

Direction Environnement Littoral  
Laboratoire côtier d'Arcachon

*TRUT Gilles*  
*CAPDEPUY Michèle*

RST.DEL : 03.01/ARCACHON

Ifremer

# Etude de la qualité des eaux de l'estuaire de l'Adour

« Volet matière vivante – suivi 2001-2002 »



Source Ifremer Laboratoire DELJAR



DDE - CQEL64



## Fiche documentaire

<p><b>Numéro d'identification du rapport :</b> RST.DEL/03.01/ARCACHON</p> <p><b>Diffusion :</b> libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/></p> <p><b>Validé par :</b></p> <p><i>D. CLAISSE – DEL/NT</i> <i>P. CAMUS – DEL/MPL</i> <i>D. MAURER – DEL/AR</i> <i>J-P. DRENO – DEL/AR</i> <i>C. PELLIER – DEL/AR</i></p>	<p><b>Date de publication :</b> juin 2003</p> <p><b>Nombre de pages :</b> 48 + annexes</p> <p><b>Bibliographie:</b> oui</p> <p><b>Illustration(s):</b> oui</p> <p><b>Langue du rapport :</b> Français</p>
<p><b>Titre et sous-titre du rapport :</b></p> <p><i>Etude de la qualité des eaux de l'estuaire de l'Adour</i> <i>Résultats du suivi matière vivante – années 2001-2002</i></p>	
<p>Contrat IFREMER n° 02/5 210 778 F    Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/>    Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p><b>Auteur(s) principal(aux) :</b></p> <p><i>TRUT Gilles</i> <i>CAPDEPUY Michèle</i></p>	<p><b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b></p> <p><i>IFREMER – DEL/Arcachon</i> <i>Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon – Université de Bordeaux I</i></p>
<p><b>Collaborateur(s) : nom, prénom</b></p> <p><i>CANTIN Christian</i> <i>TOURNAIRE Marie-Pierre</i> <i>GUILLARD Fabien</i></p>	<p><b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b></p> <p><i>IFREMER – DEL/Arcachon</i> <i>IFREMER – DEL/Arcachon</i> <i>IFREMER – DEL/Arcachon</i></p>
<p><b>Cadre de la recherche :</b></p> <p>Programme : <b>Surveillance et évaluation de la qualité du milieu marin</b>    Convention :</p> <p>Projet : <b>Réseau Adour (C14019°)</b>    Autres (préciser) :</p>	



### **Résumé :**

L'estuaire de l'Adour, caractérisé par une taille réduite et une embouchure fortement urbanisée et industrialisée, constitue un enjeu socio-économique fort pour le département des Pyrénées-Atlantiques. Dans ce contexte, un Secrétariat Permanent à la Prévention des Pollutions Industrielles (SPPPI), chargé de veiller à la préservation de l'écosystème estuarien est créé en 1999.

L'étude de la qualité de l'estuaire de l'Adour, programmée sur trois années (2001-2003) a été initiée par le Groupe "Eau" émanant de cette structure.

Elle comporte trois volets indissociables confiés à trois organismes différents :

- L'Université de Pau étudie plus particulièrement la contamination des sédiments de l'estuaire.
- La CQEL 64 est chargée de l'évaluation de la qualité de l'eau.
- L'étude de la contamination de l'estuaire intégrée par la matière vivante a été confiée à l'IFREMER pour ses compétences dans ce domaine, déjà mises en œuvre dans le cadre du RNO.

Au travers des niveaux mesurés dans la matière vivante au cours des deux premières années, l'estuaire de l'Adour apparaît caractérisé par une forte contamination bactériologique généralisée. Localement, on y observe un impact très important des zones urbanisées assainies par des réseaux de collecte unitaires en cours de réhabilitation, présentant des taux de raccordement faibles.

Les métaux sont présents à un niveau modéré, même si quelques pollutions accidentelles en plomb (Adour amont) et en chrome (Edmond Foy et Tarnos) ont pu être observées en 2001. Les résultats obtenus pour le cadmium, le cuivre et le zinc pourraient indiquer une origine «bassin versant» de ces apports avec des concentrations supérieures dans la partie amont.

La pollution par les insecticides organochlorés est assez faible même si l'on perçoit encore des «bouffées» de DDT sans doute relarguées par des terrains traités dans le passé. L'étude des empreintes en HAP confirme l'existence d'une contamination chronique assez élevée à laquelle s'ajoute quelques événements accidentels. Les courbes d'évolution, d'allures similaires pour chaque point, traduisent une tendance généralisée à la baisse et indiquent, sans doute, une origine plutôt «bassin versant» des apports en HAP.

Le suivi mis en œuvre en 2001 et 2002 sera poursuivi en 2003 puis probablement pérennisé sous la forme d'un réseau reprenant plusieurs points d'échantillonnage sur lesquels seuls les contaminants très présents seront mesurés. L'évolution de la contamination par les autres molécules sera, par ailleurs, toujours établie par le Réseau National d'Observation.

### **Mots-clés :**

Matière vivante, contaminants, estuaire de l'Adour, qualité des eaux.



## SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Matériel et méthodes.....</b>	<b>5</b>
1.1. Points de prélèvement .....	5
1.2. Bactériologie .....	8
1.3. Micro-polluants chimiques.....	10
<b>2. Résultats .....</b>	<b>12</b>
2.1. Conditions météorologiques et hydrologiques .....	12
2.2. Résultats du suivi bactériologique.....	15
2.2.1. Escherichia coli .....	15
2.2.2. Présence/absence de salmonelles et identification des sérotypes .....	21
2.2.3. Comparaison avec les résultats de suivis antérieurs.....	23
2.3. Micro-polluants chimiques.....	25
2.3.1. Résultats obtenus pour les micro-polluants métalliques .....	25
2.3.2. Résultats obtenus pour les micro-polluants organiques.....	30
<b>Conclusion .....</b>	<b>42</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>47</b>



## Introduction

L'étude de la qualité des eaux de l'estuaire de l'Adour, préliminaire à la mise en place d'un réseau de suivi pérenne, va entrer dans sa troisième année. Le diagnostic final sera établi à l'issue de cette période, à partir des données acquises dans l'eau, la matière vivante et le sédiment.

La stratégie appliquée à l'année 2002 a subi certaines modifications induites par l'analyse des résultats 2001.

Cette année, le Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon a été associé aux réflexions et aux interprétations concernant la contamination bactériologique de l'Adour et notamment à celles relatives aux bactéries pathogènes du genre *Salmonella*. D'une manière générale, pour certains paramètres (bactéries, PCB, HAP) nous nous sommes rapprochés des équipes spécialisées de l'IFREMER et de l'Université.

Ce rapport 2002 représente la contribution de l'IFREMER à l'étude de la qualité de l'estuaire de l'Adour et ne concerne que le volet «matière vivante». Il est à noter que ce travail n'aurait pu être effectué sans la collaboration logistique de la DDE/CQEL64.

Les résultats qui y sont présentés permettront une meilleure appréciation des niveaux de contamination. La synthèse finale qui mettra en relation les résultats obtenus au cours des trois années de suivi, dans chaque compartiment, devrait aboutir à l'élaboration d'un bilan détaillé et assez précis de l'état écologique de l'estuaire en relation avec la pression anthropique qui s'y exerce.

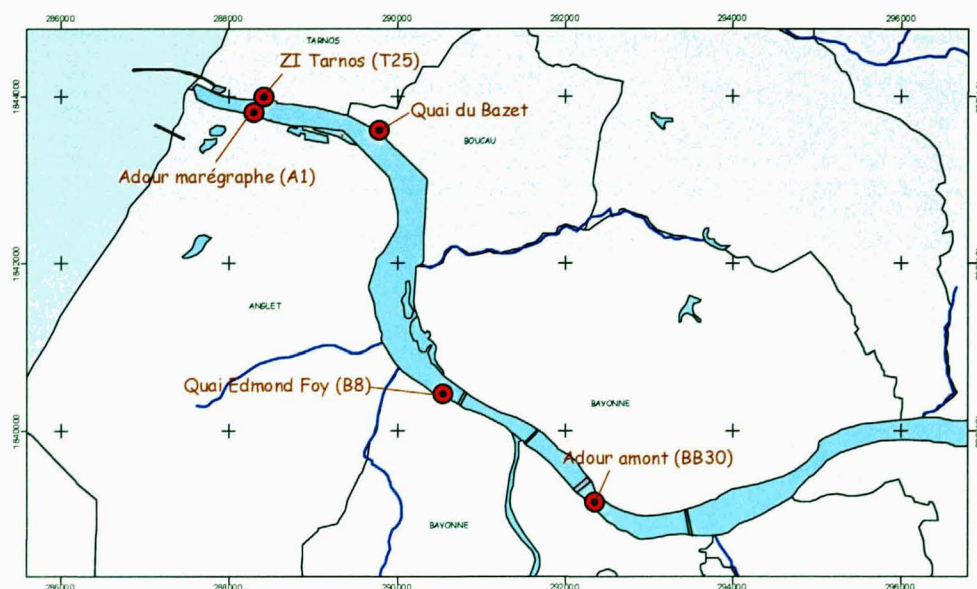


## 1. Matériel et méthodes

### 1.1. Points de prélèvement

Comme en 2001, quatre points de prélèvements ont été définis en complément de la station "Adour marégraphe" suivie depuis 1998 dans le cadre du RNO.

Ils ont été choisis en raison de leur représentativité des différentes zones de l'hydrosystème Adour aval (Fig. 1) ainsi que pour la présence d'un stock d'huîtres creuses facilement accessible à pied ou au moyen d'une embarcation légère (Zodiac CQEL 64).



**Figure 1 : Localisation des points de prélèvement du suivi matière vivante 2002.**

En 2002, quatre points demeurent inchangés (BB30, B8, T25 et A1). Le cinquième, situé dans le ruisseau du Moulin d'Esbouc a été abandonné et remplacé par un point positionné sur la rive droite de l'estuaire, au niveau du quai du Bazet.

De l'amont vers l'aval, nous trouvons :

Adour amont (BB30, pK=125,5) : Il est matérialisé par les piles du premier pont urbain de l'agglomération de Bayonne (Photo 1). Le



gisement de coquillages fixés sur les structures immergées de l'ouvrage est assez facilement accessible par bateau et la quantité est suffisante pour envisager un suivi sur plusieurs années.



**Photo 1 : Point «Adour amont», BB30.**

Quai Edmond Foy (B8, pK=128,2) : Il est situé au cœur de l'agglomération de Bayonne dans un secteur recevant plusieurs exutoires déversant dans l'estuaire des effluents caractérisés par une contamination bactériologique d'origine domestique et une contamination chimique sans doute imputable au nombre important d'installations classées soumises à déclaration que comporte cette agglomération. Le gisement d'huîtres fixées sur les structures (béton et pierres) verticales des quais (Photo 2) est accessible en bateau mais la quantité de coquillages disponibles est juste suffisante pour envisager un suivi à moyen terme.



**Photo 2 : Point «Quai Edmond Foy», B8.**





Quai du Bazet (pK=131) : Ce gisement est positionné en aval du rejet de la station d'épuration de Tarnos et en amont d'un émissaire provenant de la zone industrielle. Il est facilement accessible à pied et les huîtres de taille marchande y sont présentes en quantité relativement importante (photo 3).



**Photo 3 : Point «Quai du Bazet».**

ZI de Tarnos (T25, pK=132,3) : Il est situé à l'embouchure de l'estuaire, sur la rive droite au milieu de la zone industrielle de Tarnos. Le gisement de coquillages accessible à pied est de taille importante (Photo 4).



**Photo 4 : Point «ZI de Tarnos», T25.**



Adour marégraphe (A1, pK=132,6) : Il a été positionné à l'embouchure de l'estuaire, sur la rive gauche, en aval de la ferme aquacole, des abattoirs municipaux et du port de plaisance de Bayonne. Le gisement d'huîtres de grande importance est accessible à pied (Photo 5). Ce secteur est suivi depuis 1998 dans le cadre du RNO.



**Photo 5 : Point «Adour marégraphe», A1.**

## **1.2. Bactériologie**

La stratégie utilisée dans le cadre de cette étude est identique à celle qui avait été mise en œuvre pour le Réseau de surveillance Microbiologique Adour (REMI Adour) interrompu depuis 1994. Elle correspond également à la méthode utilisée ponctuellement lors des diagnostics environnementaux réalisés en collaboration avec la CQEL des Pyrénées Atlantiques. Les analyses sont effectuées sur des huîtres creuses *Crassostrea gigas* prélevées sur les gisements naturels qui se développent sur les points décrits au chapitre précédent.

### **• Choix des paramètres et fréquence d'échantillonnage**

Les *Escherichia coli* (coliformes thermotolérants) sont des bactéries communes du système digestif humain (80% de la flore intestinale aérobie). A ce titre, elles sont utilisées comme indicateurs de la contamination fécale du milieu. Le dénombrement d'*E. coli* est effectué chaque mois au cours de la période d'étude.





Compte tenu du niveau de contamination bactérienne assez important de l'estuaire de l'Adour, il y a risque de présence d'autres germes fécaux (pathogènes pour la plupart), comme les salmonelles. Afin de confirmer et d'améliorer la représentativité des résultats obtenus en 2001, ces bactéries seront recherchées chaque mois sur les cinq secteurs échantillonnés.

#### • Méthodes de prélèvement et d'analyse

Les coquillages sont prélevés par la CQEL 64 et l'IFREMER conformément à la procédure de surveillance microbiologique décrite dans le plan qualité REMI au chapitre "Prélèvement-transport-réception des échantillons de coquillages". Ce document est joint dans son intégralité en annexe 1 du présent rapport.

Cette méthode d'analyse bactériologique pour le contrôle des coquillages est décrite dans la circulaire DGAL/SVHA/C88/N°8003 du 28 avril 1988 (AFNOR ed.) adaptée par Hervé (1997). Dans le cas de cette étude, où la contamination bactérienne est assez importante, la prise d'essai sera de 1 ml et 4 dilutions seront réalisées (de  $10^{-1}$  à  $10^{-4}$ ). Dans ces conditions, le milieu d'ensemencement est le bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB) simple concentration.

Le résultat est exprimé en Nombre le Plus Probable (NPP) d'*E. coli* dans 100g de chair et de liquide intervalvaire. Le seuil de détection est de 55 *E. Coli*/100g pour un volume ensemencé de 1 ml dans chaque tube.

La recherche de salmonelles porte sur 25g de chair et de liquide intervalvaire et nécessite quatre phases successives :

- 1- Pré-enrichissement en milieu non sélectif liquide.
- 2- Enrichissement en milieux sélectifs liquides.
- 3- Isolement sur milieux sélectifs solides.
- 4- Confirmation par micro-galeries d'identification API 20E ou BBL entérotubes II.

Cette méthode d'analyse est décrite dans la procédure de surveillance microbiologique «apri14a» présentée en annexe 1bis.

En outre, pour chaque échantillon positif, les souches de salmonelles isolées ont été transmises à l'Institut Pasteur de Paris (Centre National de Référence des salmonelles) qui effectue l'identification du sérotype. Il est





à noter que ce service est engagé dans une démarche d'assurance qualité s'inscrivant dans le cadre de celle de l'Institut Pasteur.

La technique utilisée est décrite sur le site du Centre National de Référence (CNR) des salmonelles. Chaque souche isolée est expédiée en milieu gélosé contenu dans un tube à bouchage hermétique pouvant résister aux chocs et placé dans un emballage protecteur respectant la législation en vigueur. A réception, les souches reçues sont ré-isolées puis identifiées au niveau de l'espèce par l'étude des caractères biochimiques conventionnels. Les salmonelles sont sérotypées par un test d'agglutination au cours duquel elles sont réunies par des anticorps spécifiques pour former des amas. Les antigènes O sont immédiatement identifiés. Les antigènes H (flagellaires) nécessitent de sélectionner les éléments les plus mobiles de la culture bactérienne, d'identifier une phase H par agglutination, d'inhiber la mobilité des bactéries ayant cette phase et de sélectionner les individus ayant l'autre phase flagellaire (en milieu de Sven Gard) et d'agglutiner cette autre phase.

### **1.3. Micro-polluants chimiques**

La stratégie de suivi choisie par le Groupe « Eau » du Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles (SPPPI) est identique à celle mise en œuvre par l'IFREMER dans le cadre du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin littoral (RNO). Ce choix permettra de comparer les données issues de la série RNO aux valeurs obtenues en 2001 et 2002 avec les mêmes méthodes analytiques.

#### **• Choix des paramètres et fréquence d'échantillonnage**

Les paramètres retenus comme étant pertinents pour l'appréciation du niveau global de contamination de l'estuaire de l'Adour sont ceux régulièrement dosés dans les coquillages par le programme RNO (annexe 2), auxquels ont été ajoutés le chrome total et les butylétains (MBT, DBT, TBT).

Les prélèvements pour analyses chimiques ont été effectués chaque trimestre en mars, juin, août et novembre.



### • Méthodes de prélèvement et d'analyse

Les coquillages sont prélevés par la CQEL 64 et l'IFREMER conformément à la procédure détaillée dans le chapitre 3 du document de prescription RNO intitulé « Description des opérations du RNO "matière vivante" relevant des laboratoires côtiers de la DEL » (annexe 3).

La réception, l'épuration, la préparation des coquillages et leur expédition vers les laboratoires sous traitants sont décrits dans la procédure RNO (annexe 4).

L'évaluation de la contamination en métaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques, pesticides organochlorés et PCB est sous traitée au Laboratoire Municipal et Régional d'analyses de Rouen (LMRR), partenaire du RNO, et agréé par le ministère Chargé de la Santé et le ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) et l'AFSSA.

Les teneurs en contaminants sont obtenues après lyophilisation des échantillons.

La mise en solution des métaux sur le résidu sec est réalisée de la manière suivante :

Cr : minéralisation d'une prise d'essai par un mélange acide nitrique/acide perchlorique/acide sulfurique à chaud.

Pb, Cd, Zn, Cu : minéralisation d'une prise d'essai par de l'acide nitrique à chaud.

Hg : minéralisation d'une prise d'essai par un mélange acide nitrique/acide chlorhydrique.

A la suite de la mise en solution des métaux, les techniques de dosages utilisées sont les suivantes :

Hg : technique des vapeurs froides.

Cd, Cu, Pb, Cr : spectrométrie d'absorption atomique avec atomisation électrothermique et correction ZEEMAN.

Zn : spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme.





Le dosage des 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) est réalisé sur un extrait obtenu par extraction préalable à chaud sous pression (ASE) à l'aide d'un solvant hexane-acétone puis purifié avant analyse sur colonne de silice et d'alumine basique. La teneur en HAP est ensuite mesurée par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse. Pour chaque composé, le seuil de détection obtenu avec cette technique est égal à 1 µg/kg de poids sec de coquillage.

L'analyse des pesticides organochlorés, du DDT et des congénères PCB est effectuée sur un extrait ayant subi le traitement préalable ASE et purifié sur colonne de fluorisil puis à l'acide sulfurique. La mesure est réalisée par chromatographie en phase gazeuse et détecteur à capture d'électron. Le seuil analytique est égal à 1 µg/kg de poids sec de coquillage.

Le dosage des butylétains (MBT, DBT, TBT) est réalisé par le laboratoire de chimie analytique « Ultra Traces Analyses Aquitaine » (UT2A) de l'Université de Pau par chromatographie phase gazeuse et spectrométrie d'émission atomique au seuil analytique de 10ng/g de poids sec de coquillage.

## 2. Résultats

A l'issue de la seconde année de suivi, le nombre d'échantillons analysés par point (22) permet d'utiliser des méthodes de traitement statistique réservées aux séries longues. Toutefois, à ce niveau de l'étude il est nécessaire de rappeler que les résultats ne sont pas encore assez nombreux pour affiner les analyses de tendance temporelle.

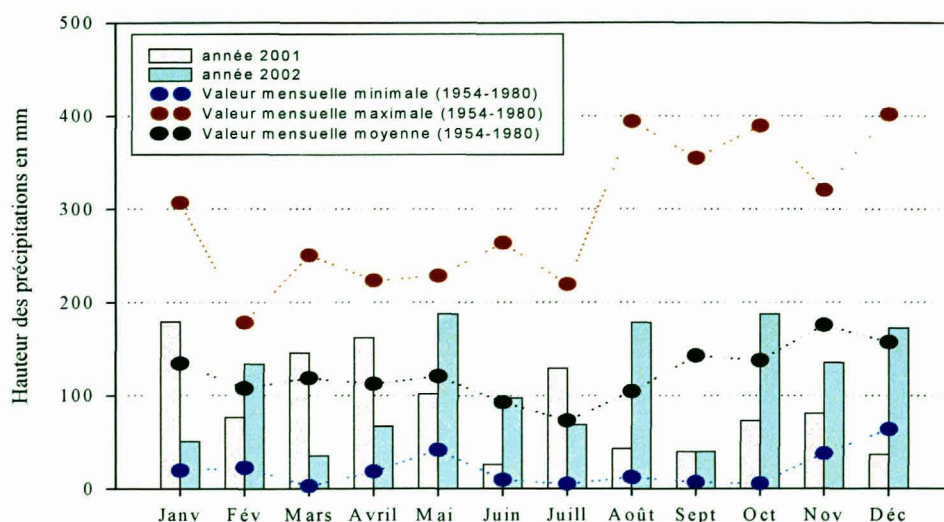
### 2.1. Conditions météorologiques et hydrologiques

Dans le rapport précédent, nous avons caractérisé l'année 2001 par un hiver et un printemps plutôt pluvieux tandis que l'été et l'automne avaient été secs avec de faibles précipitations relevées au cours des cinq derniers mois. En outre, le cumul de décembre 2001 (36,6 mm) était nettement inférieur à la valeur minimale observée sur 25 ans (64,2 mm).

L'année 2002 (Fig. 2) se rapproche plus d'une année standard. Si les quatre premiers mois sont déficitaires en précipitations, le mois de mai plutôt pluvieux est suivi d'une période (juin et juillet) conforme aux précipitations moyennes pour la région. Le mois d'août est caractérisé par un cumul assez nettement supérieur à la valeur standard,



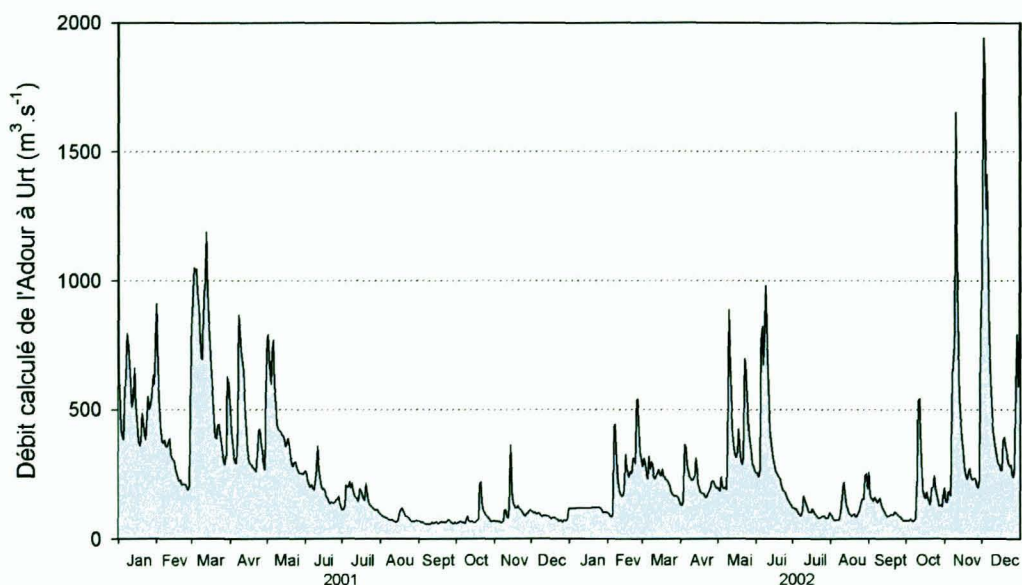
immédiatement compensé par un mois de septembre sec. Le dernier trimestre 2002 présente un niveau de précipitations normal, très proche de la valeur moyenne calculée sur 25 ans (1954 – 1980).



**Figure 2 : Précipitations mensuelles moyennes, minimales et maximales sur 25 ans (calculées pour la période 1954 à 1980) et précipitations mensuelles des années 2001 et 2002.**

Les débits journaliers de l'Adour à Urt (Fig. 3) ont pu être reconstitués pour la totalité de la période de l'étude (2001-2002) grâce à la collaboration de la DIREN Midi-Pyrénées.

Ils ont été calculés par addition des débits journaliers de l'Adour à Saint Vincent de Paul, du Luy à Saint Pandelon, du gave de Pau au pont de Berenx et du gave d'Oloron à Escos. En outre, monsieur Lapalu de l'antenne DIREN de Tarbes a étudié la vitesse de propagation d'un pic de crue, entre Saint Vincent de Paul et Urt. Il nous a précisé qu'il fallait approximativement 24 heures pour que les eaux parviennent à l'embouchure de l'estuaire. Cette information sera prise en considération lors des recherches de corrélations entre la contamination d'un point et le débit du fleuve.



**Figure 3 : Débits journaliers calculés de l'Adour à Urt.**

En relation avec les précipitations observées, les mois de mars et d'avril diffèrent nettement entre les deux années avec un débit élevé en 2001 et faible en 2002. Le mois de mai est comparable tandis que juin présente une nouvelle opposition avec de faibles valeurs en 2001 et de forts débits en 2002. De juillet à décembre 2001, le fleuve conserve son niveau d'étiage ( $< 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). En 2002, la période d'étiage est plus restreinte (juillet à septembre) et l'on note de forts pics de crues en novembre et décembre.

Pour l'analyse des données, il est intéressant que les périodes étudiées soient météorologiquement contrastées ce qui, pour l'instant, est le cas. L'année 2001 a été anormalement sèche au cours des 6 derniers mois tandis que 2002 apparaît plutôt comme une année climatologique relativement standard.



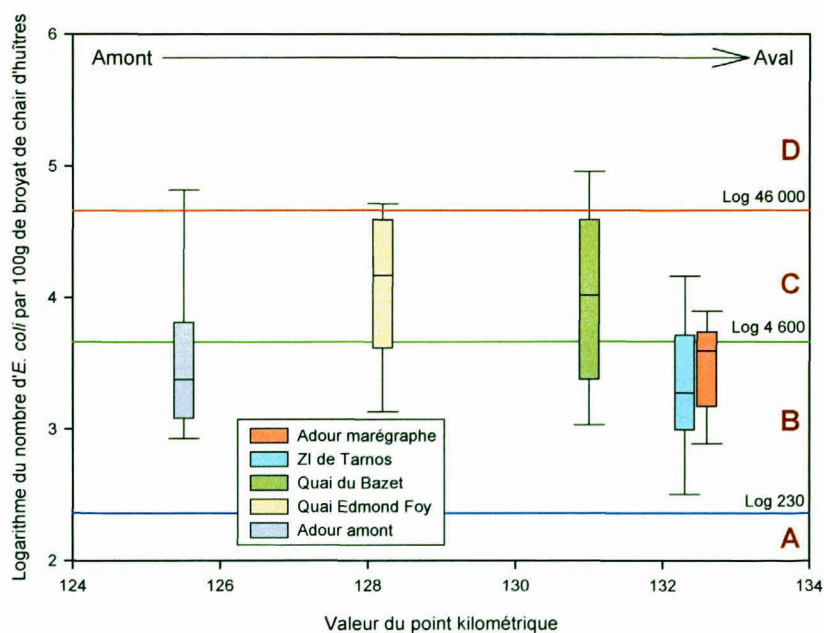
## 2.2. Résultats du suivi bactériologique

Cette année, onze échantillons ont pu être collectés sur chaque point. Le prélèvement de décembre n'a pas été effectué en raison d'une crue importante de l'Adour au cours de la période de vives-eaux. Dans ces conditions, la sécurité de navigation n'étant pas assurée, la CQEL64 a annulé l'intervention. L'interprétation des résultats portera donc sur les 22 échantillons par point prélevés au cours de la période 2001-2002 (soit 110 dénombrements npp).

### 2.2.1. Escherichia coli

En 2001, une analyse de variance à un facteur contrôlé réalisée sur le nombre d'*E. coli* faisait apparaître deux groupes distincts. Le premier groupe était constitué d'un secteur influencé par l'agglomération de Bayonne, représenté par le point B8 fortement contaminé. Le second comprenait les quatre autres secteurs (A1, T25, B22, BB30), sur lesquels on notait une contamination significativement inférieure mais qui demeurait tout de même à un niveau élevé.

La distribution statistique des valeurs de contamination par point, actualisée avec les données 2002 (Fig. 4), confirme ce résultat.



**Figure 4 : Distribution statistique de la contamination par point (années 2001 et 2002).**



Les deux points centraux (Quai Edmond Foy et Quai du Bazet) sont fortement contaminés avec un nombre d'*E. coli*, par 100g de broyat de chair d'huîtres, le plus souvent supérieur à  $10^4$ . Les trois autres secteurs, bien qu'également très contaminés, présentent presque toujours des valeurs inférieures à  $10^4$ .

La distribution statistique des résultats bactériologiques par point et par année (Fig. 5) montre de façon nette, une dispersion plus importante des valeurs 2002. La médiane, qui, pour une série de données, représente le seuil au-dessus et en dessous duquel se répartissent 50 % des mesures est légèrement inférieure en 2002 pour 3 points sur 4 (quai Edmond Foy (B8), ZI Tarnos (T25) et Adour marégraphe (A1)). Il est à noter également, que les dénombrements réalisés sur les échantillons «Adour amont» (BB30) sont plus élevés en 2002 qu'en 2001 avec une valeur maximale qui atteint 517 000 *E. coli*/100g en septembre (période d'étiage).

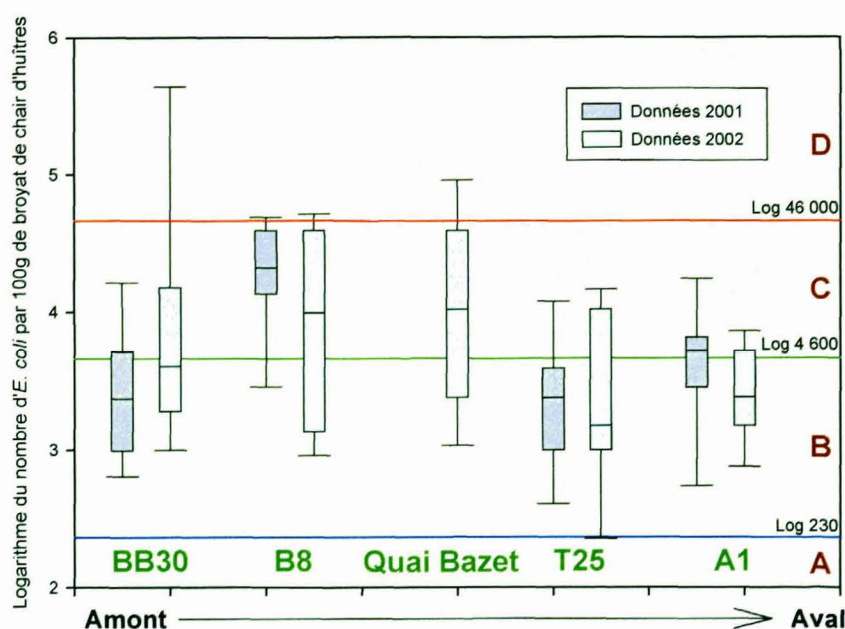


Figure 5 : Distribution statistique des valeurs de contamination par point et par année.

Sur les figures 4 et 5, nous avons fait apparaître les classes de salubrité applicables (A à D) aux secteurs conchylicoles (annexe 5). En effet, bien que les gisements de l'Adour, interdits à l'exploitation professionnelle et à la pêche récréative, ne soient pas du tout concernés par cette réglementation, ces seuils nous paraissent être d'intéressants repères. Ils permettent au moins de confirmer le bien fondé de cette interdiction pour le paramètre bactériologie.

La matrice de corrélation obtenue à partir des 22 échantillons mesurés au cours des deux années d'étude (Tableau 1) montre une relation très significative entre les points «Adour marégraphe» et «ZI de Tarnos» ainsi que entre «Quai Edmond Foy» et «Quai du Bazet». Ces résultats ont été pris en compte dans la suite des traitements effectués sur les données qui ont ainsi pu être regroupées en trois classes :

- ✓ la classe «Adour Embouchure» associant les échantillons prélevés aux points «Adour marégraphe» et «ZI de Tarnos» ;
- ✓ la classe «Adour Centre» constituée des points «Quai Edmond Foy» et «Quai du Bazet» ;
- ✓ la classe «Adour Amont» dans laquelle figurent les échantillons prélevés au point «Adour amont».





	T25	B8	BB30	Bazet
A1	0.590	0.403	-0.164	0.638
p	0.00382 (***)	0.0626	0.477	0.0346 (*)
n	22	22	21	11
T25		0.151	0.251	0.422
p		0.502	0.272	0.197
n		22	21	11
B8			-0.0741	0.853
p			0.75	0.000832 (***)
n			21	11
BB30				-0.0933
p				0.785
n				11

**Tableau 1 : Matrice de corrélations entre points du suivi Adour matière vivante, calculée sur le paramètre contamination bactériologique (n = nombre d'échantillons et p = probabilité).**

A partir de ces informations, une double représentation des données a été construite. La figure 6 superpose les contaminations bactériologiques mesurées pour les 3 groupes définis ci-dessus, au cumul journalier de précipitations relevé à Anglet.

La figure 7 représente ces mêmes numérations par rapport au débit reconstitué de l'Adour à Urt.

L'observation de ces données (Fig. 6 et Fig. 7) confirme la tendance mise en évidence en 2001. La contamination maximale observée concerne le centre de la zone d'étude (Edmond Foy, Bazet). Sur le secteur «Adour amont» on obtient ponctuellement de fortes valeurs. Les résultats les plus faibles sont mesurés au niveau de l'embouchure (Adour marégraphe et ZI de Tarnos) qui représente la partie de l'estuaire ou la dilution avec les eaux océaniques faiblement contaminées, est la plus importante.

Pour chaque classe de données, la corrélation entre le cumul de précipitations mesuré le jour j, le jour j-1, ou les jours [(j+(j-1))] et la



contamination bactériologique a été recherchée (Annexe 6). Aucune relation significative n'a pu être mise en évidence.

Cependant, aux points «Quai Edmond Foy» et «Quai du Bazet», la superposition des courbes d'évolution des contaminations aux débits journaliers de l'Adour à Urt (Fig. 7) semble indiquer une relation inverse entre ces deux paramètres.

Cette observation nous a donc conduit à étudier les corrélations contamination/débit pour ces deux points. Une première recherche de relation a été réalisée avec le débit du jour précédent le prélèvement de façon à prendre en compte le temps de propagation des eaux entre les stations hydrométriques des Landes et l'embouchure (cf. chap. 2.1). Un second traitement a été effectué avec le débit cumulé sur la semaine précédant chaque analyse. Cette dernière relation est présentée en annexe 7. La tendance qui semblait apparaître sur la figure 7 n'a pas été confirmée par les corrélations statistiques testées.

En dernier recours, la méthode des sommes cumulées (IBANEZ et *al.*, 1993) a été appliquée à l'analyse de la coévolution des numérations bactériologiques mesurées au quai Edmond Foy et de la somme des débits de l'Adour à Urt la semaine précédant l'analyse (Fig. 8). Cette méthode<sup>1</sup> consiste à choisir une valeur de référence (k), ici la moyenne de la série considérée, à centrer les valeurs sur (k) puis à les cumuler progressivement. On obtient un graphique dans lequel :

- ✓ les ruptures de pentes indiquent les discontinuités dans l'évolution temporelle du paramètre considéré ;
- ✓ les pentes positives indiquent que les valeurs successives sont supérieures au seuil (k) ;
- ✓ les pentes négatives indiquent que les valeurs successives sont inférieures au seuil (k).

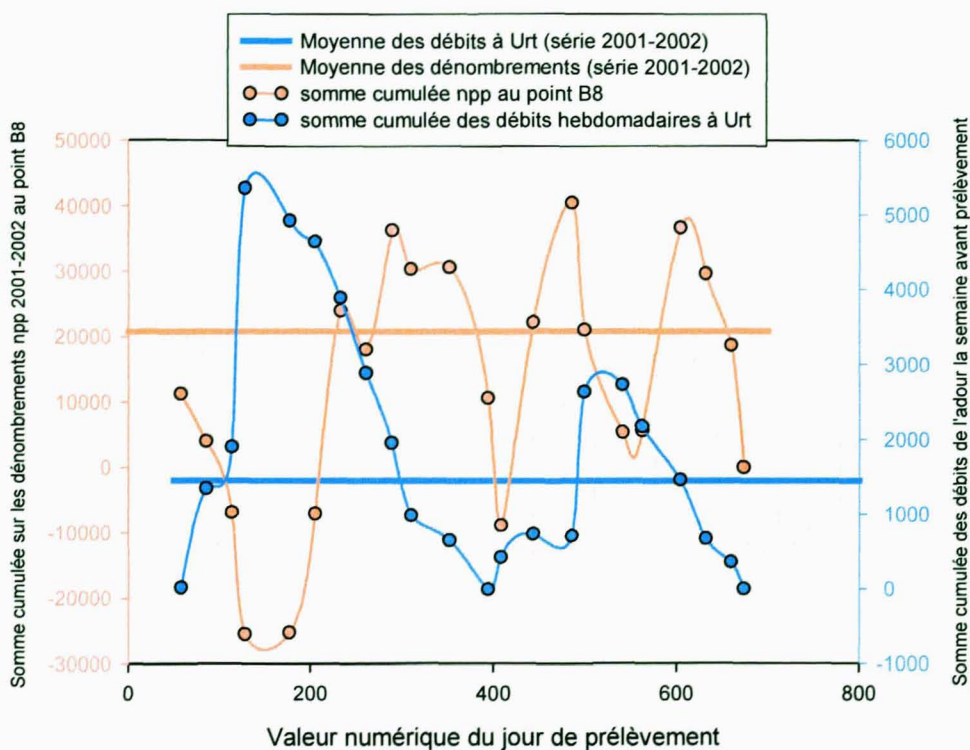
<sup>1</sup>Formule mathématique de calcul des sommes cumulées S par rapport à un seuil de référence r (généralement la valeur moyenne de la série) :  $S1 = (x1-r)$

$$S2 = (x1-r) + (x2-r) = S1 + (x2-r) = x1 + x2 - 2r$$

.....







**Figure 8 : Sommes cumulées des débits et des contaminations au point B8.**

Bien que peu élevé, le nombre de résultats aujourd'hui disponibles permet de suggérer une relation inverse entre débit de l'Adour et contamination au point B8. Ainsi, lorsque la contamination des huîtres est supérieure à la moyenne de la série, on observe, le plus souvent, un débit inférieur à la moyenne des débits. Ce résultat devra être confirmé après quelques années de suivi.

La saison estivale associe débit d'étiage du fleuve et augmentation de la pression anthropique exercée par les agglomérations sur le milieu récepteur (augmentation de la population l'été). Au contraire, en automne et hiver les débits mesurés sont plus élevés ce qui favorise à la fois la dynamique d'expulsion en mer des eaux de l'estuaire et la dilution des bactéries (SEAMER, 2001) combinés à une pression urbaine plus faible.

En 2003, cette analyse pourrait être affinée par la prise en compte du facteur «pression anthropique» estimé à partir du tonnage d'ordures ménagères collectées chaque semaine, sur la CABAB. Pour cela, il



faudrait pouvoir reconstituer cette série de données, sur la période complète 2001-2003.

### 2.2.2. Présence/absence de salmonelles et identification des sérotypes

En 2002, pour les 5 points échantillonnés, la présence de salmonelles a été recherchée chaque mois, contrairement à l'année 2001 où les prélèvements n'étaient que trimestriels.

Sur 60 prélèvements effectués, 10 ont été positifs (Fig. 9). *Salmonella typhimurium* a été détectée cinq fois, *S. brandenburg* deux fois et *S. indiana*, *S. tilburgh*, *S. veneziana* une fois chacune.

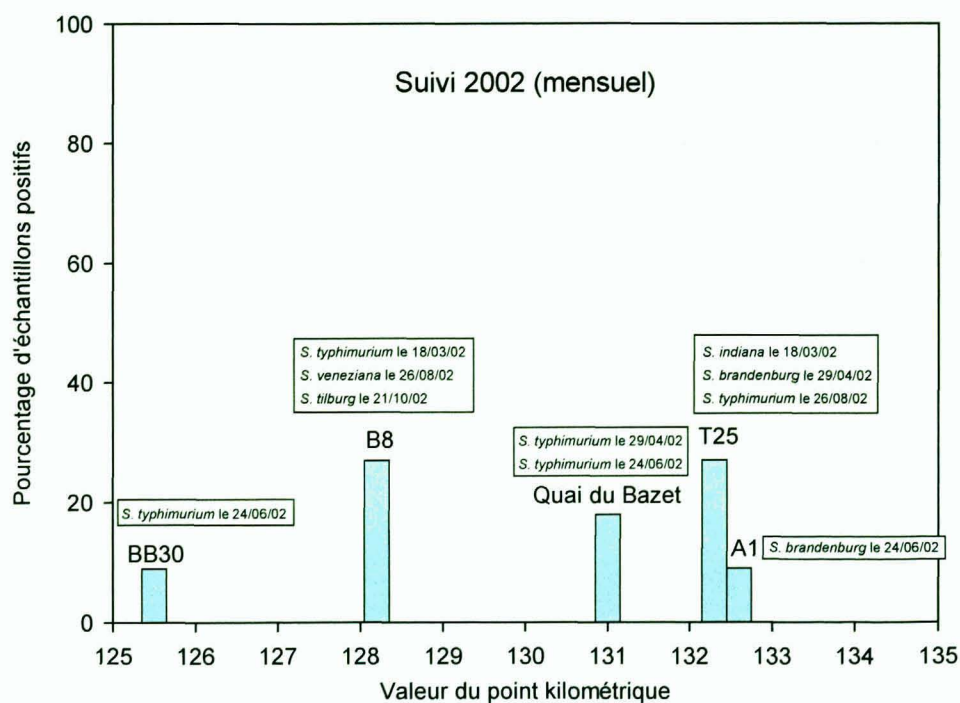


Figure 9 : Pourcentage de présence de salmonelles dans les huîtres de l'Adour et sérotypes isolés.

Ces proportions, bien que portant sur un très petit nombre de sérotypes, reflètent bien la répartition épidémiologique des salmonelles isolées chez



l'homme (Tableau 2) et dans la filière animale. Le rapport d'activité du Centre National de Référence des Salmonelles 1999 (CNR Institut Pasteur) souligne l'importance quantitative de *S. typhimurium* qui représente 32% des salmonelles isolées chez l'homme.

Rang	Sérotype	N en 1999	Pourcentage
1	<i>enteridis</i>	4579	33
2	<i>typhimurium</i>	4386	32
3	<i>hadar</i>	880	6
4	<i>virchow</i>	376	2
5	<i>heidelberg</i>	298	2
6	<i>infantis</i>	283	2
7	<i>newport</i>	186	1
8	<i>derby</i>	163	1
9	<i>brandenbourg</i>	161	1
10	<i>typhi</i>	145	1
11	<i>bovismorbificans</i>	109	<1
12	<i>dublin</i>	103	<1
13	<i>saintpaul</i>	86	<1
14	<i>bredeney</i>	79	<1
15	<i>anatum</i>	78	<1

**Tableau 2 : Répartition des principaux sérotypes de Salmonella enregistrés au Centre National de Référence des salmonelles de l'Institut Pasteur en 1999.**

La surveillance des souches d'origine non humaine, réalisée par l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), montre la prépondérance de ce sérotype tant dans la filière santé humaine et production animale que dans le secteur alimentaire (1/3 des isolats) et dans l'environnement (15%). Il s'agit donc d'un sérotype très ubiquitaire, comme *S. brandenburg* et *S. indiana* retrouvés aussi bien chez l'homme (environ 1% des sérotypes identifiés par le CNR) que dans la filière animale où les pourcentages sont variables selon les secteurs mais peuvent atteindre 17,5% pour *S. indiana* dans les produits aviaires.

*S. tilburg* et *S. veneziana*, qui ont été isolés à partir d'échantillons d'huîtres prélevés au niveau du quai Edmond Foy, ne figurent pas dans les sérotypes recensés par le CNR ou l'AFSSA mais sont mentionnées par le Centre national d'épidémiologie d'Espagne (1 fois dans la filière

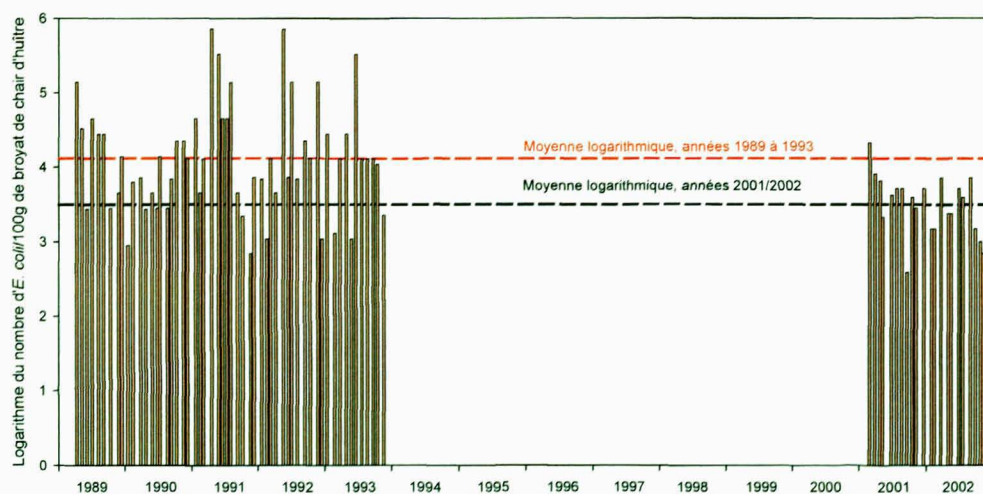


animale pour *S. tilburg* et surtout dans 12% des sérotypes détectés dans l'environnement aquatique pour *S. veneziana*). *S. veneziana* a été isolée aussi bien dans les eaux de rivière que dans les eaux de mer ou les eaux de boisson. Sa présence dans les eaux de l'Adour en aval de la confluence avec la Nive n'est donc pas étonnante et pourrait être le témoignage d'un foyer pyrénéen.

L'identité des souches recueillies dans l'Adour ne permet pas de préjuger de leur origine (abattoir, station d'épuration...) mais bien entendu confirme l'interdiction de consommation des huîtres sauvages dans lesquelles elles ont été détectées.

### 2.2.3. Comparaison avec les résultats de suivis antérieurs

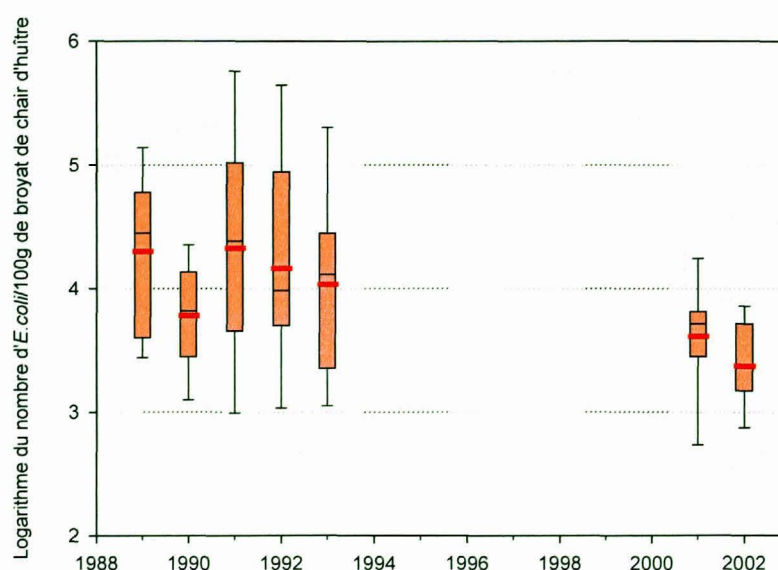
Si l'on compare les dénombrements d'*Escherichia coli* obtenus entre 1989 et 1993, dans le cadre du Réseau national de surveillance Microbiologique (REMI), à ceux mesurés en 2001 et 2002 sur le même gisement (Adour marégraphe) avec une méthode d'analyse identique (NPP), on constate que les valeurs actuelles sont inférieures à celles mesurées au début des années 1990 (Fig. 10).



**Figure 10 : Evolution du nombre d'*E. coli* dans les huîtres prélevées au point «Adour marégraphe» de 1989 à 1993 (REMI) et en 2001 et 2002 (présente étude).**



La représentation de la distribution statistique des valeurs, par année (Fig. 11), confirme ce résultat. La médiane 2002 est légèrement inférieure à la médiane 2001 alors que l'année peut-être considérée comme climatologiquement normale. En outre, les contaminations observées sont toujours assez nettement plus faibles que celles mises en évidence au cours des années 1989 à 1993.



**Figure 11 : Statistiques de distribution des dénombrements en *E. coli* au point «Adour marégraphe» de 1989 à 1993 (REMI) et en 2001 et 2002 (présente étude).**

A ce niveau de la comparaison, il nous semble important de rappeler que les organismes indicateurs biologiques, tels que *Crassostrea gigas*, intègrent la contamination bactérienne contenue dans l'eau qui les baigne. En conséquence, en un point donné, ces indicateurs ne pourront traduire une évolution des flux que si la dynamique locale de dilution/dispersion est strictement identique au cours des périodes considérées. Dans ce cas, l'augmentation ou la diminution des flux induira directement une élévation ou une baisse des concentrations dans l'eau, mesurées sur zone.

Les résultats présentés sur la figure 11 permettent seulement d'affirmer que la contamination des masses d'eau au droit du point «Adour marégraphe» a diminué au cours des dix dernières années. Ceci ne donne

aucune information relative à l'évolution dans le temps des flux de bactéries déversés dans l'Adour et par l'Adour, cette amélioration pouvant simplement résulter d'une modification de la dynamique de l'embouchure (dragage, remodelage) favorable à la dispersion donc à la dilution des apports. Seule l'évaluation périodique et pérenne de ces flux rejetés dans le fleuve et par le fleuve pourrait apporter quelques éléments de réponse à ce sujet.

### 2.3. Micro-polluants chimiques

Comparée aux mesures effectuées sur la colonne d'eau, l'analyse des contaminants chimiques présents dans les organismes vivants permet d'obtenir une bien meilleure représentativité spatio-temporelle des résultats. Cette méthodologie utilisée depuis la fin des années 70 par le RNO a permis de constituer une base de données dans laquelle sont stockées toutes les valeurs de contamination du littoral français. Par référence à ces niveaux, on peut apprécier l'état relatif de la qualité d'un écosystème littoral. Dans ce chapitre, les résultats bruts obtenus seront comparés d'une part à la valeur médiane RNO (1999, 2000, 2001) calculée pour l'ensemble des points situés sur le littoral Manche-atlantique, d'autre part aux valeurs rencontrées dans les estuaires pour lesquels existe un suivi sur le même indicateur (*C. gigas*).

#### 2.3.1. Résultats obtenus pour les micro-polluants métalliques

Les résultats présentés dans ce paragraphe concernent les contaminants métalliques (mercure, plomb, cadmium, chrome total, cuivre et zinc) habituellement suivis dans un réseau environnemental. Ces valeurs brutes n'ont pas été désaisonnalisées. Elles sont exprimées en  $\text{mg.kg}^{-1}$  de poids sec de chair de coquillages.

A l'issue de la seconde année de suivi, le nombre de résultats disponibles est suffisant sur trois des cinq points (ZI de Tarnos, Quai Edmond Foy, Adour amont) pour tester la corrélation linéaire entre points et entre paramètres. Ces indications (annexes 8 à 15) ont facilité l'interprétation des courbes d'évolution qui sont présentées sur les figures 12 à 17.

Pour les deux autres sites, nous ne possédons actuellement que quatre valeurs. Les données au point RNO «Adour marégraphe» ne sont, pour l'instant, disponibles que pour l'année 2001. Celles relatives à la station «Quai du Bazet» n'ont pas été acquises en 2001. Dans ces conditions, il





n'est pas envisageable d'effectuer un traitement statistique sur seulement quatre valeurs.

### ① Mercure

Les concentrations en mercure observées dans l'estuaire de l'Adour sont légèrement supérieures aux teneurs habituellement rencontrées sur le littoral Manche-Atlantique tous secteurs confondus (littoraux et estuaires). Pour ce paramètre, la matrice de corrélation par calcul du moment de Pearson (annexe 8) indique une relation hautement significative entre les trois sites testés (ZI de Tarnos, Quai Edmond Foy, Adour amont). Les courbes d'évolution confirment une tendance généralisée à la baisse (Fig. 12).

Sur le secteur du Quai du Bazet, les contaminations apparaissent assez nettement inférieures à la médiane nationale du RNO.

Au point «Adour marégraphe», les valeurs 2001 sont assez élevées, comparables à celles obtenues sur la rive opposée (T25).

Le gradient de concentration entre l'amont et l'aval évoqué dans le rapport du suivi 2001 n'est pas retrouvé en 2002. Pratiquement tous les sites (excepté Adour marégraphe) sont, depuis le début de l'année 2002, stabilisés autour de la valeur de la médiane nationale RNO.

Pour mémoire, si l'on compare la contamination en mercure des huîtres de l'estuaire de l'Adour à la valeur maximale admissible dans les mollusques, fixée par le règlement CE N°466/2001 de la commission du 8 mars 2001 à  $0.5 \text{ mg.kg}^{-1}$  de poids frais de bivalve ( $2.5 \text{ mg.kg}^{-1}$  de poids sec), on constate que ces coquillages appartenant à des gisements naturels interdits d'exploitation présentent des teneurs en mercure faibles, toujours nettement inférieures au seuil de  $2.5 \text{ mg.kg}^{-1}$  de chair sèche.

### ② Plomb

Hormis l'échantillon prélevé au point «Adour amont» le 7 mai 2001, les teneurs en plomb sont comparables à la médiane des mesures effectuées sur le littoral Manche-Atlantique ce qui représente un niveau plutôt bas pour un estuaire (Fig. 13).



La recherche des corrélations entre points (annexe 9) met en évidence des relations significatives entre l'évolution des teneurs observées sur les trois points (T25, B8, BB30), qui sont actuellement stabilisées autour de la médiane nationale RNO. Les séries incomplètes concernant les points «Adour marégraphe» et «Quai du Bazet» montrent un résultat équivalent.

L'hypothèse d'un faible gradient croissant de l'amont vers l'aval, émise en 2001, n'est pas confirmée en 2002.

Hormis l'échantillon prélevé le 7 mai 2001 au point «Adour amont», la totalité des mollusques échantillonnés présente une teneur en plomb inférieure au seuil limite de consommation fixé par le règlement CE N°466/2001 à  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  de poids frais de coquillages soit  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$  de poids sec.

### ③ Cadmium

De manière générale, excepté le secteur Bazet, les contaminations en cadmium observées dans l'estuaire de l'Adour demeurent supérieures aux teneurs habituellement rencontrées sur le littoral Manche-Atlantique tous secteurs littoraux confondus.

La matrice de corrélation (annexe 10) n'indique aucune relation significative entre les points. Les courbes d'évolution semblent montrer une faible tendance à l'amélioration au niveau des points «ZI de Tarnos» et «Quai Edmond Foy» (Fig. 14). Cette hypothèse est renforcée par l'examen des matrices de corrélation aux points «Quai Edmond Foy» (annexe 11) et «ZI de Tarnos» (annexe 12) qui mettent en évidence des similitudes d'évolution sur les teneurs en cadmium et en mercure relevées sur ces deux sites, en particulier au point «Quai Edmond Foy».

Sur le gisement situé Quai du Bazet, les contaminations sont équivalentes à la médiane nationale du RNO, ce qui représente un niveau plus faible que celui observé sur les autres secteurs suivis

Les valeurs les plus élevées sont observées aux points «Adour amont» et «ZI de Tarnos». Cependant, comparée aux autres estuaires atlantiques pour lesquels il existe des données de référence (Gironde et Bidassoa), l'Adour apparaît beaucoup moins contaminé que la Gironde où les concentrations mesurées restent particulièrement fortes.



La contamination globale de l'estuaire semble décroître de l'amont vers l'aval (Adour amont, Quai Edmond Foy, Quai du Bazet), jusqu'au secteur industriel de Tarnos où elle s'élève de nouveau.

Les résultats obtenus depuis deux ans laissent penser qu'il existe, pour l'estuaire de l'Adour, trois sources de contamination potentielles par le cadmium : le bassin versant amont, la zone industrielle de Tarnos et dans une moindre mesure, l'agglomération de Bayonne.

Comme pour les autres métaux, nous avons choisi de comparer les teneurs en cadmium mesurées sur les différents secteurs d'études à la teneur maximale admissible dans la chair des huîtres destinées à la consommation humaine fixée par le règlement CE N°466/2001. Les résultats obtenus au cours des deux années de suivi sont toujours inférieurs à cette valeur seuil ( $5 \text{ mg.kg}^{-1}$  de poids sec de coquillages).

#### ④ Chrome total

Une étude menée en 1991 dans le cadre du RNO a permis d'établir le niveau moyen de contamination du littoral français. Estimé à  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  de poids sec d'huîtres creuses, il est comparable à celui mis en évidence dans les autres pays industrialisés.

Sur l'ensemble des deux années, les valeurs mesurées dans l'estuaire de l'Adour (Fig. 15) sont, le plus souvent, comprises entre  $0.6$  et  $1.4 \text{ mg.kg}^{-1}$  ce qui correspond au niveau moyen observé sur le littoral français. En outre, en 2002, nous avons mesuré (pour tous les points), des teneurs équivalentes voir inférieures à ce niveau moyen. Les fortes contaminations ponctuelles mises en évidence en 2001, n'ont pas été retrouvées.

Pour ce paramètre, la matrice de corrélation (annexe 13) n'indique aucune relation significative entre les points «Adour marégraphe», «ZI de Tarnos», «Quai Edmond Foy» et «Adour amont».

Si l'on fait abstraction des trois pics observés au début de l'étude, on peut considérer le niveau de contamination en chrome de cet estuaire comme satisfaisant.





### ⑤ Cuivre

L'accumulation de cuivre dans la chair des huîtres de l'Adour est modérée sur la plupart des secteurs (Fig. 16). Excepté «Quai du Bazet» où il est plus bas, le niveau observé bien que supérieur à la médiane nationale RNO, se situe plutôt dans une fourchette de valeurs basses pour une zone estuarienne.

La matrice de corrélation (annexe 14) ne montre pas de relations significatives entre les points.

Au niveau de Tarnos, on observe une tendance assez régulière à la décroissance. Par opposition, le point «Adour amont» semble en augmentation progressive mais le niveau de départ était inférieur à celui observé sur les autres secteurs (ZI de Tarnos et Quai Edmond Foy). Le gisement situé Quai du Bazet confirme le niveau très bas mis en évidence pour tous les contaminants métalliques. Les teneurs en cuivre y sont équivalentes à la valeur de la médiane RNO calculée pour l'ensemble du littoral français, tous secteurs confondus. Au droit de la ZI de Tarnos on relève, pour ce paramètre également, une nette amélioration. Sur l'ensemble de la période 2001-2002, le secteur influencé par l'agglomération de Bayonne (Quai Edmond Foy) est toujours plus contaminé que les autres avec toutefois, une tendance à la stabilité.

Ces résultats pourraient signifier que la contribution du bassin versant augmente lentement tandis que les apports locaux en cuivre provenant notamment de l'agglomération de Bayonne (B8) tendent à se stabiliser.

### ⑥ Zinc

En ce qui concerne la contamination par le zinc, nous retrouvons des tendances comparables à celles relevées pour le cuivre (Fig. 17). Les teneurs observées sont supérieures à la médiane RNO mais demeurent à un niveau couramment rencontré en zone estuarienne.

Les matrices de corrélation au point «ZI de Tarnos» (annexe 12) et «Adour amont» (annexe 15) indiquent une relation hautement significative entre les teneurs en cuivre et zinc sur ces deux secteurs. Cette observation conduit aux mêmes conclusions que dans le paragraphe précédent.



La partie amont de la zone d'étude (BB30) subit une élévation régulière de la contamination en zinc tandis que sur la rive droite de l'embouchure on relève une diminution très nette de celle-ci. Le gisement situé Quai du Bazet est caractérisé une fois encore par de faibles valeurs équivalentes à la médiane nationale RNO. Au niveau de l'agglomération de Bayonne (B8), on retrouve des teneurs élevées qui paraissent plutôt stabilisées.

### 2.3.2. Résultats obtenus pour les micro-polluants organiques

Les résultats présentés dans ce paragraphe concernent les contaminants organiques HAP, PCB, DDT, lindane et un organo-métallique le TBT. Ils sont exprimés en  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  de poids sec de chair de coquillages à l'exception des teneurs en TBT qui le sont en ng de Sn.kg<sup>-1</sup> de poids sec. Pour chaque contaminant, les résultats sont interprétés point par point puis les secteurs échantillonnés sont comparés entre eux en fonction de la géographie de l'estuaire (amont, aval).

#### ① Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Pour ces contaminants, le suivi mis en œuvre depuis le début de l'étude porte sur les 16 HAP reconnus au plan international comme présentant des risques de toxicité majeurs pour l'environnement et retenus par l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) pour définir une valeur guide dans les produits de la mer. Ce seuil qui a été fixé dans le cadre de la crise consécutive au naufrage de l'ERIKA a surtout pour objet de garantir la sécurité sanitaire des coquillages. Les niveaux de référence RNO également calculés à partir de ces 16 composés (médiane nationale Manche-Atlantique) apportent une information plus environnementale.

Le choix d'une quantification trimestrielle a été motivé par la durée assez brève de l'étude préliminaire réalisée sur l'estuaire de l'Adour (3 ans) et la nécessité de disposer d'un nombre suffisant de valeurs pour l'interprétation des données. Il est important de noter que pour le suivi des HAP effectué dans le cadre du RNO, la stratégie désormais retenue est annuelle avec un seul prélèvement au mois de novembre.

Comme cela a été précisé dans le document RNO (édition 2002), ces 16 HAP sont les seuls hydrocarbures pour lesquels il existe un nombre

suffisant de données de référence permettant de suivre l'évolution de la qualité du milieu marin littoral.

En 2002, lors d'une réunion de présentation des résultats Adour 2001, une interrogation relative à l'éventuelle élévation de la contamination en naphtalène dans l'estuaire de l'Adour a été formulée. Il semble aujourd'hui que le dosage des composés les plus légers tels que le naphtalène, l'acénaphène et l'acénaphylène pose des problèmes méthodologiques liés à leur grande volatilité. Ainsi, dans les suivis environnementaux tels que la surveillance des effets consécutifs aux naufrages de l'Erika et du Prestige, les résultats obtenus pour ces composés ne sont pas considérés comme représentatifs de leur réelle présence dans le milieu. Ils ne sont donc pas pris en considération et le bilan environnemental porte seulement sur 13 des 16 HAP (RNO, édition 2002). Malgré cela, l'interprétation des résultats «matière vivante» obtenus dans le cadre de l'étude Adour portera sur la liste des 16 HAP retenue par l'AFSSA.

Comme pour tous les autres contaminants chimiques présentés dans ce document, les courbes d'évolution de la contamination en HAP des huîtres de l'Adour (Fig. 18) ont été établies à partir des données brutes.

De manière générale, il apparaît que la contamination en HAP est élevée comparée aux teneurs habituellement mesurées sur le littoral de la Manche et de l'Atlantique. Toutefois, il est à noter que les valeurs obtenues sont conformes à celles que l'on observe sur les autres estuaires français. Les courbes d'évolution (Fig. 18), montrent des concentrations plus fortes sur le secteur du quai du Bazet et une diminution de la contamination en particulier aux points Adour amont (BB30) et quai Edmond Foy (B8) et dans une moindre mesure à l'embouchure, au niveau de la ZI de Tarnos (T25).

La notion d'empreinte de contamination utilisée dans le cadre du suivi Erika (RNO, édition 2002) à partir d'une représentation graphique en radar des teneurs mesurées a été appliquée au suivi environnemental RESADOUR. Les enveloppes ont été construites avec les teneurs mesurées pour les 16 HAP reportées sur une échelle logarithmique ce qui permet de donner un peu de représentativité aux concentrations les plus faibles. L'étude de ces empreintes de contamination en 16 HAP, par point et par date (annexe 16 à 20) conduit au constat suivant :

Adour marégraphe (A1) : Une seule empreinte (annexe 17) est actuellement disponible car les échantillons du RNO 2001 n'ont pas





encore été analysés. Les HAP légers (naphtalène et acénaphène) constituent la majorité (54,3 %) des hydrocarbures accumulés par les huitres sur ce secteur. Ensuite, les composés les plus représentés sont le phénanthrène (14,7 %), le fluoranthène (10,9 %), le pyrène (10,3 %), le benzo(a)anthracène (6 %) et le chrysène (12 %).

ZI de Tarnos (T25) : Sur les huit signatures étudiées (annexe 18), on retrouve en moyenne (Fig. 18) les mêmes proportions en composés de poids intermédiaire qu'au point «Adour marégraphe», phénanthrène (19,2 %), fluoranthène (18,5 %), pyrène (15 %), benzo(a)anthracène (6,2 %) et chrysène (9,7 %). Par contre, les composés légers tels que naphtalène et acénaphène représentent une fraction plus faible (17,5 % des HAP mesurés). Sur ce secteur, on note également la présence régulière mais en quantité moindre de HAP plus lourds comme le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène.

Quai du Bazet : Pour cette zone, la représentation graphique en radar (Fig. 18) donne une empreinte moyenne similaire à celle mise en évidence au point «ZI de Tarnos». La répartition des composés légers, intermédiaires et lourds est la même. Le naphtalène et l'acénaphène représentent 19,5 % des HAP mesurés, le phénanthrène 15,7 %, le fluoranthène 22,8 %, le pyrène 16,7 %, le benzo(a)anthracène 5,4 %, le chrysène 9,7 %, le benzo(b)fluoranthène 4,5 % et le benzo(k)fluoranthène 2 %.

Quai Edmond Foy (B8) : Sur cette zone située au centre de l'agglomération de Bayonne, on retrouve également le même type de signature avec toujours prédominance des molécules de poids intermédiaire comme le phénanthrène (16,5 %), le fluoranthène (17,2 %) et le pyrène (18,8 %). Comme aux deux points précédents, les teneurs en HAP légers (naphtalène et acénaphène), bien que difficilement interprétables, représentent 15,6 % du total. A la différence des autres secteurs situés plus en aval de l'estuaire, on note plusieurs fois, à hauteur de ces quais urbains, des traces de contamination par des composés plus lourds comme le benzo(g,h,i)pérylène (3 % le 2008/2001) et le indéno(1,2,3-cd)pyrène (7 % le 24/06/2002).

Adour amont (BB30) : Dans la partie amont de la zone de l'étude, les empreintes ponctuelles en radar évoquent des apports sensiblement différents même si on retrouve généralement les mêmes composés dominants, phénanthrène (16,9 %), fluoranthène (16,5 %) et pyrène (21 %). Dans ce secteur, on note la plus faible proportion (13 %) de HAP





légers comme le naphthalène et l'acénaphène. Par opposition, les hydrocarbures à haut poids moléculaire (benzo(a)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène) sont beaucoup mieux représentés que sur les autres sites échantillonnés.

On sait aujourd'hui que les principales sources d'apport en hydrocarbures dans l'eau proviennent des déversements directs de produits pétroliers, des traitements à la créosote, des rejets issus des usines notamment métallurgiques et des retombées de HAP atmosphérique. Ceci permet de distinguer deux origines anthropiques :

- ✓ une source pétrolière attribuable aux rejets directs,
- ✓ une source pyrolytique résultant des processus de combustion à haute température (combustion des énergies fossiles et des essences, incinérateurs, cheminées domestiques, unités de production de goudrons et d'asphaltes, destruction des déchets pneumatiques ...).

Ces deux types de pollution peuvent être caractérisés par leur signature en HAP (Rocher, 2000). Ainsi la présence en proportion importante de naphthalène et de fluorène est généralement associée à des sources pétrolières tandis que les composés plus lourds, chrysène et fluoranthène, sont considérés comme spécifiques d'une origine pyrolytique

Lorsque l'on applique cette notion de traceur de pollution aux résultats obtenus sur les sites échantillonnés dans le cadre de l'étude Adour 2001-2002, on constate que sur 4 des 5 points, les composés les plus présents sont plutôt issus de la seconde catégorie regroupant les résidus générés par procédés pyrolytiques de toutes sortes. Il est à noter également que plus on remonte vers la partie amont («quai Edmond Foy» et surtout «Adour amont») plus la signature en composés lourds est perceptible. Au niveau du point «Adour marégraphe» situé à proximité de l'embouchure, on observe une répartition différente des composés avec prédominance de molécules légères naphthalène et fluorène (52.2 % de la somme des 16 HAP) caractéristiques d'une origine plutôt pétrolière (déversement) de la pollution mesurée. Mais pour cette zone, le constat établi à partir d'un seul résultat demeure très incertain. Seuls les résultats HAP du RNO, lorsqu'ils seront disponibles, permettront de valider ou de rejeter l'hypothèse formulée.



## ② Polychlorobiphényles

Ce sont des composés organochlorés de synthèse à haut poids moléculaire et d'une grande stabilité. Produits industriellement à partir de 1930, ils ont été largement utilisés en Europe puis progressivement interdits en raison de leur toxicité chronique (dysfonctionnement hépatique, effets cancérigènes,...) et de leur persistance dans l'environnement. Le groupe des PCB est constitué de 209 congénères qui se distinguent par le nombre et la position des atomes de chlore fixés sur la molécule.

Une liste de 11 congénères, établie à partir de l'expérience acquise au travers des grands programmes internationaux de surveillance, définit les congénères à mesurer en priorité. De façon schématique, elle comporte les composés les plus présents dans les matrices habituellement étudiées (eau, air, sédiment, organismes vivant, aliment) ou les plus toxiques (RNO, édition 2002).

Dans les laboratoires de recherche, les techniques analytiques modernes ont abaissé le seuil de quantification à 0,1 nanogramme par gramme de poids sec. Le laboratoire Municipal et Régional de Rouen dose ces 11 congénères avec une limite de détection à 1 nanogramme par gramme de poids sec.

L'étude de la distribution des différents congénères dans les huîtres de l'Adour (empreinte) n'apporte pas d'élément déterminant dans l'identification de l'origine des apports en PCB. En effet, on retrouve généralement une distribution très comparable dans les organismes vivants appartenant à des taxons voisins (niveaux trophiques et capacité de biotransformation comparable) (RNO, édition 2002).

Pour chaque point, la matrice de corrélation, par le calcul du moment de Pearson, entre les teneurs en CB153 et la somme des valeurs obtenues pour les 11 congénères, montre qu'il existe une relation très hautement significative entre ces deux paramètres ( $R > 0.95$ ). De ce fait, l'évolution de la contamination par les PCB pourra être étudiée à partir des courbes d'évolution de la teneur en CB153 (Fig. 19) qui est un des composés le plus abondant et le plus persistant dans les mollusques.

Exceptionnellement, pour cette famille de contaminants, nous ne ferons pas référence au niveau médian national défini par le RNO puisqu'au point «Adour marégraphe», les mesures réalisées par le laboratoire IFREMER/DEL/PC (12/02/2001 et 22/05/2001) et celles obtenues par le



laboratoire de Rouen (20/08/2001) différent de façon significative. Dans le suivi RNO, les valeurs habituellement rencontrées sur ce secteur sont significativement plus élevées. En outre, l'étude comparative des teneurs en CB153 mesurées dans les sédiments de l'Adour, de la baie de Chingoudi (Bidassoa) et du bassin d'Arcachon, au cours de la campagne RNOSED 1999 met en évidence un niveau de présence dans les sédiments de l'Adour comparable à celui observé dans ceux prélevés à l'embouchure de la Bidassoa. Ce résultat est en contradiction avec la faible contamination des huîtres révélée par le suivi Adour 2001 et 2002, proche de celle observée sur le bassin d'Arcachon considéré comme un site préservé de la pollution par les PCB.

L'étude des courbes d'évolution de la concentration en CB153 (Fig. 19) indiquent un niveau de contamination à peu près équivalent sur toute la zone de l'étude qui fluctue dans le temps de la même façon, particulièrement entre les secteurs de Tarnos (T25) et du quai Edmond Foy (B8). Cette similitude d'allure des courbes entre les points est sans doute en partie due au cycle physiologique de l'huître. Fortement lipophiles, les PCB sont plus ou moins bioaccumulés en fonction de la teneur en lipides dans la chair des organismes vivants (MARCHAND *et al.*, 1990). La valeur maximale toujours observée au mois de juin correspond à la fin de la période de maturation de l'huître au cours de laquelle les réserves en glycogène ont été transformées en lipides favorisant ainsi l'accumulation des PCB. La chute brutale des contaminations entre le mois de juin et le mois de septembre est due à la ponte qui libère dans l'environnement les gamètes riches en lipides donc en PCB. Compte tenu de ces éléments, lorsque l'on souhaite dégager des tendances d'évolution temporelle à partir de série chronologiques longues il est nécessaire d'appliquer un traitement permettant de soustraire la composante saison des données. La série aujourd'hui disponible dans le cadre de l'étude Adour n'est pas suffisamment longue pour que les données puissent être désaisonnalisées et traitées comme série temporelle.

Bien qu'assez peu représentatifs (1 seule valeur), les flux en PCB particuliers mesurés en septembre 2001 par le LPTC montrent une prédominance des apports en provenance du bassin versant (90 %). Seuls les ruisseaux urbains (Maharin et Aritxague) traversant l'agglomération de Bayonne et dans une moindre mesure la Nive, contribueraient, mais pour une faible proportion (10%), à la contamination en PCB du bas estuaire.



Actuellement, un certain nombre d'incertitudes demeurent sur les niveaux absolus déterminés par le laboratoire de Rouen. L'interprétation relative des données acquises dans les mêmes conditions (RESADOUR 2001 et 2002) reste possible mais ne conduit qu'à la mise en évidence de différences entre les points. Afin de lever ces incertitudes, nous envisageons en 2003 de comparer les résultats obtenus par les deux laboratoires, sur des échantillons communs. Compte tenu de ces éléments et en particulier des teneurs en PCB mesurées dans les sédiments du bas estuaire, nous considérons aujourd'hui que le niveau de contamination en PCB des huîtres de l'embouchure de l'Adour reste celui mis en évidence par le RNO au niveau du point «Adour marégraphe» qui correspond à une présence plutôt élevée.

### ③ DDT

Le DDT est un insecticide organochloré classé dans les polluants organiques persistants dans l'environnement. Les effets toxiques de ce composé et sa faible biodégradabilité ont conduit, en 1972, les Etats Unis et les pays européens à interdire son utilisation. Les séries 1979 à 1991 du RNO confirment la baisse généralisée des teneurs en DDT et de ses métabolites DDD et DDE sur le littoral français.

Les teneurs mises en évidence dans l'Adour (Fig. 20), bien que supérieures aux valeurs observées sur le littoral Atlantique et dans les estuaires de la Gironde et de la Bidassoa, sont sans comparaison avec les concentrations cent fois plus élevées qui étaient régulièrement détectées au cours des années 80.

Comme pour les PCB, la tendance fortement lipophile de ces contaminants (accumulation en fonction de la teneur en lipide de la chair des organismes) perturbe l'analyse des tendances d'évolution. En attendant de disposer d'une série de données plus longue qui pourra être désaisonnalisée, nous constatons simplement que, de façon générale (T25, B8, BB30), les teneurs mesurées au cours du printemps et de l'été 2002 paraissent plutôt en augmentation par rapport à 2001. Pendant l'automne, ces contaminations diminuent pour atteindre à l'entrée de l'hiver un niveau assez bas proche de la médiane nationale du RNO. Ces résultats, bien que tout à fait conformes à la tendance nationale, attestent de l'existence de bouffées de DDT qui peuvent résulter de phénomènes de relargage se produisant au niveau de terrains traités par le passé, situés sur les bassins versants de l'Adour, des gaves réunis, de la Nive et des ruisseaux urbains qui traversent l'agglomération de Bayonne.



#### ④ Lindane

Depuis les années 50, le lindane a été utilisé comme insecticide agricole pour le traitement des sols ainsi que des bois destinés à la construction. Son utilisation maintenant fortement réglementée est limitée régionalement au traitement anti-termites des sols avant construction. Les résultats publiés dans l'édition 2001 du RNO reflètent bien l'abandon de l'utilisation de ce composé.

Les résultats obtenus sur l'Adour en 2001 et 2002 n'échappent pas à cette tendance générale. Les teneurs observées sont toujours inférieures à la limite de détection analytique de ce polluant qui est donc peu ou pas présent dans l'estuaire de l'Adour.

#### ⑤ TBT

Les tributylétains (TBT) sont des substances pesticides extrêmement toxiques utilisées comme agent général de conservation des bois et fongicide. En France, leur emploi dans les peintures marines antisalissure a été interdit, pour les navires de moins de 25 m, à partir de 1982. Les tests de toxicité ont en effet montré que la reproduction des bivalves est perturbée quand les concentrations en TBT dans l'eau sont supérieures à 20 ng.l<sup>-1</sup>. A des teneurs voisines de 1 ng.l<sup>-1</sup>, des modifications de la sexualité de certains gastéropodes sont observées, se traduisant par l'apparition de caractères mâles chez les femelles, phénomène connu sous le nom d'imposex. Au stade aigu, les femelles deviennent stériles et le renouvellement des populations est menacé.

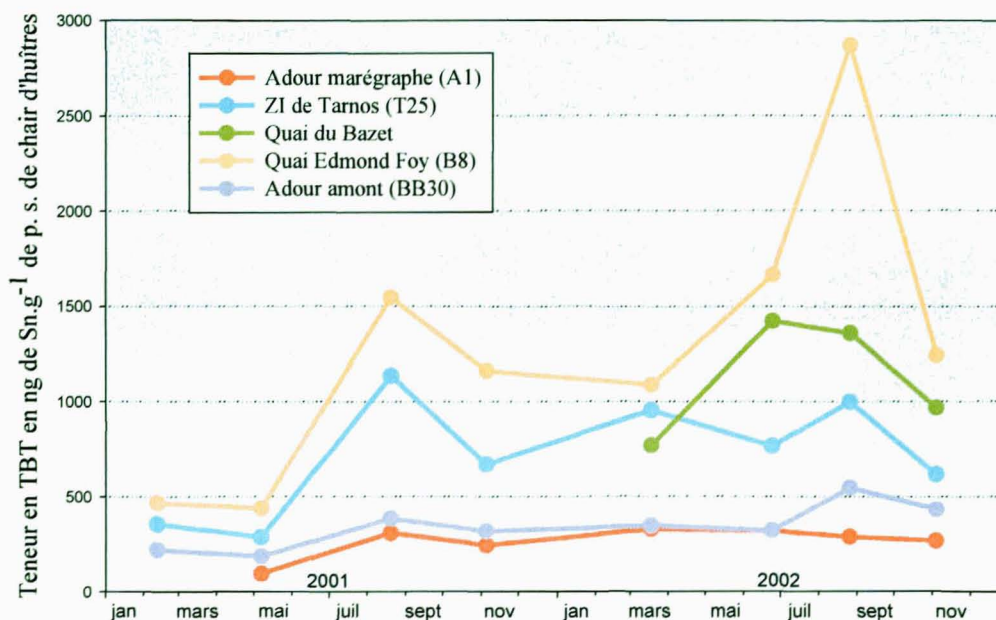
Les résultats obtenus en 2001 et 2002 sur les huîtres de l'estuaire de l'Adour (Fig. 21) montrent que les apports en organo-étains originaires de l'amont du bassin versant sont faibles et que les flux les plus importants sont localisés au niveau de l'agglomération de Bayonne (B8) et de la zone industrielle de Tarnos/Boucau (T25 et Quai du Bazet).

A chaque date de prélèvement, la hiérarchie entre points est la même mais une saisonnalité semble exister avec des valeurs plus faibles en hiver et au printemps qu'en été et en automne. En outre, le suivi réalisé sur l'embouchure de l'estuaire met en évidence une différence nette entre la rive droite (T25) assez fortement contaminée et la rive gauche (A1) où le TBT est beaucoup moins présent dans les mollusques bivalves. Ce





résultat est probablement dû au stationnement des grands navires de commerce sur les quais situés sur la rive droite de l'Adour.



**Figure 21 : Evolution des teneurs en TBT dans les huîtres de l'estuaire de l'Adour (2001-2002)**

Pour trois des cinq points échantillonnés (Adour marégraphe, ZI de Tarnos et Adour amont) les contaminations relevées au cours des années 2001 et 2002 sont stables. Au contraire, sur le secteur du «Quai Edmond Foy» on note au cours de l'été 2002, une élévation assez importante de la teneur en TBT dans la chair des huîtres qui atteint en août 2800 ng.g<sup>-1</sup> de poids sec.

Certains auteurs (WALDOCK *et al.*, 1983) font état, pour l'huître creuse, d'un coefficient de bioaccumulation de 6000 par rapport aux teneurs en TBT dans l'eau. L'application de ce calcul (Tableau 3) aux teneurs mesurées dans les coquillages de l'Adour permet d'estimer la concentration probable en TBT dans l'eau de l'estuaire et de comparer les valeurs obtenues aux seuils d'action sur le développement des larves de mollusques bivalves.





Période	Concentration mesurée en ng de Sn.g <sup>-1</sup> de poids sec (T25 et B8)	Concentration calculée en ng de TBT.g <sup>-1</sup> de poids sec (T25 et B8)	Concentration calculée en ng de TBT.g <sup>-1</sup> de poids frais (T25 et B8)	Concentration estimée en ng.l <sup>-1</sup> de TBT dans l'eau (T25 et B8)
Hiver/Printemps 2001	321 et 453	783 et 1105	156.6 et 221	26.1 et 36.8
Été/Automne 2001	903 et 1354	2203 et 3304	440.6 et 660.8	73.4 et 110.1
Hiver/Printemps 2002	862 et 1377	2103 et 3360	420.6 et 672	70.1 et 112
Été/Automne 2002	808 et 2058	1972 et 5022	394.4 et 1004.4	65.7 et 167.4

**Tableau 3 : Estimation de la concentration en TBT dans l'eau à partir des teneurs en poids frais dans les huîtres de l'estuaire de l'Adour**

Les valeurs ainsi calculées peuvent être, en été, jusqu'à huit fois supérieures (Quai Edmond Foy) aux concentrations mesurées dans l'eau de mer du port de plaisance d'Arcachon durant les étés 1997, 1998 et 2000 (4,5 à 21,9 ng.l<sup>-1</sup> de TBT). Si on compare ces niveaux à l'échelle d'action du TBT dans l'eau sur les organismes marins (Tableau 4), on constate que, dans les zones représentées par les points «ZI de Tarnos» et «Quai Edmond Foy», les teneurs dans l'eau atteignent un niveau supérieur au seuil sans effet sur la reproduction de *C. gigas*. Aux valeurs maximales observées (73,4 et 167,4 ng.l<sup>-1</sup> de TBT) l'embryogenèse est fortement perturbée avec une croissance réduite et une forte mortalité des larves.

Toutefois le niveau de contamination reste inférieur à la limite d'influence sur la reproduction des poissons (1 à 10 µg.l<sup>-1</sup> de TBT).



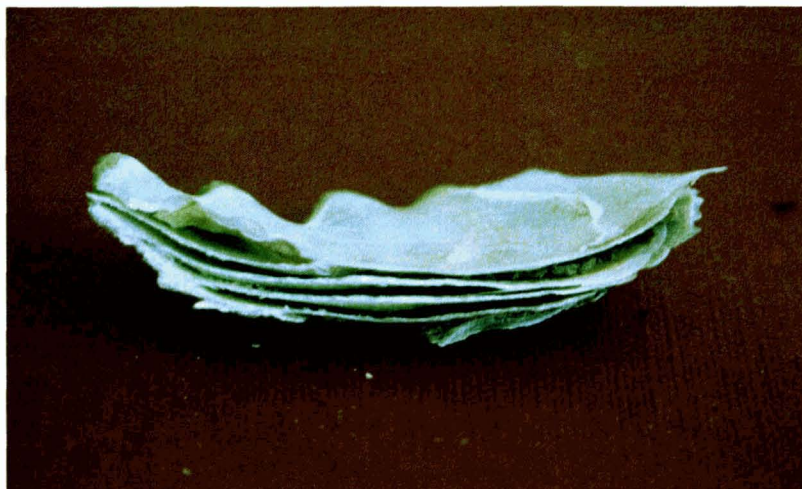
Niveaux de concentration	Action sur l'embryogenèse et les larves
< 1 ng.l <sup>-1</sup> de TBT	Seuil sans effet sur l'imposex (Gastéropodes).
1 ng.l <sup>-1</sup> de TBT	Seuil sans effet sur le phyto et zooplancton.
< 2 ng.l <sup>-1</sup> de TBT	Seuil sans effet sur les anomalies de calcification de l'huître <i>C. gigas</i>
20 ng.l <sup>-1</sup> de TBT	Seuil sans effet sur la reproduction de <i>C. gigas</i>
1 à 10 µg.l <sup>-1</sup> de TBT	Effets sur la reproduction des poissons
1 à 100 µg.l <sup>-1</sup> de TBT	Modification du comportement des poissons
< 500 µg.l <sup>-1</sup> de TBT de TBT	Effets sur la mue des Crustacés

**Tableau 4 : Echelle d'action du TBT dans l'eau sur les organismes marins (in ALZIEU, 1989)**

Le suivi des teneurs en TBT réalisé entre 1986 et 1987 établissait le niveau moyen de contamination des eaux côtières françaises entre 2 et 50 ng de TBT.l<sup>-1</sup> et entre 10 et 150 ng de TBT.l<sup>-1</sup> pour les ports de plaisance. De même, un échantillonnage réalisé en 1988 sur les ports de commerces de méditerranée indiquait que les valeurs maximales n'excèdent pas 200 ng de TBT .l<sup>-1</sup>. Les concentrations mesurées dans l'Adour se situent bien en haut de la fourchette de valeur définie pour les zones portuaires.

Les résultats obtenus au cours des deux premières années de suivi traduisent une contamination importante de la partie aval de l'estuaire de l'Adour par les tributylétains qui est très probablement issue des aires de stationnement de grands navires (longueur > à 25 mètres) situées au niveau du quai Edmond Foy (remorqueurs du port), du quai du Bazet et des quais de Tarnos (navires de commerce).





**Figure 22 : Coupe de la valve supérieure d'une huître chambrée, prélevée au point ZI de Tarnos.**

Le TBT qui est stocké puis faiblement dégradé dans le sédiment constitue une source potentielle de contamination. Les zones portuaires de commerce comme Tarnos figurent parmi celles où la pollution par ces composés est la plus élevée (ALZIEU *et al*, 1989). Dans ces conditions, il convient de vérifier la qualité des sédiments déplacés ou remis en suspension afin qu'ils ne représentent pas une source importante de dégradation du milieu marin côtier.

## Conclusion

Les résultats du suivi matière vivante (*C. gigas*) effectué depuis janvier 2001 sont synthétisés dans le tableau 5. Les appréciations concernant l'évolution temporelle de cette contamination prennent seulement en considération les deux années de suivi (2001 et 2002). Elles donnent une indication provisoire qui devra être validée ultérieurement par des traitements statistiques d'analyse de série chronologique.

Au point «Adour marégraphe», la contamination bactériologique estimée à partir du nombre d'*E. coli*/100g de broyat de chair d'huîtres mise en évidence en 2001 est confirmée. Les valeurs assez élevées sont plutôt stables même si on note une variabilité des dénombrements plus importante en 2002 qu'en 2001, en relation sans doute avec un régime de précipitation plus marqué. La modification de stratégie (échantillonnage mensuel) a permis de mieux évaluer le pourcentage de présence de bactéries pathogènes du genre *Salmonella* qui se trouve diminué en 2002 (15%). Les données RNO 2001, disponibles seulement pour les polluants métalliques, indiquent une contamination modérée pour le mercure, le cadmium, le cuivre, le zinc et plutôt faible pour le plomb et le chrome total. La présence de tributylétains est moyenne pour une zone portuaire. Les résultats RNO relatifs aux polluants organiques (PCB, HAP, DDT, Lindane) ne sont pas encore disponibles.

Au point «ZI de Tarnos», également situé dans la partie aval de l'embouchure, on relève comme au niveau du marégraphe, des contaminations bactériologiques assez élevées, comparables à celles obtenues en 2001 (médiane équivalente). En 2002, la dispersion des valeurs est plus grande avec notamment plusieurs valeurs assez fortes. Les bactéries pathogènes du genre *Salmonella*, jamais décelées l'an passé, ont été isolées dans presque 40 % des échantillons prélevés sur ce point. La contamination métallique y est en général un peu plus importante qu'au point «Adour marégraphe», mais reste modérée pour le mercure, le cadmium, le chrome total, le cuivre, le zinc et faible pour le plomb. Il est à noter que, sur ce secteur, une tendance quasi généralisée à la baisse est observée au cours des deux années de suivi. Seules les teneurs en plomb et en chrome total se maintiennent. En ce qui concerne les polluants organiques, nous retrouvons de faibles valeurs pour le DDT et le lindane avec, malgré tout, un pic assez net de DDT mesuré en juin et août 2002, perceptible d'ailleurs sur tous les points échantillonnés. Dans ce secteur, la présence de HAP reste assez forte même si l'on observe des





teneurs dans les huîtres plus basses en 2002 qu'en 2001. Pour les tributylétains, les niveaux mis en évidence sont élevés bien que les valeurs rencontrées ne soient pas exceptionnelles. Elles correspondent aux contaminations relevées dans la plupart des grands ports de commerce français.

Dans le secteur du quai du Bazet, suivi uniquement en 2002, on note une contamination bactériologique très forte avec des dénombrements qui ont dépassé 100 000 *E. coli*/100g en août 2002. A cet endroit, les bactéries du genre *Salmonella* ont été isolées dans 25 % des échantillons prélevés. La particularité de ce point est que la contamination métallique y est très faible, souvent même inférieure à la médiane nationale RNO. Pour les polluants organiques, le pic de DDT relevé en été 2002 sur les autres points apparaît également et les teneurs en lindane sont toujours inférieures à la limite de détection analytique. Le niveau de présence en HAP est le plus élevé rencontré sur l'ensemble de la zone de l'étude. La contamination par les tributylétains est forte, presque toujours supérieure à celle observée au niveau de la ZI de Tarnos (T25).

Dans la partie centrale de l'agglomération de Bayonne suivie au niveau du quai Edmond Foy (B8), une très forte contamination en *E. coli* associée à la présence assez régulière (25 %) de bactéries pathogènes du genre *Salmonella* a été mise en évidence. En ce qui concerne les polluants métalliques, on relève des teneurs importantes mais stables en cuivre et zinc. Pour le cadmium, le mercure et le chrome total, les valeurs obtenues sont modérées et en diminution au cours de l'année 2002. Les concentrations en plomb sont faibles et stables sur la totalité de la période d'étude. Pour les polluants organiques, on note la présence ponctuelle de DDT à un niveau modéré. En outre, comme dans le reste de l'estuaire, le lindane est absent. Les teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques sont assez fortes avec une tendance nette à l'amélioration, sur l'année 2002. Sur ces quais, où stationnent plusieurs grands remorqueurs du port de commerce, les contaminations en tributylétains atteignent un niveau très élevé qui se situe à la limite supérieure des valeurs rencontrées dans les principaux ports de commerce français. Pour ce composé, l'évolution des concentrations n'est pas régulière mais il semble toutefois que la contamination des huîtres y ait été plus importante en 2002 qu'en 2001.



Paramètre	Marégraphie	Tarnos	Bazet	Edmond Foy	Adour amont
<i>E. coli</i>	→	→	/	/	→
Salmonelle	→				
cadmium		↘		↘	→
mercure		↘		↘	↘
plomb		→		→	→
zinc		↘		→	↗
cuivre		↘		→	↗
chrome total	→	→		↘	→
HAP		↘		↘	↘
DDT					
lindane					
TBT	→	→		↗	→

faible   modéré   fort   ~~très fort~~

**Tableau 5 : Représentation schématique des niveaux et tendances en contaminants dans l'estuaire de l'Adour (suivi 2001-2002)**

Dans le secteur «Adour amont», situé à hauteur du dernier pont urbain de l'agglomération de Bayonne, nous avons relevé une qualité bactériologique médiocre comparable à celle mise en évidence à l'embouchure (marégraphie et Tarnos). La dispersion des valeurs est beaucoup plus importante en 2002 qu'en 2001. Plusieurs dénombrements faibles (< 1000 *E. coli*) sont à opposer à des numérations extrêmement élevées (517 000 *E. coli* en septembre 2002). Malgré ces résultats, le niveau moyen demeure inférieur à celui de la partie centrale de la zone



d'étude (Edmond Foy et Bazet). La présence de bactéries du genre *Salmonella* est peu régulière (15 % des échantillons). Pour les métaux, on note des teneurs modérées en cadmium, mercure, cuivre, zinc et faibles pour le plomb et le chrome total avec une tendance à la diminution pour le mercure et à l'augmentation pour le cuivre et le zinc. En ce qui concerne les polluants organiques, le DDT est présent de façon modérée et les teneurs en lindane sont inférieures au seuil de détection analytique, comme sur toute la zone d'étude. La contamination par les HAP y est assez forte mais a bien diminué depuis le début de l'année 2002. Dans cette partie de l'estuaire, où les grands navires ne viennent jamais, on trouve des concentrations en TBT peu importante.

A l'issue des deux premières années de suivi, nous avons déjà une image assez précise du niveau global de contamination de l'estuaire. En outre, il devient possible d'établir quelques hypothèses sur l'origine des apports.

Si l'on fait abstraction de phénomènes physico-chimiques tels que «coin salé» ou «bouchon vaseux», susceptibles d'engendrer localement de fortes variations de la teneur en polluants dans le milieu, et compte tenu que la contamination des intégrateurs biologiques évolue en fonction des concentrations présentes dans l'eau qui les baigne, il est probable qu'une part importante de la variabilité des contaminations peut résulter de simples mécanismes hydrauliques de dilution/dispersion. En 2002, la diminution importante observée sur plusieurs composés pourrait alors, en partie, être attribuée à des niveaux de débit du fleuve plus soutenus qu'en 2001 associés à des opérations régulières d'entretien de l'hydraulicité du bas estuaire effectuées depuis le second trimestre 2001 (source DDE).

On peut considérer que l'estuaire de l'Adour est caractérisé par une forte contamination bactériologique attribuable principalement aux apports générés par les agglomérations. Les numérations les plus élevées au centre de la zone d'étude ainsi que le gradient croissant de présence de salmonelles entre amont et aval sont autant d'éléments confortant cette hypothèse.

Les métaux sont présents à un niveau modéré, même si quelques pollutions accidentelles en plomb (Adour amont) et en chrome (Edmond Foy et Tarnos) ont pu être observées en 2001. Les résultats obtenus pour le cadmium, le cuivre et le zinc pourraient indiquer une origine «bassin versant» de ces apports avec des concentrations supérieures dans la partie amont.

En ce qui concerne la pollution organique, le bilan est plus contrasté. Les incertitudes analytiques sur les données de PCB n'ont pas permis



d'apprécier de façon fiable le niveau absolu de contamination de l'Adour. Les insecticides organochlorés sont présents en quantité assez faible même si l'on perçoit encore des «bouffées» de DDT sans doute relarguées par des terrains traités dans le passé. L'étude des empreintes en HAP confirme l'existence d'une contamination chronique assez élevée d'origine plutôt pyrolytique à laquelle s'ajoute quelques événements accidentels que l'on retrouve à l'examen des empreintes tracées par date et par point (Annexes 16 à 20). De façon générale, les similitudes d'allure des courbes d'évolution et des empreintes (Fig. 18) relatives à chaque point, ainsi que la tendance générale à la baisse, traduisent l'origine plutôt «bassin versant» de ces apports même si, dans le bas estuaire, les sources atmosphériques pyrolytiques sont probablement importantes. A partir d'une série de mesures ponctuelles réalisées dans le matériel particulaire en suspension, cette interprétation avait été formulée par le LCABIE dans le rapport 2001. Enfin, il est à noter que les contaminations marquées en TBT ont été mises en évidence uniquement dans les secteurs ZI de Tarnos, quai du Bazet et quai Edmond Foy à proximité desquels stationnent les grands navires de commerce ou les remorqueurs du port. On peut alors considérer que les principales sources de TBT se trouvent sur les carènes de ces navires.

Dans la perspective de la mise en place d'un réseau pérenne de suivi de la qualité de l'estuaire de l'Adour, les résultats obtenus montrent bien la pertinence du suivi des contaminants dans les intégrateurs biologiques y compris en milieu estuarien. Il est évident qu'à partir d'une stratégie de ce type, il sera possible d'apprécier de façon assez fiable l'effet des investissements publics ou industriels en matière de diminution des apports anthropiques et de déterminer les tendances d'évolution de la contamination à moyen terme.



## Bibliographie

**Alzieu C.**, 1989. L'étain et les organoétains en milieu marin. Biogéochimie et écotoxicologie. Rapports Scientifiques et Techniques de l'IFREMER, 17, 93 p.

**Anonyme**, 1994. Suivi de la qualité des eaux des rivières du département des Pyrénées-Atlantiques. Zones estuariennes, 59 p.

**Cossa D., Thibaud Y., Roméo M., Gnassia-Barelli M.**, 1990. Le mercure ne milieu marin, biogéochimie et écotoxicologie. Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER, 19, 130 p.

**Goldberg E.D., Bowen V.T., Farrington J.W., Harvey G., Martin J.H., Parker P.L., Risebrough R.W., Robertson W., Schneider E., Gamble E.**, 1978. The mussel watch, Environmental Conservation, Vol. 5, n° 2, pp. 101-125.

**Hervé C.**, 1997. Méthode d'analyse bactériologique pour le contrôle des coquillages : recherche et dénombrement de coliformes thermotolérants (*E. coli* présumé) par la méthode N.P.P. 3x5 tubes. Rapport interne IFREMER DEL/97-11/Nantes, 13 p.

**Hervé C.**, 1993. Méthodes usuelles d'analyse bactériologique des coquillages. Rapport interne IFREMER DEL/93.01/Nantes, 28 p + annexes.

**Ibanez F., Fromentin J. M., Castel J.**, 1993. Application de la méthode des sommes cumulées à l'analyse des séries chronologiques. *C. R. Acad. Sci.*, 316, 745-748.

**Marchand M., Abarnou A., Marcaillou-Lebaut C.**, 1990. Les polychlorobiphényles (PCB) en milieu marin, biogéochimie et écotoxicologie. Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER, 18, 162 p.

**Michel P.**, 1993. L'arsenic en milieu marin – Biogéochimie et écotoxicologie. Repères Océan, 4, 62 p.

**Michel P., Averty B.**, 1996. Bilan 1992 de la contamination des côtes françaises par les composés organostanniques. Rapport interne IFREMER DEL/96-06/Nantes, 12 p.

**Règlement CE n° 466/2001** de la commission du 08 mars 2001 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

**Résultats de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral.** Département Gironde, Landes et Pyrénées-Atlantiques. Edition 2001. 45 p.

**Résultats de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral.**  
Département Gironde, Landes et Pyrénées-Atlantiques. Edition 2002. 23 p.

**RNO**, 1994. Surveillance du milieu marin. Travaux du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin. Edition 1994, 32 p.

**RNO**, 2000. Surveillance du milieu marin. Travaux du RNO. Edition 2000, 36 p. ISSN 1620-1124.

**RNO**, 2001. Surveillance du milieu marin. Travaux du RNO. Edition 2001, 40 p. ISSN 1620-1124.

**RNO**, 2002. Surveillance du milieu marin. Travaux du RNO. Edition 2002, 43 p. ISSN 1620-1124.

**Rocher V.**, 2000. Identification des sources d'hydrocarbures en milieu urbain, sciences et techniques de l'environnement, Université Paris XII-Val de Marne, 45 p.

**Seamer**, 2001. Etude de l'impact des rejets polluants de l'Adour à la Bidassoa par modèle 3D et 2D haute définition. Rapport au SIEA, 2 volumes.

**Waldock M.J., Thain J., Miller D.**, 1983. The accumulation and depuration of bis (tributyltin) oxide in oysters : a comparison between the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and the European flat oyster (*Ostrea edulis*). ICES, C.M. 1983/E : 52.





# Annexes



**Annexe 1** : Procédure de prélèvement, transport et réception des échantillons de coquillages destinés à la surveillance microbiologique (REMI).

## **5. PRISE EN COMPTE DES ECHANTILLONS**

### **5.1. Prélèvements**

#### 5.1.1. Définition

Un prélèvement est une partie représentative de la qualité microbiologique du milieu. La phase de prélèvement constitue la première partie du traitement de la demande d'analyse. Elle comprend la collecte des échantillons, puis le stockage en glacière isotherme, le transport et la livraison au laboratoire en attendant la phase d'analyse proprement dite. Les instructions concernant cette activité sont reprises dans la procédure n°6 (arpri06\*.doc)

#### 5.1.2. Planification

Les prélèvements sont planifiés le mois n-1, ils sont notés sur le **PLANNING MENSUEL DES PRELEVEMENTS**, dont le modèle est joint en annexe 4 chapitre 12 du Manuel Qualité. Les modalités d'élaboration et d'affichage du planning sont décrites dans le Manuel Qualité chapitre 12 § 5.1.1.

En cas de déclenchement de dispositif d'alerte, des prélèvements supplémentaires sont réalisés. Les renseignements concernant le type d'évènement ayant motivé l'alerte, sont notés sur la fiche : **EVENEMENT** (Annexe 5 chapitre 12 du Manuel Qualité).

#### 5.1.3. Organisation

**Le matériel à prévoir pour les prélèvements est listé dans l'annexe 6 : MATERIEL DE PRELEVEMENT (cf. manuel qualité chapitre 12 annexe 6).**

Le déroulement chronologique des prélèvements, effectués en voiture, sur différents points d'une même tournée, peut être décrit à l'aide de la fiche : **TOURNEE DE PRELEVEMENTS**, dont un modèle est joint en annexe 7 chapitre 12 du Manuel Qualité. Si un point est échantillonné de façon isolée, la fiche **POINT DE PRELEVEMENT** (annexe 1 chapitre 12 du manuel qualité), fait office de fiche de tournée.

Pour les prélèvements effectués par bateau, il n'y a pas de fiche de tournée préétablie, trop de facteurs pouvant en modifier le déroulement (coefficient de marée, vent...).

Dans tous les cas, la fiche de **TOURNEE** n'intervient qu'à titre d'aide, et n'est pas une obligation.

#### 5.1.4. Réalisation

Les méthodes de prélèvement et la nature des échantillons à prélever sont décrites soit dans le Cahier des spécifications techniques et méthodologiques REMI, soit dans le protocole du programme local concerné.

Les informations identifiant l'échantillon sont notées, au moment du prélèvement, sur une **étiquette de prélèvement**, dont le modèle, est joint en annexes 8 et 9 chapitre 12 du Manuel Qualité.

Si le prélèvement est effectué par des personnes extérieures à l'Ifremer (sous-traitance), tous les éléments nécessaires à la bonne réalisation du prélèvement leurs sont fournis dont les fiches :

**POINT DE PRELEVEMENT, MATERIEL DE PRELEVEMENT** (annexes 1 et 6 ch.12 Manuel Qualité), ainsi que les **étiquettes de prélèvement**.



Prélèvements de coquillages : voir les conditions générales de prélèvement des échantillons de coquillages *in situ* et de transport du Cahier des spécifications techniques et méthodologiques REMI. Le nombre de coquillages prélevés doit être légèrement supérieur à la quantité nécessaire à la préparation du broyat à analyser (75 à 100 g de chair et de liquide intervalvaire), afin d'éliminer ceux pouvant être endommagés, soit en général pour les principales espèces :

- huîtres : 8-9 individus
- moules : 20-25 individus
- coques : 20-25 individus
- palourdes : 20-25 individus

Lors du prélèvement, les coquillages sont débarrassés, si nécessaire, du dépôt excessif de vase sur la coquille par lavage dans l'eau de mer *in situ*, avant d'être mis dans un sachet plastique à usage unique, étanche et résistant, convenablement fermé et étiqueté.

L'étiquette de prélèvement, en matière non déchirable, est complétée au crayon gras et accrochée à l'extérieur du sachet.

Les coquillages sont protégés des températures excessives, en cas de nécessité, du point de prélèvement jusqu'au véhicule. Les sachets plastique contenant les échantillons de coquillages à analyser sont entreposés dès que possible dans une glacière réfrigérée exclusivement réservée à cet effet.

#### 5.1.5. Conditions de transport

Les échantillons de coquillages sont transportés en glacière à une température maintenue entre +2 °C et +15 °C par des accumulateurs de froid. Les glacières isothermes sont maintenues à l'abri de la chaleur. Le transport des échantillons jusqu'au laboratoire s'effectue dans les meilleurs délais.

Arrivés au laboratoire, les échantillons sont entreposés dans une enceinte réfrigérée à une température de 6 °C ± 2 °C.

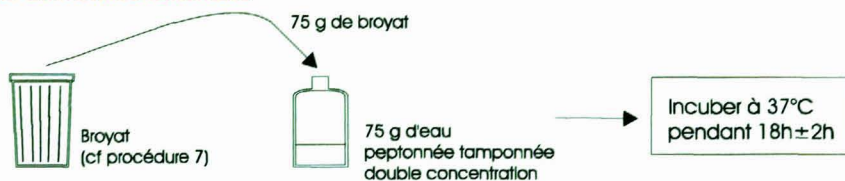
Le contrôle de la température de la glacière est effectué :

- Soit au moyen d'un enregistreur autonome certifié, placé à l'intérieur de la glacière, au départ de la tournée de prélèvement.
- Soit au thermomètre certifié, placé au milieu des échantillons dans la glacière à l'arrivée au laboratoire

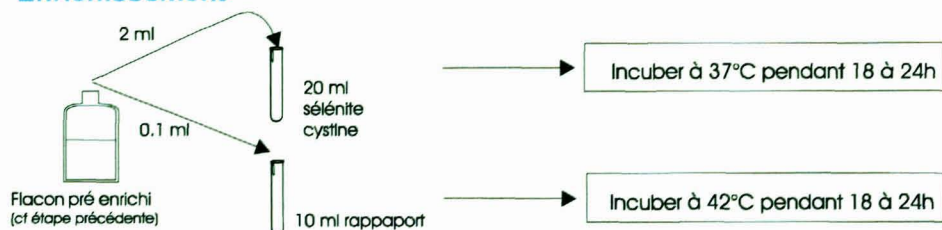
## Annexe 1 bis : Procédure de surveillance microbiologique apri14a

### RECHERCHE DES *SALMONELLA SPP* (méthode de routine – NF V08-052)

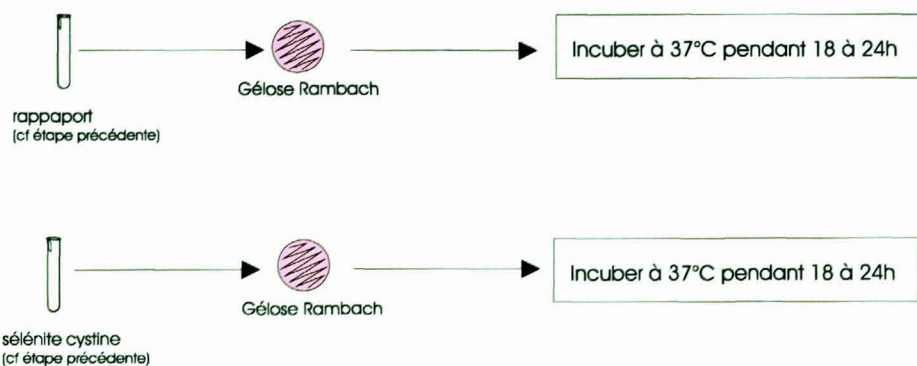
#### Pré-enrichissement



#### Enrichissement



#### Isolement



#### Confirmation biochimique



**NB : Le résultat final obtenu est exprimé uniquement sous la forme : Présence ou Absence / 75 g de CLI**



**Annexe 2 :** Diffusion des résultats RNO. Codes paramètres RNO et unités utilisées

Résultats exprimés par rapport au poids sec (chair lyophilisée)

ACEPHTTE	Acénaphène	µg/kg
ACEPHTY	Acénaphylène	µg/kg
ANTHRAC	Anthracène	µg/kg
BZAANT	Benzo(a)anthracène	µg/kg
BZAPYR	Benzo(a)pyrène	µg/kg
BZBFLU	Benzo(b)fluoranthène	µg/kg
BZGHIPER	Benzo(g,h,i)pérylène	µg/kg
BZKFLU	Benzo(k)fluoranthène	µg/kg
CHRYSEN	Chrysène	µg/kg
DBZAHANT	Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg
FLUORAN	Fluoranthène	µg/kg
FLUOREN	Fluorène	µg/kg
IND123PY	Indeno(1,2,3-cd) pyrène	µg/kg
NAPHTAL	Naphtalène	µg/kg
PHENATH	Phénanthrène	µg/kg
PYRENE	Pyrène	µg/kg
PAH	Hydrocarbures polyaromatiques	mg/kg
PCB	PCB totaux	µg/kg
CB101	Congénère de PCB 101	µg/kg
CB105	Congénère de PCB 105	µg/kg
CB118	Congénère de PCB 118	µg/kg
CB138	Congénère de PCB 138	µg/kg
CB153	Congénère de PCB 153	µg/kg
CB156	Congénère de PCB 156	µg/kg
CB180	Congénère de PCB 180	µg/kg
CB28	Congénère de PCB 28	µg/kg
CB31	Congénère de PCB 31	µg/kg
CB35	Congénère de PCB 35	µg/kg
CB52	Congénère de PCB 52	µg/kg
DDT	DDT	µg/kg
DDD	DDD	µg/kg
DDE	DDE	µg/kg
HCHALPHA	Alpha-HCH	µg/kg
HCHGAMMA	Lindane ou gamma-HCH	µg/kg
CD	Cadmium	mg/kg
CU	Cuivre	mg/kg
HG	Mercure	mg/kg
PB	Plomb	mg/kg
ZN	Zinc	mg/kg
INDVTAIL	Taille de l'individu	mm
MS%	Pourcentage de matière sèche	%
MEH%	Pourcentage de mat. extract. à l'hexane	%

**PRELEVEMENT - TRANSPORT - RECEPTION -  
DES ECHANTILLONS DE COQUILLAGES**

**OBSERVATIONS**

*Pour un point de prélèvement donné, les coquillages seront prélevés au même endroit, cette position ne doit pas varier au cours du temps.*

*Ces prélèvements sont effectués trimestriellement mois de février, mai, août et novembre*

**NOMBRE DE COQUILLAGES A PRELEVER**

ESPECE	NOMBRE D'INDIVIDUS	TAILLE
Huîtres	30	2 à 3 ans
Moules	50	45 et 55 mm

**PRELEVEMENT**

1. Placer l'échantillon dans une poche à huîtres (panetières) ou un filet ajouré
2. Les individus prélevés devront constituer un lot homogène
3. Nettoyer les coquillages si possible lors du prélèvement
4. Mettre l'étiquette d'identification dans la poche ou le sac

**L'étiquette** doit comporter les informations suivantes :

Programme : *RNOMV*

LABO/AGENT : *initiales de l'agent*

Date et heure

Code et nom du point

Espèce de coquillage

si besoin la case EVENEMENT/OBSERVATIONS est

renseignée

**TRANSPORT**

**Les échantillons doivent être transportés dans une caisse isotherme**

1. Les échantillons sont placés dans une grande glacière bleue.
2. Des blocs de froid peuvent être mis, mais ne doivent pas être en contact avec les coquillages
3. Le délai entre le prélèvement et l'épuration doit être le plus court possible

**RECEPTION**

*se référer à la procédure arpqno01.a*



**Annexe 4** : Procédure de réception, épuration, préparation des coquillages et expédition vers les laboratoires sous traitants du RNO.

**PROCEDURE R.N.O.**

**A : RECEPTION - EPURATION :**

1 - La veille de l'échantillonnage, des bidons d'eau de mer sont prélevés dans le Bassin d'Arcachon et ramenés au laboratoire, dans les bonbonnes prévues à cet effet.

2 - Après décantation, l'eau est versée dans les bacs prévus pour l'épuration des coquillages. Il est tout à fait possible, sans nuire à la qualité du résultat final, d'utiliser de l'eau décantée en provenance d'un bassin de professionnels sérieux.

3 - Dès son arrivée au laboratoire, l'agent préleveur lave les coquillages à l'eau de ville (robinet dans le garage), dans le cas exceptionnel du point d'Hendaye Chingoundy, où il est impossible de le faire sur place.

4 - Les coquillages sont placés sur le support ajouré surélevé se trouvant dans les bacs, les isolant du fond en **une seule couche, et recouvert d'au moins 10 cm d'eau**. Un seul échantillon bien identifié par bac.

5 - Les échantillons sont enregistrés par les analystes sur le registre des échantillons (annexe 1), date de prélèvement, code du point, lieu de prélèvement correctement libelles et l'espèces prélevées.

6 - Après une décantation au minimum de 18 heures et au maximum de 26 heures, les échantillons sont sortis de l'eau et amenés sur les supports jusqu'à la salle n°9 pour biométrie et décoquillage.

## **B : PREPARATION DES COQUILLAGES :**

1 - Mesurer à l'aide du pied à coulisse la longueur d'une cinquantaine d'individus pour un échantillon de moules et d'une trentaine d'individus pour un échantillon d'huîtres et noter sur le cahier prévu à cet effet.

Les mesures sont ensuite reportées dans le tableau prévu dans Excel (G:\asqual\pq\rno\divers\200x.xls), la moyenne et l'écart type de l'échantillon obtenus sont inscrits en millimètres sur l'étiquette des piluliers et sur l'annexe 1.

2 - Le décoquillage s'effectue avec le matériel prévu à cet effet. (couteaux, scalpels, buchner) stocké dans le placard RNO.

Pour l'ouverture de tous les coquillages, le port des gants en polyéthylène est obligatoire. En cas de besoin des gants de protection recouverts des gants de polyéthylène pourront être utilisés.

***3 - La chair des coquillages est mise à égoutter sur un entonnoir de Buchner en porcelaine;***

4 - Le temps d'égouttage est d'environ 30 minutes. Durant l'égouttage l'entonnoir est recouvert d'un papier aluminium calciné (grands modèles fourni par DEL/NT).

5 - Lors du décoquillage des échantillons de moules, il convient de garder les coquilles des individus **entrant effectivement dans l'échantillon**. Ces coquilles seront ensuite débarrassées de toutes les salissures et rincées rapidement à l'eau douce. Elles seront ensuite séchées à **110 °C pendant 2 heures et pesées ensemble après refroidissement**. Le poids doit être noté en grammes avec une décimale sur l'annexe 1 dans la colonne observation.

6 - Tarer deux piluliers (fournis par le laboratoire DEL/NT) à l'aide de la balance électronique au 1/10 g. Ceux-ci doivent être tarés à vide, sans couvercle, mais pourvus de leurs étiquettes correctement remplies (crayon à papier). La tare au gramme près doit être notée sur l'étiquette du pilulier et l'annexe 1.

7 - Remplir au  $\frac{3}{4}$  les deux piluliers correspondant à l'échantillon traité et les fermer en insérant une feuille d'aluminium calcinée neuve entre le verre et la capsule plastique (petits modèles fournis par DEL/NT).

8 - Les piluliers munis de leur étiquette d'identification autocollante, sont placés au congélateur.



9 - Après chaque usage, les entonnoirs Buchner et couteaux utilisés sont lavés à l'eau du robinet, puis rincés à l'eau distillée. Ils seront ensuite placés individuellement dans un sac en polyéthylène fermé, jusqu'à leur utilisation suivante.

10 – Les bacs d'épuration après avoir été vidés sont rincés sommairement si nécessaire avec un peu d'eau de mer. Ils doivent être égouttés rapidement et stockés fermés avec les portoirs à l'intérieur. Entre deux utilisations ils ne doivent servir à rien d'autre.

11 - Les étiquettes de prélèvements de l'année en cours seront stockées dans l'armoire RNO, en attendant de recevoir le numéro d'enregistrement de DEL/NT. Ce numéro sera aussi noté dans le registre des échantillons.

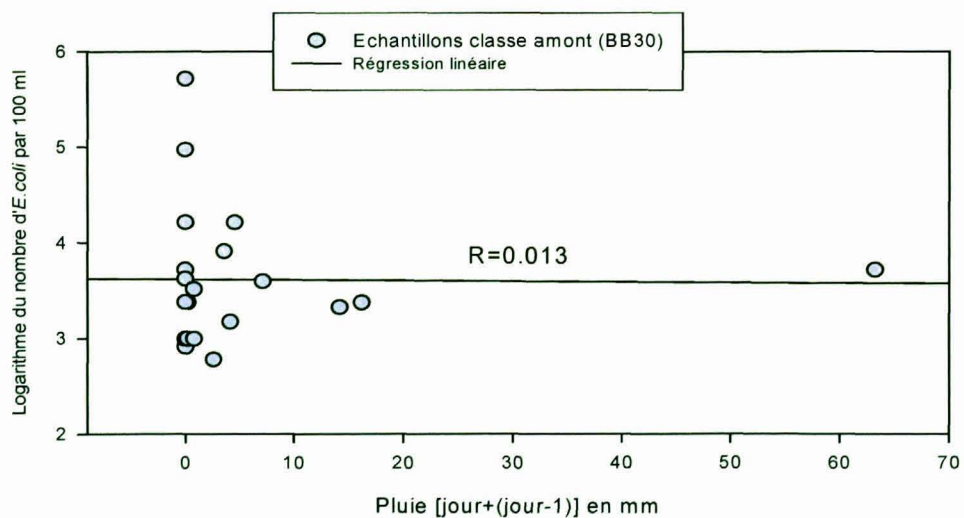
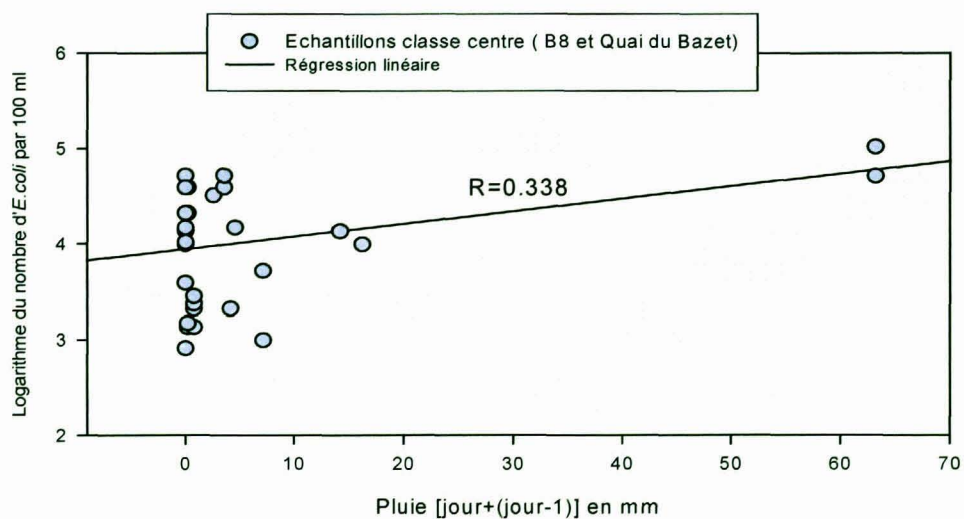
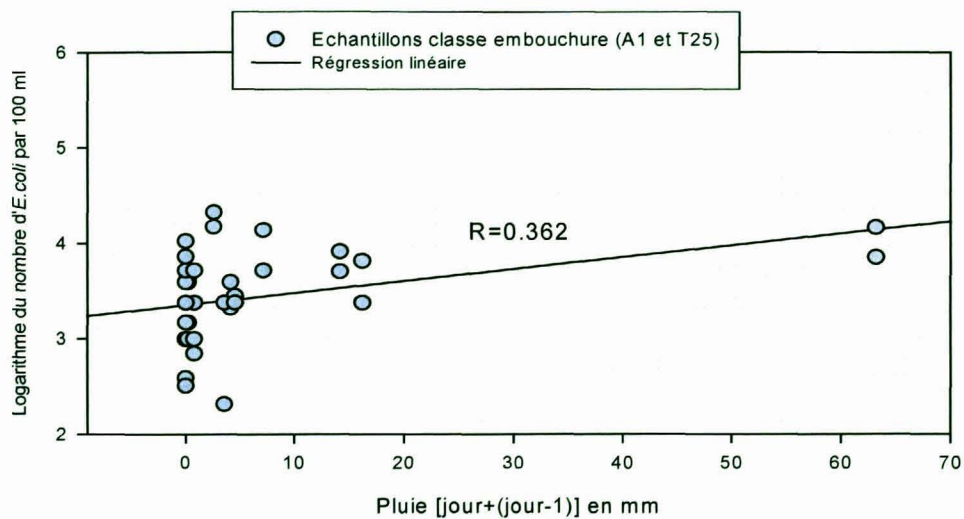
## Annexe 5 : Modalités de classement des zones de production conchylicoles.

Le principe du classement des zones de production repose principalement sur leur contamination bactériologique, exprimée en nombre le plus probable (N.P.P) d'*E. coli* dans 100g de chair et de liquide intervalvaire (C.L.I). Chaque catégorie est définie d'après la distribution de fréquence en pourcentage des résultats de dénombrement. Pour les deux premières catégories (A et B) il existe un seuil de tolérance (respectivement 230 et 4 600) qui ne peut être dépassé que dans 10 % des cas au plus et un maximum (respectivement 1 000 et 46 000) qui ne doit jamais être franchi. Pour les deux dernières catégories (C et D) il existe le seuil de tolérance (46 000) qui ne peut être dépassé que dans 10 % des cas au plus pour un classement en catégorie C et qui est dépassé dans plus de 10 % des cas pour la catégorie D.

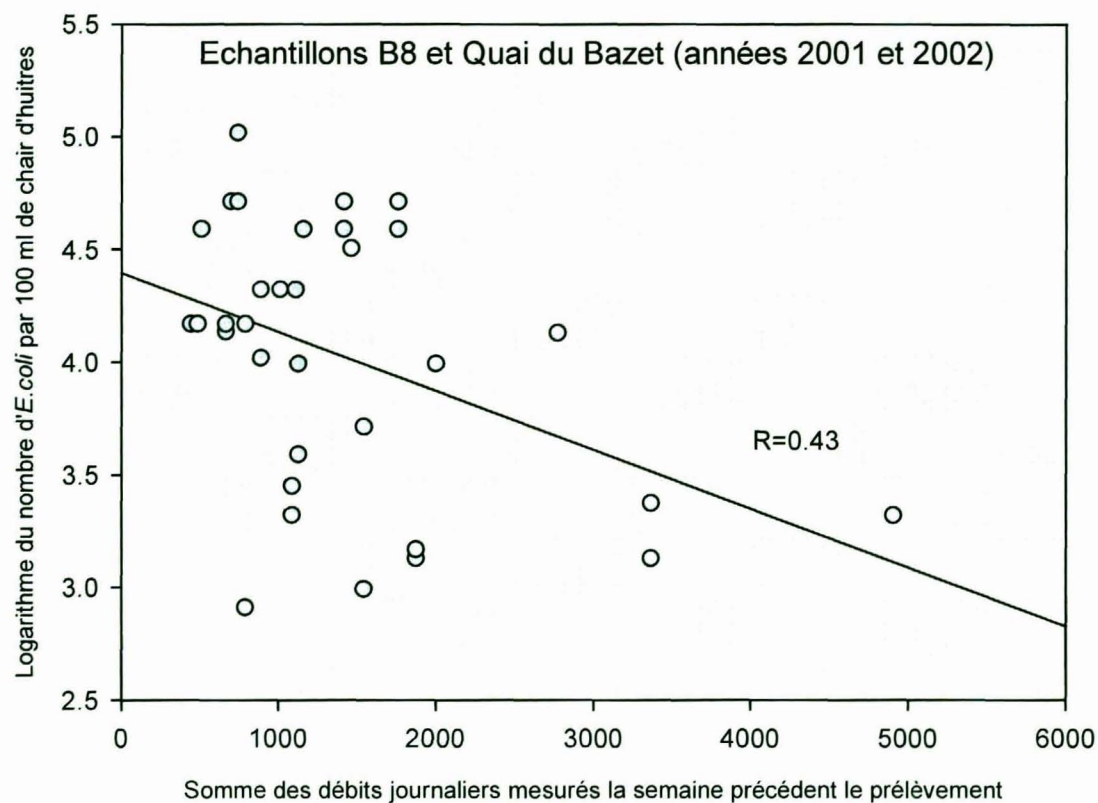
Nombre d' <i>Escherichia coli</i> par 100 g de C.L.I				
Catégorie	230	1 000	4 600	46 000
A	≥ 90 %	≤ 10 %	0 %	
B	≥ 90 %		≤ 10 %	0 %
C	≥ 90 %			≤ 10 %
D				> 10 %

Estimation de la qualité microbiologique des zones de production de coquillages en fonction des fréquences de dépassement des seuils de contamination fixés par l'arrêté du 21 mai 1999.





**Annexe 6** : Relation entre cumul de précipitation [(j+(j-1))] et nombre d'*E. coli* dans la chair des huîtres de l'estuaire de l'Adour



**Annexe 7** : Relation entre débit cumulé de l'Adour à Urt au cours de la semaine précédent le prélèvement et nombre d'*E. coli* dans la chair des huîtres (groupe centre).



	<b>B8</b>	<b>BB30</b>
<b>T25</b>	0.945	0.909
P	0.000404	0.00176
n	8	8
<b>B8</b>		0.934
P		0.000681
n		8

**Annexe 8** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le paramètre mercure

	<b>B8</b>	<b>BB30</b>
<b>T25</b>	0.758	0.429
P	0.0292	0.289
n	8	8
<b>B8</b>		0.832
P		0.0103
n		8

**Annexe 9** : Matrice des corrélations par le moment de Pearson pour le paramètre plomb.

	<b>B8</b>	<b>BB30</b>
<b>T25</b>	0.500	0.0871
P	0.207	0.837
n	8	8
<b>B8</b>		0.239
P		0.568
n		8

**Annexe 10** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le paramètre cadmium.

	<b>B8</b>	<b>BB30</b>	<b>A1</b>
<b>T25</b>	0.00106	-0.0176	0.671
P	0.998	0.967	0.0685
n	8	8	8
<b>B8</b>		0.582	0.179
P		0.130	0.672
n		8	8
<b>BB30</b>			0.126
P			0.767
n			8

**Annexe 11** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le paramètre chrome.

	<b>B8</b>	<b>BB30</b>
<b>T25</b>	-0.0389	-0.538
P	0.927	0.169
n	8	8
<b>B8</b>		0.399
P		0.328
n		8

**Annexe 12** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le paramètre cuivre.

	<b>plomb</b>	<b>cadmium</b>	<b>zinc</b>	<b>cuivre</b>	<b>chrome</b>
<b>mercure</b>	0.670	0.752	0.944	0.917	0.198
P	0.0689	0.0314	0.000425	0.00135	0.638
n	8	8	8	8	8
<b>plomb</b>		0.754	0.756	0.835	-0.117
P		0.0308	0.0300	0.00983	0.782
n		8	8	8	8
<b>cadmium</b>			0.728	0.735	0.347
P			0.0407	0.0379	0.400
n			8	8	8
<b>zinc</b>				0.955	-0.0255
P				0.000216	0.952
n				8	8
<b>cuivre</b>					0.0508
P					0.905
n					8

**Annexe 13** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le point T25.

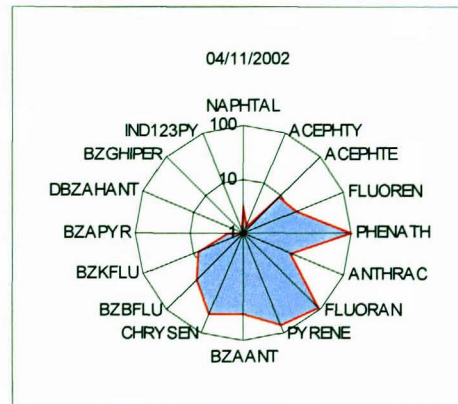
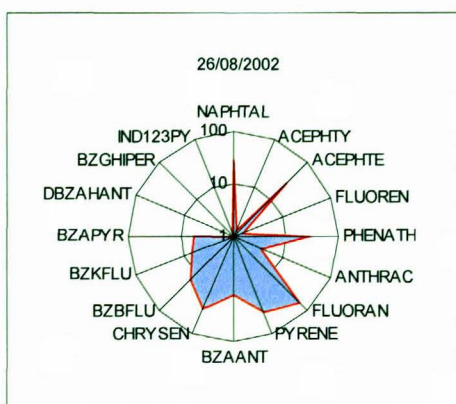
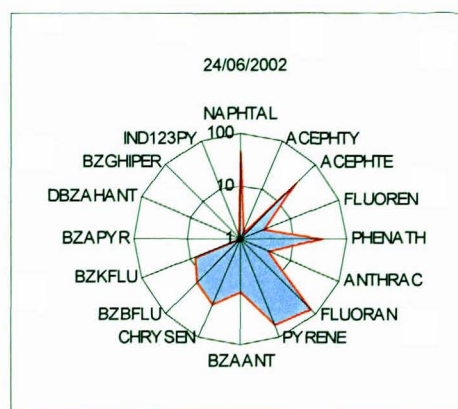
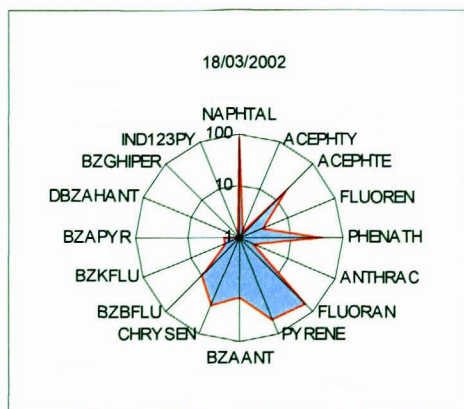


	<b>plomb</b>	<b>cadmium</b>	<b>zinc</b>	<b>cuivre</b>	<b>chrome</b>
<b>mercure</b>	0.724	0.839	0.618	-0.00383	0.711
P	0.0425	0.00916	0.102	0.993	0.0480
n	8	8	8	8	8
<b>plomb</b>		0.647	0.374	-0.154	0.710
P		0.0832	0.361	0.715	0.0486
n		8	8	8	8
<b>cadmium</b>			0.694	0.00289	0.373
P			0.0560	0.995	0.363
n			8	8	8
<b>zinc</b>				0.647	0.313
P				0.0828	0.450
n				8	8
<b>cuivre</b>					-0.193
P					0.646
n					8

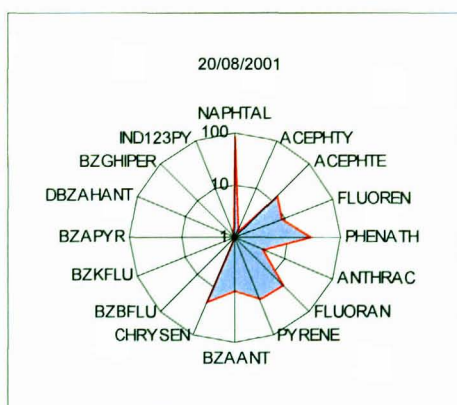
**Annexe 14** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le point B8.

	<b>plomb</b>	<b>cadmium</b>	<b>zinc</b>	<b>cuivre</b>	<b>chrome</b>
<b>mercure</b>	0.680	0.587	-0.659	-0.746	0.694
P	0.0633	0.126	0.0757	0.0336	0.0561
n	8	8	8	8	8
<b>plomb</b>		0.970	-0.295	-0.282	0.344
P		0.0000629	0.478	0.499	0.404
n		8	8	8	8
<b>cadmium</b>			-0.134	-0.143	0.203
P			0.751	0.736	0.630
n			8	8	8
<b>zinc</b>				0.957	-0.610
P				0.000188	0.108
n				8	8
<b>cuivre</b>					-0.738
P					0.0366
n					8

**Annexe 15** : Matrice de corrélation par le moment de Pearson pour le point BB30.

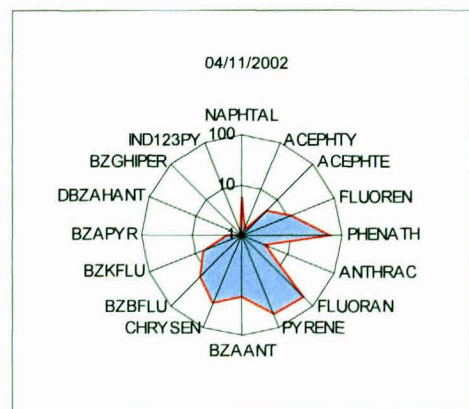
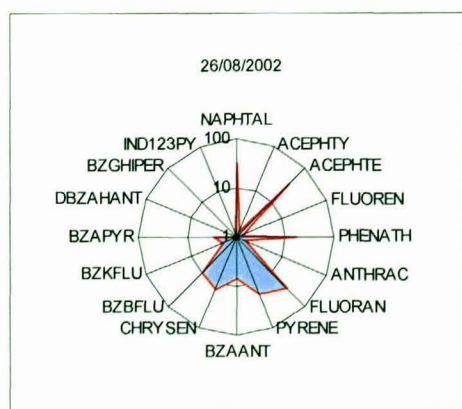
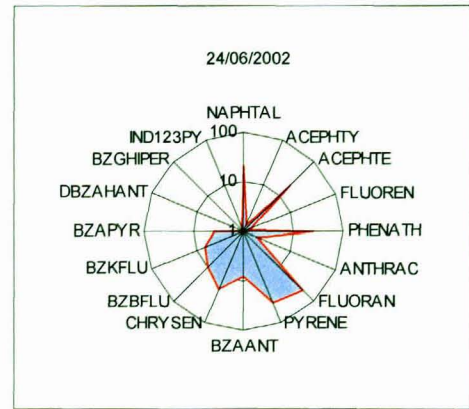
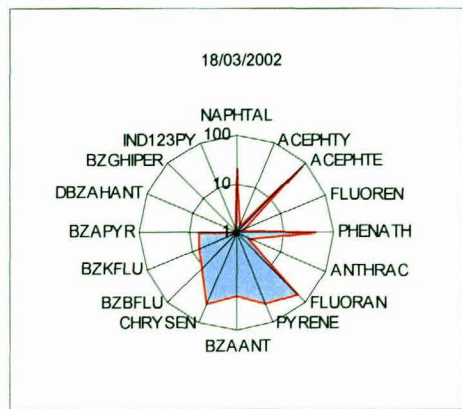
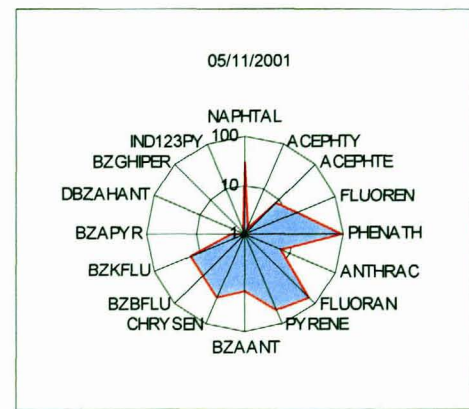
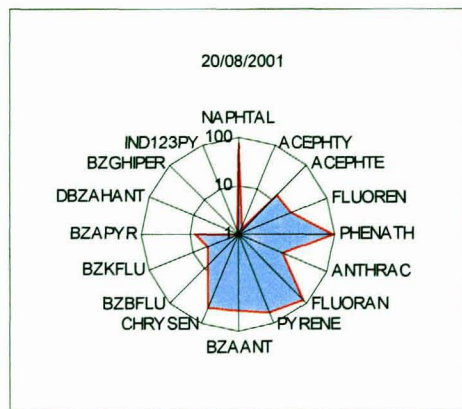
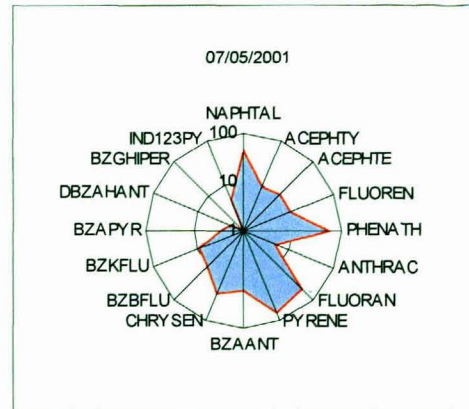
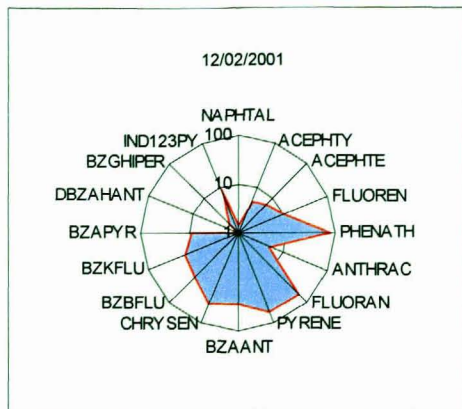


**Annexe 16** : Empreintes de la contamination en 16 HAP au point «Quai du Bazet» (2002)

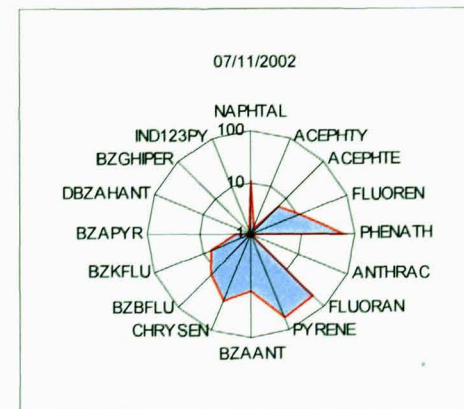
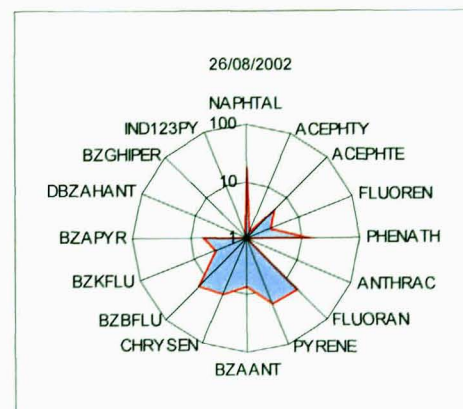
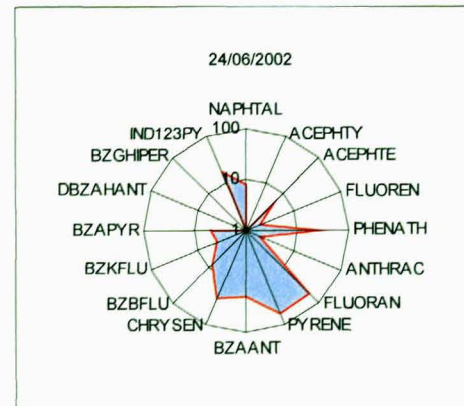
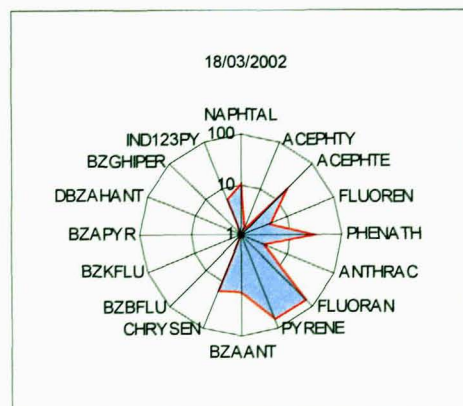
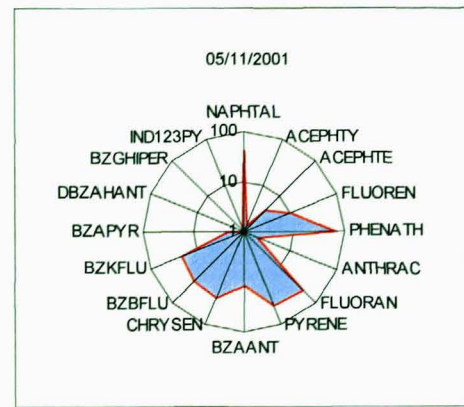
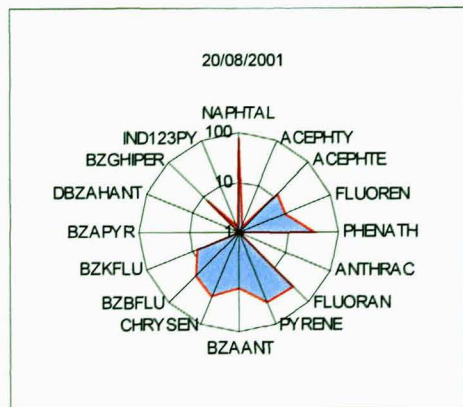
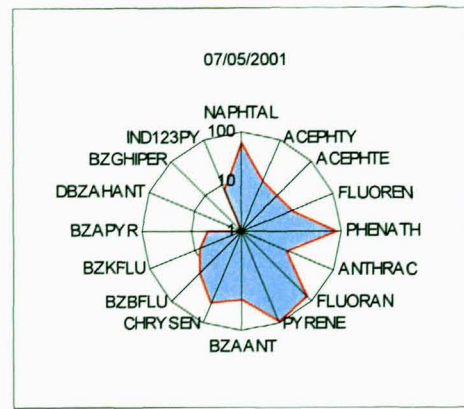
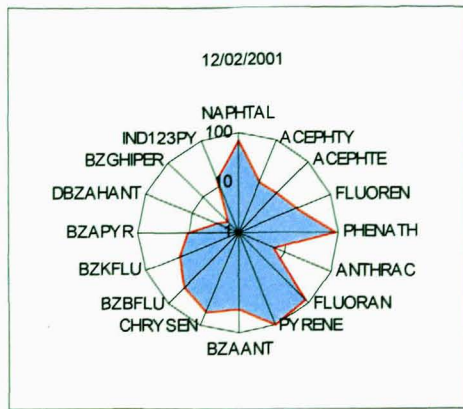


**Annexe 17** : Empreinte de la contamination en 16 HAP au point «Adour marégraphe» (2001)



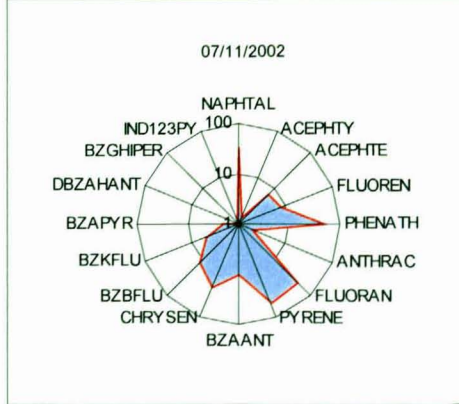
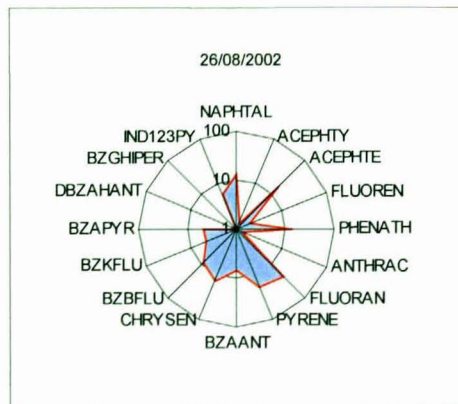
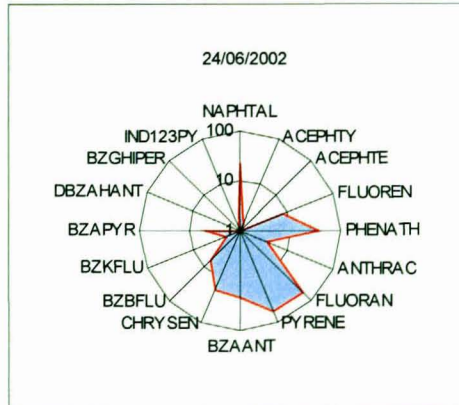
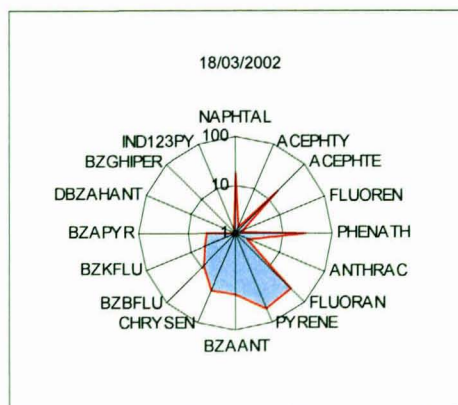
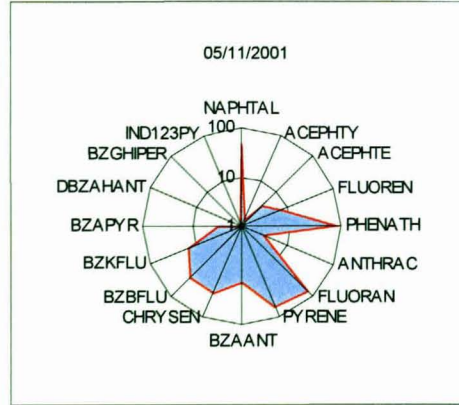
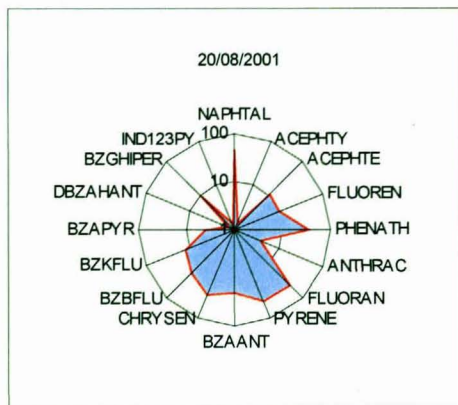
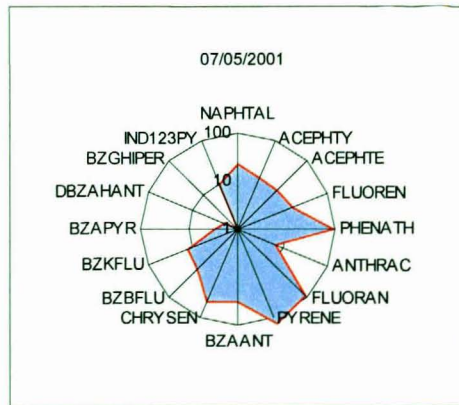
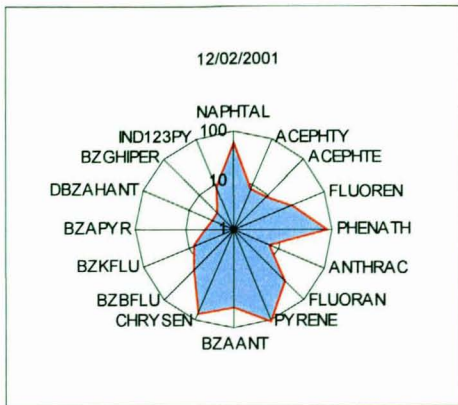


**Annexe 18** : Empreintes de la contamination en 16 HAP au point «ZI de Tarnos» .



**Annexe 19** : Empreintes de la contamination en 16 HAP au point «Quai Edmond Foy».





**Annexe 20** : Empreintes de la contamination en 16 HAP au point «Adour amont».