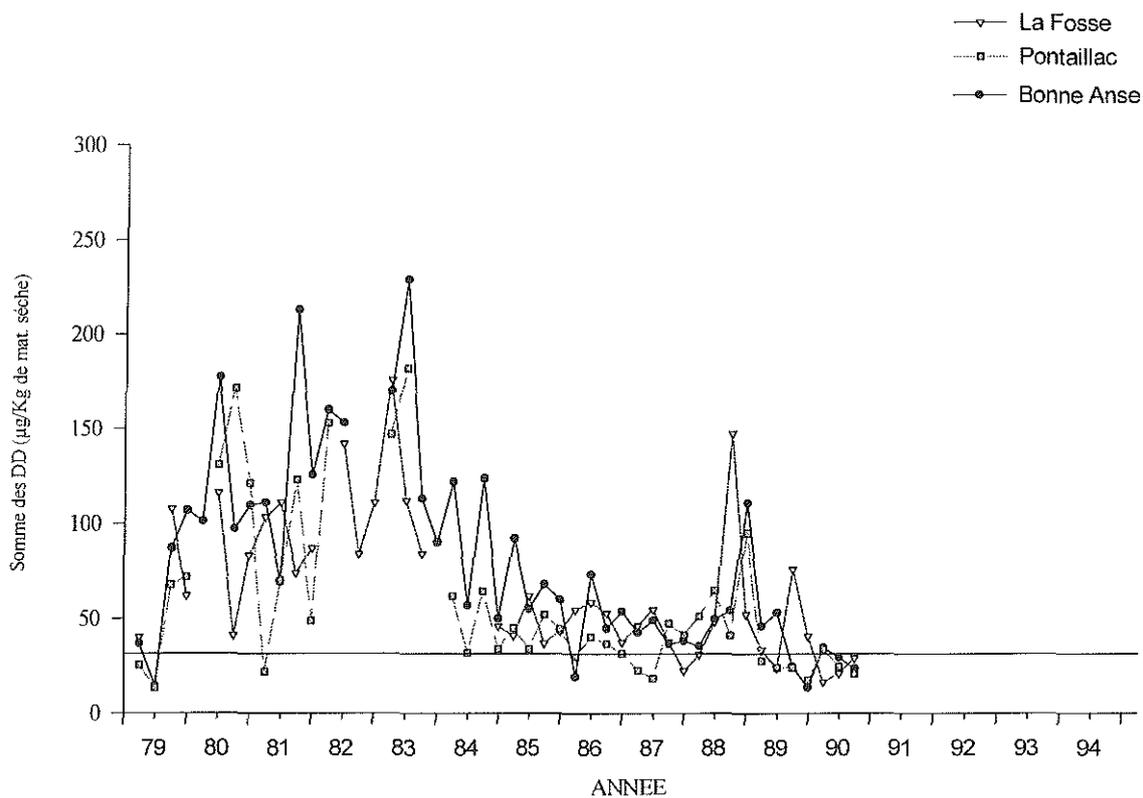
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN PLOMB



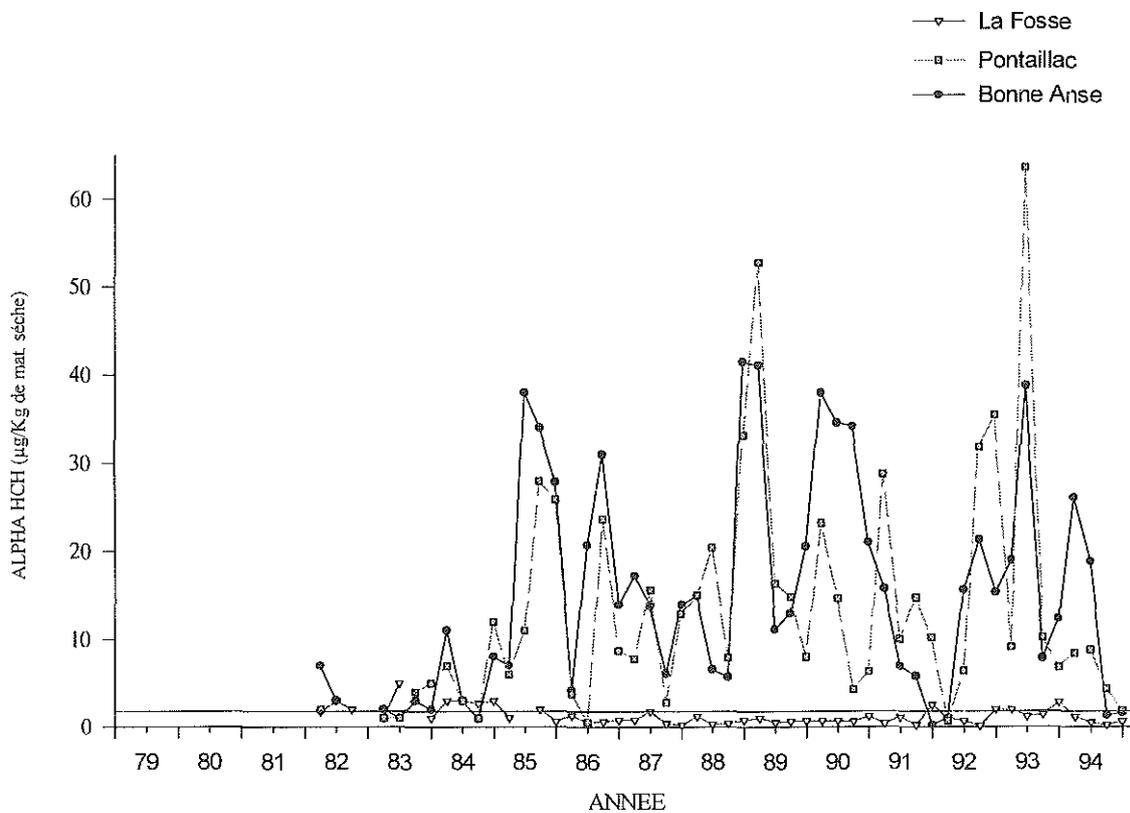
### EVOLUTION DE LA TENEUR EN PCB



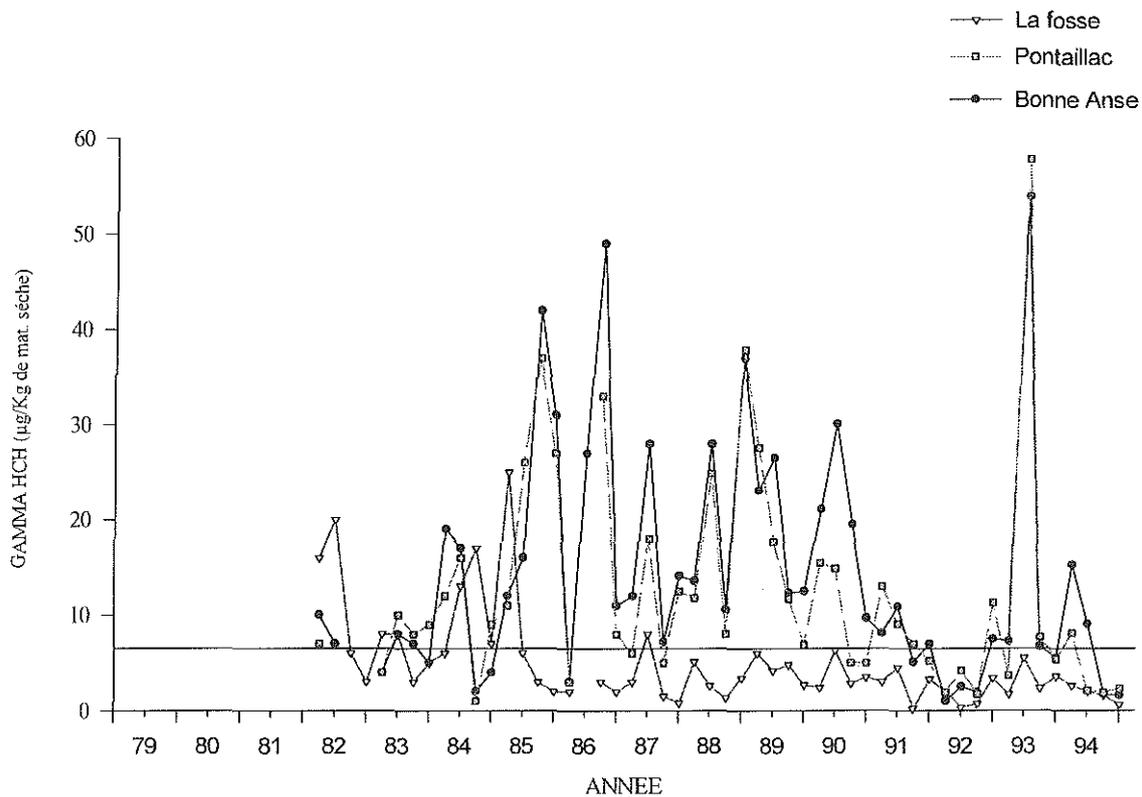
EVOLUTION DE LA TENEUR EN SOMME DES DD



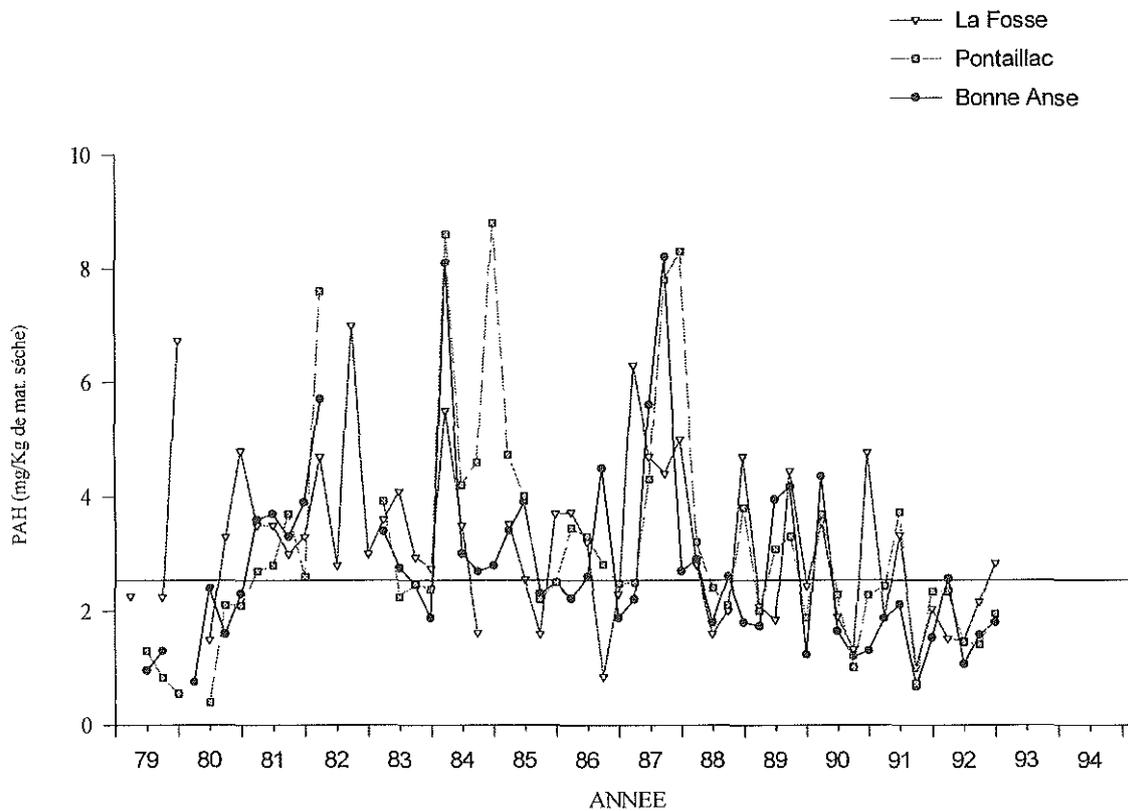
EVOLUTION DE LA TENEUR EN ALPHA HCH



EVOLUTION DE LA TENEUR EN GAMMA HCH



EVOLUTION DE LA TENEUR EN PAH



## 6. COMMENTAIRES

### 6.1 Comparaison par les moyennes

	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Zn	2206	1131	385	11651
Cu	138	102	7.7	1962
Hg	0.21	0.09	0.01	1.66
Cd	2.25	1.20	0.25	129.1
Pb	1.47	0.68	0.10	34.7
PCB	298	169	25	3292
$\Sigma$ DD	31.5	22.6	1.0	1015
$\alpha$ HCH	1.8	1.5	0.1	144
$\gamma$ HCH	6.5	4.7	0.1	114
PAH	2.54	1.50	0.02	71.7

**Tableau 5 : Huîtres du littoral Manche-Atlantique (1979-1994)**

	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Zn	4807	1609	1704	10093
Cu	1044.8	347.9	401	1847
Hg	0.20	0.07	0.1	0.36
Cd	73.6	21.14	41.54	129.1
Pb	2.78	0.87	1	5.4
PCB	563.9	197	195	1181
$\Sigma$ DD	55.79	37.77	4.3	176
$\alpha$ HCH	1.28	1.01	0.1	5
$\gamma$ HCH	5	5.03	0.2	25
PAH	3.19	1.45	0.85	4.7

**Tableau 6 : Huîtres de la Fosse (1979-1994)**

	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Zn	3029	1066	905.0	5727.0
Cu	415.1	168.1	113.5	835.3
Hg	0.22	0.10	0.10	0.58
Cd	22.48	11.08	4.40	49.5
Pb	1.83	0.64	0.45	3.90
PCB	506.6	221.8	174.0	1325.0
$\Sigma$ DD	68.9	51.6	5.80	229.0
$\alpha$ HCH	15.16	12.43	1.0	41.5
$\gamma$ HCH	14.49	12.41	1.0	54.0
PAH	2.75	1.59	1.2	8.2

**Tableau 7 : Huîtres de Bonne Anse (1979-1994)**

	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Zn	6154	2196.6	2801.0	10928.0
Cu	979.7	396.0	660.0	1962.0
Hg	0.2	0.1	0.05	0.53
Cd	40.2	13.4	18.18	79.3
Pb	2.5	0.8	1.3	4.7
PCB	515.5	209.1	155.0	1101.0
$\Sigma$ DD	52.0	42.7	4.5	182.0
$\alpha$ HCH	13.29	13.17	0.5	63.7
$\gamma$ HCH	12.33	11.43	1.0	57.9
PAH	3.13	1.98	0.4	8.8

**Tableau 8 : Huîtres de Pontailiac (1979-1994)**

En comparant les tableaux ci-dessus on s'aperçoit que pour les différents polluants, les moyennes des trois sites de l'estuaire de la Gironde sont supérieures à la moyenne du littoral Manche - Atlantique ou au moins égales à celle-ci.

Seules les moyennes du mercure sur le site de la Fosse et de Pontaillac sont inférieures à cette moyenne, de même que celles des gamma et alpha HCH sur le site de la Fosse.

## 6.2 Comparaison avec une grille de qualité

- Le **zinc** est présent dans les huîtres de l'estuaire à des niveaux très supérieurs à celui rencontré sur l'ensemble des sites du littoral français. Les moyennes varient entre 3029 mg/kg à Bonne Anse et 6154 mg/kg au Pontaillac (le maximum est observé sur ce même site avec 10928 mg/kg de poids sec).

Le site de Bonne Anse est le moins touché des trois.

- Le **cuivre** dont les moyennes très élevées varient de 415,1 mg/kg à Bonne Anse à 1044,8 mg/kg à la Fosse. Là encore, c'est le site de Bonne Anse qui est le moins touché, alors que le site de Pontaillac a la valeur la plus élevée du littoral.

- Le **mercure** dont les valeurs moyennes sont comprises entre 0,20 et 0,22 mg/kg de chair sèche est le seul polluant métallique dont la moyenne des trois sites est la plus proche de celle de l'ensemble du littoral.

La plus haute valeur a été obtenue sur le site de Bonne Anse (0,58 mg/kg), où l'on observe une augmentation des valeurs depuis 1985.

- Le **cadmium**, dont les moyennes varient dans l'estuaire entre 22,48 mg/kg sur le site de Pontaillac à 73,6 mg/kg à la Fosse ; c'est sur ce site que la valeur maximale de 129,1 mg/kg a été observée, c'est la plus forte du littoral Manche - Atlantique (rappel : les données du cadmium de l'estuaire de la Gironde n'ont pas été prises en compte dans le calcul de la moyenne du littoral).

Il est toutefois important de constater que chaque année la teneur en cadmium des huîtres de la Fosse décroît (autour de 84 mg/kg en 1979 à 51 mg/kg en 1995), alors que les autres sites présentent une tendance régulière.

Ces valeurs sont largement supérieures aux recommandations de l'arrêté du 21 juillet 1995 et vont faire classer l'estuaire de la Gironde en zone D.

- Le **plomb** dont les moyennes varient entre 1,83 mg/kg sur le site de Bonne Anse à 2,78 mg/kg à la Fosse. Le maximum a été rencontré sur ce site avec 5,4 mg/kg. La contamination croît en remontant dans l'estuaire.

On n'observe pas pour le plomb d'évolution significative au cours des 15 années sauf peut être sur le site de Pontaillac où il serait en légère diminution.

- Les **Polychlorobiphenyles (PCB)** sont présents à des niveaux supérieurs au reste du littoral. Les valeurs moyennes sont comprises entre 506,6 µg/kg à Bonne Anse à 563,9 µg/kg à la Fosse. La valeur maximale de 1325 µg/kg a été observée sur le site de Bonne Anse en 1983, année où les valeurs ont été les plus fortes. On observe depuis 1986 une diminution constante des valeurs .

- le **DDT et ses métabolites ( DDD et DDE )** ont été présents à des teneurs élevées dans les huîtres de l'estuaire au cours des cinq premières années du RNO, puis une diminution progressive des valeurs trouvées sur les trois sites.

- Le **Lindane** (gamma Hexa-Chlorocyclo-Hexane) est abondant dans les huîtres prélevées sur les deux sites de la rive droite de l'estuaire Bonne Anse (14,49 µg/kg) et Pontailiac (12,33 µg/kg ) alors qu'il est relativement faible sur la rive gauche (5 µg/kg)

l'isomère  $\alpha$ , est aussi plus abondant sur la rive ; 15,16 µg/kg à Bonne Anse et 13,29 µg/kg à Pontailiac, pour seulement 1,28 µg/kg sur le site de la Fosse.

Une tendance à la hausse des niveaux de présence de ce composé est plus marquée pour le  $\alpha$  HCH. que pour le Lindane.

- Les **PAH ( Hydrocarbures polyaromatiques)**. On n'observe pas de contamination particulière des huîtres de l'estuaire quelque soit le site échantillonné, bien que les moyennes inter annuelles entre 2,75 mg/kg à 3,19 mg/kg soient légèrement supérieures à celles du littoral Manche - Atlantique. Le maximum a été observé sur le site de Bonne Anse avec 8,8 mg/kg. On voit apparaître une baisse des valeurs trouvées depuis 1986, plus significative sur la rive droite.

L'estuaire de la Gironde apparaît comme peu contaminé par les hydrocarbures polyaromatiques.

### 6.3 Comparaison avec une grille de qualité

Dans le rapport "la qualité du milieu marin littoral" publié en 1993, était présentée une grille de résultats établie en fonction des niveaux habituellement rencontrés sur le littoral français, de façon à permettre au mieux la comparaison entre les sites (tableau 9)

	Très bonne qualité	Bonne qualité	Qualité médiocre	Mauvaise qualité
Zn (mg/kg p.s.)	< 1500	1500 - 2500	2500 - 4500	> 4500
Cu (mg/kg p.s.)	< 100	100 - 350	350 - 700	> 700
Hg (mg/kg p.s.)	< 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	> 0.4
Cd (mg/kg p.s.)	< 3	3 - 6	6 - 12	> 12
Pb (mg/kg p.s.)	< 2	2 - 4	4 - 6	> 6
PCB (mg/kg p.s.)	< 250	250 - 800	800 - 1350	> 1350
$\Sigma$ DD (mg/kg p.s.)	< 50	50 - 125	125 - 200	> 200
$\alpha$ HCH (mg/kg p.s.)	< 2	2 - 4	4 - 6	> 6
$\gamma$ HCH (mg/kg p.s.)	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
PAH (mg/kg p.s.)	< 4	4 - 12	12 - 20	> 20

**Tableau 9 : Limites de classe utilisées pour évaluer la qualité du milieu pour chacun des paramètres mesurés (huîtres)**

Si l'on compare les moyennes obtenues sur les trois sites du Bassin de l'estuaire de la Gironde avec les valeurs retenues dans la grille, on s'aperçoit :

- Que le site de la Fosse serait
  - de très bonne qualité pour alpha HCH et PAH ;
  - de bonne qualité pour le mercure, le plomb, les PCB, la somme des DD et gamma HCH ;
  - de mauvaise qualité pour le zinc, le cuivre et le cadmium.
  
- Que celui de Bonne Anse serait
  - de très bonne qualité pour le plomb et les PAH ;
  - de bonne qualité pour le mercure, les PCB et la somme des DD ;
  - de qualité médiocre pour le zinc, le cuivre et gamma HCH ;
  - de mauvaise qualité pour le cadmium et alpha HCH ;
  
- Que celui de Pontailac serait
  - de très bonne qualité pour les PAH ;
  - de bonne qualité pour le mercure, le plomb, les PCB et la somme des DD ;
  - de qualité médiocre pour gamma HCH ;
  - de mauvaise qualité pour le zinc, le cuivre, le cadmium et alpha HCH.

## BIBLIOGRAPHIE

**AMINOT A, CHAUSSEPIED M**, 1983. - Manuel des analyses chimiques en milieu marin, CNEXO, BNDO/documentation Brest, 395 p.

**COSSA D., THIBAUD Y.** (IFREMER), **ROMEO M.** et **GNASSIA-BARELLI M.** (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale), 1989. - Le mercure en milieu marin (Biogéochimie et Ecotoxicologie)- Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER n° 19, 130 p.

**EQUINOXE n° 32**, 3<sup>ème</sup> trimestre 1990. - Numéro spécial : Environnement littoral, 93 p

**IFREMER, CEPRALMAR**, Région Languedoc-Roussillon, 1995. Qualité des eaux littorales en Languedoc-Roussillon. Bilan des réseaux de surveillance, 151 p

**IFREMER** , 1993 - Qualité du milieu marin littoral. IFREMER, Direction Environnement et Aménagement Littoral, 241 p.

**MARCHAND M., ABARNOU A** et **MARCAILLOU-LEBAUT C.** (IFREMER), 1990. Les PCB en milieu marin (Biogéochimie et Ecotoxicologie) Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER n° 18. 162 p.

**MARTIN J-M., MEYBECK M., SALVADORI F** et **THOMAS A**, 1976. Pollution chimique des estuaires.: Etat actuel des connaissances. CNEXO. Rapports scientifiques et techniques n° 22., 287 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau national d'observation du milieu marin. Dix années de surveillance 1974 -1984, 17 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau National d'Observation du milieu marin. Surveillance du Milieu Marin. - Travaux du RNO, Edition 1988, 32 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau National d'Observation du milieu marin. Surveillance du Milieu Marin. - Travaux du RNO, Edition 1989-1990, 32 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau National d'Observation du milieu marin. Surveillance du Milieu Marin. - Travaux du RNO, Edition 1991. 32 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau National d'Observation du milieu marin. Surveillance du Milieu Marin. - Travaux du RNO, Edition 1992-1993, 32 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau National d'Observation du milieu marin. Surveillance du Milieu Marin. - Travaux du RNO, Edition 1994. 32 p.

**Ministère de l'Environnement, IFREMER.** - RNO Réseau National d'Observation du milieu marin. Surveillance du Milieu Marin. - Travaux du RNO, Edition 1995. 32 p.

**Note technique, ISTPM.** - Note technique sur le RNO -Matière vivante , 1984, 4 p.

**RODIER J,** 1978. - Analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer), 1135 p.

