

DEL/D
ISSY

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

**Bilan 1992 de la contamination des côtes françaises
par les composés organostanniques**

par

Pierre MICHEL et Bernard AVERTY

Laboratoire "Chimie des Contaminants et Modélisation" - Nantes

°
° °

IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL07804



R.INT. DEL/96.06/NANTES

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

**Bilan 1992 de la contamination des côtes françaises
par les composés organostanniques**

par

Pierre MICHEL et Bernard AVERTY

Laboratoire "Chimie des Contaminants et Modélisation" - Nantes

°

° °

R.INT. DEL/96.06/NANTES

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de rapport : RST	
Numéro d'identification du rapport : R.INT.DEL/ 96.06/ NANTES Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique : - chemin UNIX : - adresse WWW :	date de publication 6 septembre 1996 nombre de pages 12 bibliographie (Oui) illustration(s) (Oui) langue du rapport français
Titre et sous-titre du rapport : <p style="text-align: center;">Bilan TBT 1992</p> <p style="text-align: center;">Bilan de la contamination des eaux côtières françaises par les composés organostanniques.</p> Titre traduit : <p style="text-align: center;">Monitoring of organotin compounds in French coastal waters.</p>	
Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom <p style="text-align: center;">Michel, Pierre Averty, Bernard</p>	Organisme / Direction / Service, laboratoire <p style="text-align: center;">IFREMER/DEL/CCM IFREMER/DEL/CCM</p>
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme / Direction / Service, laboratoire
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse	
Titre du contrat :	n° de contrat Ifremer
Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)	
Responsable scientifique :	
Cadre de la recherche : Programme : EPRD 1992 Projet : tributyl étain (TBT) Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)	
Convention : Autres (préciser) :	

FICHE DOCUMENTAIRE

Résumé :

Au cours du printemps 1992, un échantillonnage systématique a permis d'évaluer le niveau de la contamination des côtes françaises par les composés organostanniques . Le tributyl étain (TBT) a été mesuré dans la phase dissoute avec ses produits de dégradation dibutyl étain (DBT) et monobutyl étain (MBT) . Les concentrations mesurées restent importantes dans les zones portuaires et les zones de mélanges. Ces concentrations sont le plus souvent excessives lorsqu'on se réfère au seuil toxique de 1 ng.l^{-1} pour lequel des effets sont connus sur l'huître et certains autres mollusques. Les trois façades maritimes françaises ont été contrôlées; c'est en Méditerranée que l'on peut observer les plus fortes concentrations. En plus du TBT et de ses métabolites, on a aussi mis en évidence la présence importante de triphényl étain (TPhT) dans certaines zones. On rappelle que l'ensemble de ces composés organostanniques est interdit pour les bateaux de moins de 25 mètres.

Abstract :

Mots-clés : tributyl étain , dibutyl étain , monobutyl étain , triphényl étain , composés organostanniques , eau de mer, France.

Keywords :

Tributyltin, Dibutyltin, Monobutyltin, Triphenyltin, Organotin compounds, seawater, French coasts

Commentaire :

BILAN 1992 DE LA CONTAMINATION DES CÔTES FRANÇAISES PAR LES COMPOSES ORGANOSTANNIQUES

Pierre MICHEL, Bernard AVERTY

Introduction

Le tributyl étain (TBT) est un toxique à large spectre d'activité utilisé dans les peintures antisalissures pour les coques de navires et les structures immergées en milieu marin. Il s'est révélé particulièrement toxique pour l'huître *Crassostrea gigas* (Alzieu *et al.* 1980, 1986). Il a été montré que des teneurs en TBT dans l'eau de mer, d'environ 10^{-9} g.l⁻¹ provoquent des anomalies de calcification chez les adultes et la mortalité des larves empêchant la reproduction. Pour le gastéropode *Nucella lapillus*, des teneurs du même ordre entraînent des modifications sexuelles avec apparition d'un pénis chez la femelle, provoquant ainsi le déclin des populations (Bryan *et al.* 1986, Gibbs *et al.* 1988). Les effets toxiques sont moins bien connus pour d'autres espèces marines sans qu'on puisse ignorer pour autant le risque potentiel.

L'usage du TBT est restreint par les réglementations françaises de 1982, réglementations confirmées en 1992 à la suite d'une directive du Conseil des Communautés Européennes. Toutefois ces règlements n'interdisent pas l'usage du TBT pour les navires d'une longueur dépassant 25 mètres. Les trafics portuaires et la réparation navale sont donc des sources potentielles de contamination du milieu par les composés organostanniques. L'absence de contrôles, laisse planer un doute sur l'efficacité des mesures réglementaires prises pour la protection du milieu.

L'état de la contamination des côtes françaises a déjà été abordé dans le passé. Alzieu *et al.* 1989, ont décrit la situation des zones ostréicoles de la côte atlantique, au cours des années 1986-87. Pour la Méditerranée, une autre étude en 1988-89 (Alzieu *et al.* 1990) a fait le point de la contamination portuaire dans quelque marinas, le port de Marseille, la rade de Toulon ainsi que sur les parcs ostréicoles de l'étang de Thau. Cette dernière étude a été élargie aux côtes italiennes et espagnoles dans une synthèse réalisée par Alzieu *et al.* (1991).

Pour prolonger ces recherches et suivre les effets des nouvelles réglementations, en 1992, nous avons réalisé sur l'ensemble des côtes françaises, un bilan de la contamination des zones portuaires (sources de contamination), des zones de dilution et des zones de références supposées à l'écart des sources. La mise au point d'une nouvelle méthode analytique (Michel et Averty, 1991) a permis une approche plus systématique, puisque 270 échantillons ont été analysés sur les trois façades maritimes françaises.

Méthode analytique

Les analyses ont été réalisées selon la méthode décrite par Michel et Averty (1991). Les composés organostanniques sont éthylés directement en phase aqueuse par le tétraéthylborate de sodium à pH = 6 et en même temps extraits par l'isooctane. Le facteur de concentration utilisé est de 250 soit 1 ml d'isooctane pour 250 ml d'échantillon. Les extraits sont directement analysables par chromatographie en phase gazeuse ; aucune purification préalable n'est nécessaire. Le chromatographe est muni d'un détecteur photomètre de flamme avec brûleur en quartz et d'un filtre à 390 nm. L'étalonnage externe est réalisé avec des solutions aqueuses d'acétate de tributyl étain et de chlorures de dibutyl et de monobutyl étain. Les concentrations sont calculées en utilisant la surface des pics chromatographiques. La sensibilité est de

0,5 ng.l⁻¹ de TBT dans les conditions utilisées. La technique donne aussi la possibilité d'analyser de la même façon, le dibutyl étain (DBT) et le monobutyl étain (MBT), produits de dégradation du TBT. Ces produits de dégradation ne possèdent pas de caractère aussi toxique que le TBT dont ils sont issus ; ils sont cependant l'indice de son usage antérieur.

Il n'existe pas de standard certifié d'eau de mer pour l'analyse des composés organostanniques. C'est pourquoi, pour confirmer l'étalonnage, nous utilisons une solution de tétraéthyl et de tétrabutyl étain qui permet de vérifier le bon fonctionnement du détecteur ainsi que le rendement de la dérivatisation. Des analyses de sédiments réalisées dans le cadre d'une certification d'un standard du BCR (CCE), ont aussi permis de valider cette méthode analytique.

Echantillonnage

Les prélèvements d'eaux à Brest et Toulon ont été réalisés à bord des vedettes de la Marine Nationale. A Cherbourg, Marennes-Oléron, Arcachon et Sète, nous avons utilisé les embarcations des stations côtières IFREMER ou un bateau pneumatique. Pour éviter une éventuelle contamination par la coque du navire, dans tous les cas, une distance minimum de 3 mètres a été maintenue entre le navire et le système de prélèvement. Tous les autres prélèvements ont été réalisés à partir de la côte, avec toujours le même souci d'éliminer les effets de berge. Nous avons utilisé des flacons de 500 ml en polycarbonate préalablement lavés par une solution d'acide nitrique à 5% dans l'eau désionisée ultra pure. Des tests en laboratoire ont montré l'absence de contamination résiduelle de ces flacons et l'absence d'adsorption sur les parois. Ces flacons étaient remplis à 1 mètre sous la surface de l'eau au moyen d'un lest de 700 g et d'un flotteur en polyéthylène.

Dans un délai de 8 heures suivant le prélèvement, les échantillons ont été filtrés sur membrane en polycarbonate de 0,4 microns afin d'éviter l'interférence analytique du matériel particulaire en suspension, et plus spécialement, d'ôter les particules de peintures antisalissures qui peuvent être source de résultats erratiques. Les échantillons filtrés additionnés de 0,5 ml d'acide acétique, ont été stockés à l'abri de la lumière dans les flacons en borosilicate directement utilisés pour l'analyse.

Résultats et discussion

Les résultats statistiques de cette étude sont présentés dans le tableau 1. Pour une information plus complète sur les résultats, on se reportera au tableau 2 en annexe.

L'examen de ces données permet de constater que la contamination des ports de plaisance constitue le problème majeur en matière de contamination par le tributyl étain. Peut-être s'agit-il partiellement d'une coïncidence, car à l'époque des prélèvements, au printemps 1992, une longue grève des dockers a paralysé pendant plusieurs mois le trafic portuaire et réduit d'autant la contamination susceptible d'être présente en situation d'activité normale. Les niveaux de contamination au voisinage des sources sont importants et dépassent fréquemment 100 ng.l⁻¹. Ceci est tout à fait excessif et traduit dans le cas des ports de plaisance un décalage réel par rapport à la réglementation. Il est évident que certains propriétaires de bateaux de moins de 25 mètres ne connaissent pas bien les règles d'emploi des peintures contenant des composés organostanniques.

L'appréciation de l'importance de la contamination doit se référer à la concentration de 1 ng.l⁻¹ qui commence à avoir des effets toxiques reconnus sur les individus et les populations de mollusques marins. La contamination des ports a une influence qui dépasse assez largement la

limite des bassins portuaires ; elle atteint jusqu'à 10 ng.l⁻¹ de TBT pour les zones de dilution dans les mers à marée et culmine à 65 ng.l⁻¹ dans ce même type de zones en Méditerranée. Les zones de références à l'écart des sources de contamination, sont elles mêmes le siège de contamination excessive. Pour la Manche et l'Atlantique, la contamination moyenne de ces zones est de 3,3 ng.l⁻¹ et dépasse 13 ng.l⁻¹ en Méditerranée.

FACADE	Situation	Nombre d'échantillons	Mini	Maxi	Moyenne	Ecart-type
MANCHE	Ports de Commerce	30	0.5	60.8	19.9	<i>14.2</i>
	Ports de Plaisance	16	0.5	119.6	41.9	<i>39.2</i>
	Zones de mélange	35	0.5	8.3	3.3	<i>2.2</i>
	Références	12	0.5	5.9	1.4	<i>1.6</i>
ATLANTIQUE	Ports de Commerce	19	1	31.2	10.4	<i>8.5</i>
	Ports de Plaisance	23	0.5	107.6	21.8	<i>22.8</i>
	Zones de mélange	19	0.5	10.2	3.3	<i>2.9</i>
	Références	19	0.5	5.1	1.4	<i>1</i>
MEDITERRANEE	Ports de Commerce	21	1	83.9	16.3	<i>23.9</i>
	Ports de Plaisance	38	0.5	222.5	41.6	<i>41.6</i>
	Zones de mélange	18	0.5	64.7	13.1	<i>18.8</i>
	Références	19	0.5	9	2.1	<i>2.6</i>

Tableau 1: Situation statistique par façade maritime, de la contamination du littoral français en 1992, par le tributyl étain (TBT) . Les concentrations sont exprimées en ng.l⁻¹ d'ions dissous.

L'état de contamination de la Méditerranée par les composés organostanniques est le plus préoccupant (Michel et Averty, 1993). Deux raisons majeures sont identifiées pour expliquer ce phénomène. D'abord, le nombre d'installations portuaires et la densité des embarcations qu'ils abritent, multiplient la surface des carènes qui doivent être protégées des salissures biologiques. Ensuite un hydrodynamisme plus faible, du fait de l'absence des courants de marée, limite considérablement la dilution des contaminants portuaires.

Nous avons aussi mis en évidence que l'usage des composés organostanniques dans les peintures anti-salissures ne se limitait pas au TBT. Le triphényl étain (TPhT) a été détecté à de nombreuses occasions en Méditerranée, à des concentrations pouvant être supérieures à celles du TBT. La présence de TPhT dans les eaux côtières méditerranéennes a déjà été signalée dans les eaux espagnoles (Alzieu *et al.* 1991). Ici, nous avons pu confirmer sa présence par couplage chromatographie gazeuse/spectromètre de masse (GC/MS). On sait que le TPhT qui possède des effets toxiques du même type que le TBT, lui est parfois substitué dans les formulations antifouling. Il est d'ailleurs utilisé à tort puisque la réglementation française et européenne l'interdit tout autant.

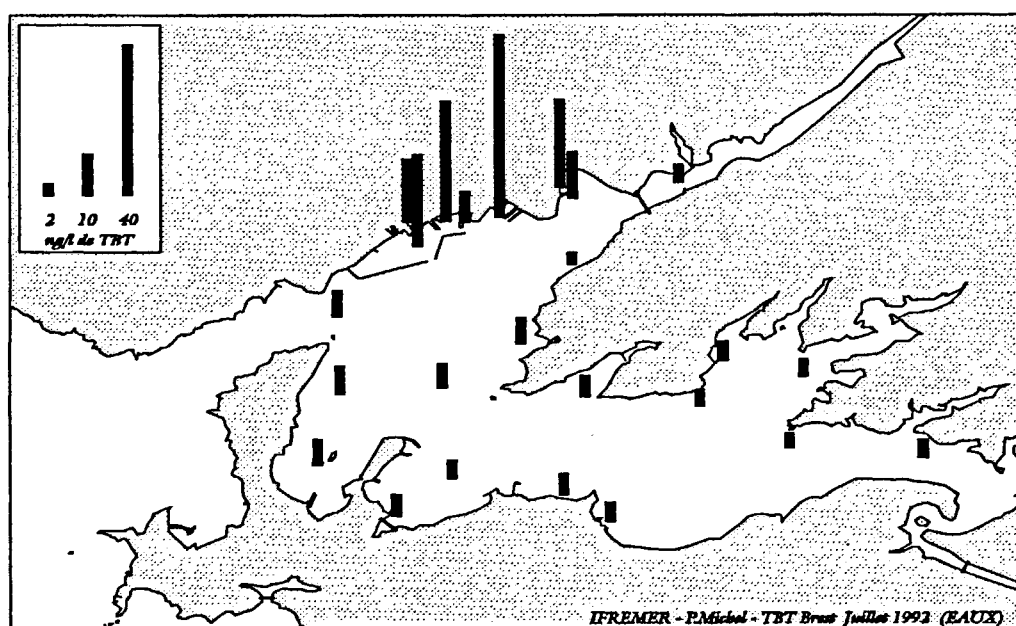


Figure 1: Concentration en TBT dissous dans la Rade de Brest en juillet 1992.

Pour illustrer la diffusion du TBT à partir de sources identifiées, nous présentons ici la cartographie des résultats obtenus en Rade de Brest en juillet 1992 (fig. 1). Bien que les niveaux de contamination rencontrés ne soient pas les plus élevés, cette carte montre assez bien l'importance des sources portuaires (port militaire, port de commerce, forme de radoub et port de plaisance) ainsi que l'extension de la contamination dans l'ensemble de la rade à un niveau de concentration moindre, mais toujours supérieur au seuil toxique de 1 ng.l^{-1} . Les travaux effectués par ailleurs dans les sédiments de cette rade (Michel et Averty, 1995), montrent qu'un stock de sédiment portuaire contaminé est présent. Ce stock présente un gradient de contamination beaucoup plus marqué encore que dans la phase dissoute. Il présente donc un risque de remobilisation lors des dragages portuaires inévitables.

Conclusions

La contamination des eaux côtières par les composés organostanniques reste un problème d'actualité. Certes, il semble que la phase critique atteinte dans le Bassin d'Arcachon vers la fin des années 70 soit maintenant dépassée. Les concentrations mesurées sont décroissantes, et

les effets sur l'ostréiculture sont plus restreints. La situation s'est relativement améliorée avec l'instauration d'une réglementation restrictive pour les navires de plaisance, mais il reste du chemin à parcourir; une contamination résiduelle importante reste omniprésente. Déjà, l'instauration de règlements sans contrôle de leur application explique pour une bonne part la contamination actuelle des ports de plaisance. S'y ajoute une importante activité militaire ou commerciale, directement liée aux transports maritimes ou aux chantiers navals, au stationnement dans les ports ou à la navigation côtière. Toutes ces activités s'additionnent pour continuer à contaminer le milieu marin à un niveau préoccupant.

L'usage de produits antisalissures reste nécessaire pour maintenir la navigabilité et les performances nautiques de tout navire. La sécurité, la réduction de consommation de carburant restent des impératifs qui requièrent une coque lisse et donc l'usage de produits pour limiter la fixation des algues et des mollusques. Le retour à des peintures à base de cuivre a aussi des inconvénients, cependant ils sont moindres qu'avec le TBT et assez bien connus. L'usage de nouvelles formulations, contenant en particulier des triazines, présente un risque nouveau et mal évalué. Des recherches sont en cours pour substituer à tous ces composés un principe nouveau sur la base de propriétés antiadhésives plutôt que sur des effets toxiques. Du laboratoire de recherche-développement à la réalité économique de ces nouveaux produits, le chemin sera encore long. Une surveillance des zones côtières et le contrôle de l'application de la réglementation paraissent indispensables pour éviter que les impacts écologiques ne deviennent irréversibles.

Remerciements

Les auteurs remercient très vivement tous ceux (laboratoires côtiers, Marine nationale et P.Maggi) qui ont contribué à la collecte des échantillons, ainsi que les membres du comité de lecture pour les améliorations proposées, contribuant ainsi à une meilleure compréhension de ce document.

Bibliographie

- Alzieu, C., Thibaud, Y., Heral, M., Boutier, B. (1980). Evaluation des risques liés à l'emploi des peintures antisalissures dans les zones conchylicoles. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 44:305-348.
- Alzieu, C., Sanjuan, J., Deltreil, J.P., Borel, B. (1986) Tin contamination in Arcachon Bay: effects on oyster shell anomalies. *Mar. Pollut. Bull.* 17(11)494-498.
- Alzieu, C., Sanjuan, J., Michel, P., Borel, M., Dreno, J.P., (1989). Monitoring and assessment of butyltins in Atlantic coastal waters. *Mar. Pollut. Bull.* 20:22-26
- Alzieu, C., Michel, P., Sanjuan, J., Averty, B., (1990) Tributyltin levels in french mediterranean coastal waters. *Applied Organomet. Chem.* 4:55-61
- Alzieu, C., Michel, P., Tolosa, I., Bacci, E., Mee, L.D., Readman, J.W., (1991). Organotins compounds in the Mediterranean : A continuing cause for concern. *Mar. Env. Res.* 32:261-270
- Bryan, G.W., Gibbs, P.E., Hummerstone, L.G., Burt, G.R. (1986). The decline of the gastropod *Nucella lapillus* around South-West England: evidence for the effect of tributyltin from antifouling paints. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 66:611-640.

- Décret N° 92-1074 du 2 octobre 1992 relatif à la mise en marché, à l'utilisation et l'élimination de certaines substances et préparations dangereuses. *J. officiel Rép. Fr* 4 oct. 1992.
- Directive N° 89-677(C.E.E.) du 21 décembre 1989 relative à la limitation de la mise sur le marché et l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses.
- Gibbs, P.E., Pascoe, P.L., Burt, G.R. (1988). Sex change in the female dog-whelk *Nucella lapillus* , induced by tributyltin from antifouling paints. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 68:715-731.
- Michel, P., Averty, B., (1991) Tributyltin analysis in seawater by GC FPD after direct aqueous phase ethylation using sodium tetraethylborate. *Applied Organomet. Chem.* 5:393-397.
- Michel (P.) Averty (B.) (1993). Recent tributyltin and triphenyltin measurements on the French Mediterranean Coast. **Symposium SETAC Lisbonne 28-31 mars 1993**
- Michel (P.) Averty (B.) (1995). La contamination de la Rade de Brest par le tributyl étain. **3èmes Rencontres Scientifiques Internationales "Contrat de Baie Rade de Brest"- Brest 14-16 mars 1995.**

	LIEU	type	MBT	DBT	TBT	TPhT
Dunkerque 23 avril 1992	Avant-Port est	1	8.4	60.2	8.3	nd
	Port d'échouage	3	13.8	60.2	41.5	nd
	Port de plaisance	2	19.4	79.4	70.8	nd
	Bassin d'évitage	3	12.9	81.1	36.1	nd
	Bassin d'évolution	3	27.7	43.7	25.6	nd
	Bassin de la marine	3	18.8	65.7	29.3	nd
	Darse 2	3	20.9	40.0	17.3	nd
	Darse 4	3	25.0	44.1	22.9	nd
	Darse 6	3	23.7	44.7	18.1	nd
	Gravelines; Gare maritime	3	8.7	16.1	18.3	nd
	Gravelines; Avant-port	1	4.9	10.6	5.9	nd
Boulogne 22 avril 1992	Audresselles	0	7.3	33.1	1.0	nd
	Jetée sud extérieur	0	3.6	24.3	1.0	nd
	Port I	3	12.0	37.6	5.9	nd
	Port II	3	13.2	90.2	8.3	nd
	Port plaisance aval	2	5.9	61.5	7.8	nd
	Port plaisance amont	2	15.7	109.4	4.9	nd
Le Havre 24 avril 1992	Antifer	3	3.4	8.4	2.2	nd
	Sainte Adresse	0	5.0	14.1	3.2	nd
	Port de plaisance Nord	2	6.2	28.6	63.4	nd
	Port de plaisance Sud	2	3.7	18.4	23.2	nd
	Capitainerie Avant-Port	3	4.4	19.4	34.4	nd
	Bassin Bellot (à flot)	3	7.3	28.8	15.1	nd
	Bassin Ducrocq	3	4.4	9.2	11.7	nd
Pont de Tancarville	0	4.4	2.4	1.0	nd	
Caen/Honfleur 28 avril 1992	Caen; Yacht Club	2	1.0	9.6	56.4	nd
	Ouistreham; Port plaisance	2	2.7	19.0	114.7	nd
	Deauville; Port plaisance	2	3.4	18.4	119.6	nd
	Honfleur; Bassin à flot	3	2.2	5.5	24.9	nd
	Honfleur; Avant-port	3	2.5	5.5	22.9	nd
Cherbourg 28 avril 1992	Sortie petite rade	1	4.6	11.4	6.3	nd
	NW petite rade	1	3.7	7.8	7.6	nd
	Sortie avant-port Mar.Nat.	3	3.0	11.4	60.8	nd
	Port plaisance Mar.Nat.	2	3.3	10.4	88.3	nd
	Port plaisance	2	3.8	4.7	30.0	nd
	Gare maritime	3	4.0	5.1	15.9	nd
	Chantiers Navals SE	3	2.5	6.3	13.2	nd
	Bassin du commerce	3	3.4	5.9	6.1	nd
Avant-port commerce	3	5.5	11.0	8.8	nd	
Saint Malo 9 avril 1992	Cancale; Port	3	3.0	2.0	6.6	nd
	Pointe du Grouin	0	2.2	3.1	0.5	nd
	Saint-Malo; Bassin Vauban	2	24.0	21.2	33.7	nd
	Saint-Malo; Port de Plaisance	2	3.8	3.3	6.1	nd
	Barrage de la Rance (aval)	0	3.4	0.8	0.5	nd
	Dinard; Pointe du Moulinet	0	3.6	0.8	0.5	nd
	Saint Lunaire; Pointe du Décollé	0	6.1	1.6	0.5	nd
Saint-Briac; Pont du Frémur	2	4.0	1.8	0.5	nd	

Tableau 2: Concentrations en monobutyl étain (MBT), dibutyl étain (DBT), tributyl étain (TBT) et triphényl étain (TPhT), exprimées en ng.l^{-1} d'ions dissous. (type=0 pour zone de référence, 1 pour zone de dilution, 2 pour port de plaisance et 3 pour les port de commerce ou militaire) . (nd = non détecté).

	LIEU	type	MBT	DBT	TBT	TPhT
Roscoff	Pointe de Primel	0	2.1	2.2	0.5	nd
22 juin 1992	Rivière de Morlaix	1	4.7	2.5	0.5	nd
	Roscoff; Gare maritime	3	1.5	1.4	0.5	nd
	Roscoff; Embarcadère pour Batz	1	1.9	1.2	0.5	nd
	Santec	0	2.5	2.0	1.7	nd
Brest	4822.55,429.32 Rade abri	3	3.7	6.7	17.1	nd
23 juin 1992	4823.13,427.32 Radoub(ext)	3	2.2	3.9	5.4	1.8
	4823.62,425.58 Moulin blanc	2	3.3	5.7	16.3	2.4
	4823.68,422.90 Elorn	1	2.7	3.7	3.7	nd
	4822.32,425.58	1	2.5	3.1	3.7	nd
	4820.62,427.07	1	1.6	2.0	1.0	nd
	4819.82,428.93 Centre	1	2.1	2.0	1.0	nd
	4819.13,425.73	1	1.9	1.2	0.5	nd
	4819.28,422.12	1	2.1	2.5	1.7	nd
	4819.93,419.78 Riv. de Daoulas	1	2.7	2.7	1.0	nd
	4818.42,416.97 Aulne	1	1.9	2.0	0.5	nd
	4818.55,419.78	1	2.2	2.7	1.0	nd
	4817.35,424.37 Ecole navale	1	2.1	2.2	1.0	nd
	4817.85,425.57	1	2.8	4.7	1.7	nd
	4818.15,428.37 Lanveoc	1	2.1	2.5	1.0	nd
	4819.02,431.55 Roscanvel	1	2.1	3.1	1.7	nd
	4821.22,431.65 Goulet	0	0.9	1.8	1.0	nd
Brest	4823.70,425.80 Port plaisance	2	4.7	12.2	22.9	1.8
22 juillet 1992	4823.70,425.80 Port plaisance	2	4.4	7.4	11.5	nd
	4823.28,427.42 Radoub(int)	3	6.4	46.3	48.8	15.6
	4823.04,428.20 Port commerce	3	5.2	6.3	7.1	nd
	4822.98,428.68 Port commerce	3	6.1	12.5	31.7	nd
	Rade abri	3	7.3	8.6	23.7	nd
	Penfeld	3	5.0	5.9	15.9	nd
	4823.50,422.49 Elorn	1	4.4	3.9	3.7	nd
	4822.13,425.31	1	5.5	3.5	2.2	nd
	4820.42,426.36	1	5.0	3.9	5.9	nd
	4818.30,416.36 Aulne	1	3.0	2.0	3.7	nd
	4818.47,420.00	1	2.4	1.2	2.7	nd
	4820.04,419.37	1	3.8	2.0	3.7	nd
	4820.23,421.41	1	3.6	2.4	4.1	nd
	4819.30,422.17	1	6.2	6.5	3.2	nd
	4817.16,424.35	1	3.0	2.4	4.1	nd
	4817.47,425.45	1	3.6	2.5	4.6	nd
	4819.41,425.12	1	4.7	2.5	4.6	nd
	4818.06,428.33	1	3.0	2.0	3.7	nd
	4817.22,429.57	1	3.8	2.5	4.6	nd
	4819.51,428.47	1	4.7	3.5	5.4	nd
	4818.24,431.49	1	5.2	3.1	5.1	nd
	4819.44,431.22	1	4.4	4.3	6.3	nd
	4821.13,431.28 Goulet	0	5.0	3.9	5.9	nd

Tableau 2(suite): Concentrations en monobutyl étain (MBT), dibutyl étain (DBT), tributyl étain (TBT) et triphényl étain (TPhT), exprimées en ng.l^{-1} d'ions dissous. (type=0 pour zone de référence, 1 pour zone de dilution, 2 pour port de plaisance et 3 pour les port de commerce ou militaire). (nd = non détecté).

	LIEU	type	MBT	DBT	TBT	TPhT
Concarneau 24 juin 1992	Loctudy; Port de plaisance	2	5.3	3.7	3.9	nd
	Loctudy; rivière	1	2.1	3.7	7.8	nd
	Bénodet Port de plaisance	2	2.1	2.5	9.3	nd
	Bénodet Port	2	2.4	3.9	12.4	1.8
	Pointe du Mousterlin	0	2.8	0.6	2.4	nd
	Fouesnant Port la forêt	2	4.0	12.3	21.0	10.6
	Concarneau; Port de Pêche	3	4.3	12.3	18.5	2.4
	Concarneau; pointe du Cabellou	1	2.7	4.7	8.5	nd
Lorient 24 juin 1992	Le Pouldu port	1	1.9	1.4	5.4	nd
	Pointe du Talus	0	1.9	1.4	2.0	nd
	Lorient; Fort de Kernevel	1	3.0	2.2	4.6	nd
	Lorient; Port de commerce	3	4.0	3.3	10.0	nd
	Lorient; Port de plaisance	2	7.7	6.5	11.2	2.4
Golfe du Morbihan 24 juin 1992	Quiberon pointe de la Truie	0	4.4	2.9	2.0	nd
	Quiberon pointe du Rohu	0	2.4	1.2	0.7	nd
	La Trinité Port de plaisance	2	4.4	5.9	6.8	nd
	Golfe pointe de Kerpenhir	1	4.3	2.9	2.7	nd
	Golfe;Fort espagnol	1	3.1	2.2	2.0	nd
	Golfe;Pointe d'Arradon	1	3.7	1.8	0.7	nd
	Vannes; Pointe de Conleau	1	3.0	2.9	2.0	nd
	Le Crouesty;port de plaisance	2	4.4	10.2	18.5	14.7
Le Crouesty; sortie du port	2	4.3	10.2	24.4	13.8	
Loire 10 avr.1992	N.W. Noirmoutier	0	0.5	0.5	0.5	nd
	Pte St-Gildas	1	3.8	3.3	1.5	nd
	Pornic port de plaisance	2	3.8	7.6	44.7	nd
	Donges App ^t pétrolier	1	3.7	3.5	2.0	nd
	Pont de St Nazaire	1	4.9	3.3	3.2	nd
	St Nazaire Bassin à flot	3	7.3	7.4	14.2	nd
	St Nazaire avant-port	3	5.6	4.5	10.7	nd
Le Croisic 10 avr.1992	Le Pouliguen port de plaisance	2	3.7	3.1	4.4	nd
	Pornichet port de plaisance	2	3.8	7.8	35.1	nd
	Batz Roche-Mathieu	0	3.8	2.4	1.5	nd
	Le Croisic port de plaisance	2	2.7	3.9	9.5	nd
	Le Croisic port de pêche	3	1.6	0.8	2.9	nd
Saint Gilles Croix de Vie 14 mai 1992	Port de pêche	3	4.3	4.3	3.9	nd
	Port de plaisance	2	4.3	3.1	4.4	nd
	Référence	0	3.6	2.7	1.0	nd
Les Sables D'Olonne 14 mai 1992	Port de pêche	3	10.8	29.4	12.9	nd
	Port de plaisance	2	6.5	6.1	4.9	nd
	Référence jetée	0	6.5	5.1	1.5	nd
La Rochelle 11 mai 1992	Port des Minimes ouest	2	9.6	14.3	31.5	nd
	Port des Minimes est	2	5.2	12.2	19.5	nd
	Avant-port La Rochelle	1	35.5	18.0	10.2	nd
	Port de La Pallice	3	16.7	24.5	31.2	nd
	Avant-port de La Pallice	3	12.9	18.0	30.0	nd
	Ext. jetée de La Pallice	0	2.8	5.7	5.1	nd

Tableau 2(suite): Concentrations en monobutyl étain (MBT), dibutyl étain (DBT), tributyl étain (TBT) et triphényl étain (TPhT), exprimées en ng.l⁻¹ d'ions dissous. (type=0 pour zone de référence, 1 pour zone de dilution, 2 pour port de plaisance et 3 pour les port de commerce). (nd = non détecté)

	LIEU	type	MBT	DBT	TBT	TPhT
Marennes-Oleron 12 mai 1992	Ouest phare ile d'Aix	0	5.3	3.9	1.5	nd
	Ouest Ile Madame	0	4.6	3.1	1.0	nd
	Nord digue Port des Barques	0	4.0	2.4	1.0	nd
	Balise rocher Julien	0	3.6	2.7	1.0	nd
	Chenal de Boyardville	1	4.9	4.7	4.4	nd
	Port de Boyardville	2	2.7	23.1	107.6	nd
	Pont d'Oléron	0	3.1	3.3	1.0	nd
	Maumusson bouée Gatseau	0	3.6	2.4	1.0	nd
	Embouchure de la Seudre	0	3.0	2.4	1.0	nd
	Marennes port de plaisance	2	5.0	14.5	8.5	nd
Gironde 13 mai 1992	Port de Royan	2	4.0	10.8	36.6	nd
	Bouée R1	0	4.1	3.1	1.0	nd
	Port du Verdon	3	6.4	10.8	5.6	nd
	Port Bloc	3	8.0	6.3	6.6	nd
	Sud Phare de Cordouan	0	5.0	3.3	1.5	nd
Bassin d'Arcachon 26 mai 1992	Arcachon; port de plaisance	2	4.7	11.4	41.0	31.2
	La Teste; port mixte	3	5.5	6.5	8.8	3.2
	Gujan-Mestras; port mixte	3	6.7	5.7	12.7	1.8
	Andernos; port mixte	3	5.8	4.1	6.8	nd
	Andernos; port de plaisance	2	5.3	2.7	0.5	nd
	La Vigne; sortie du port de plaisance	2	3.0	10.2	17.6	12.9
	Les Jacquets (parcs à huîtres)	1	3.0	1.2	3.9	nd
	Jetée de La Chapelle	1	2.8	4.3	2.0	nd
	Jetée du Mouleau	1	2.2	4.3	0.5	nd
	Cap Ferret	0	2.5	3.1	0.5	nd
	Balise C1 (Arès)	1	2.8	0.8	0.5	nd
	Balise E2	1	2.8	5.9	0.5	nd
	Balise F0	1	3.6	12.9	0.5	nd
St Jean de Luz 25 mai 1992	Hendaye port de pêche 1	3	5.0	1.2	1.0	nd
	Hendaye port de pêche 2	3	3.1	1.0	1.7	nd
	St-Jean-de-Luz (SOCOA)	3	7.8	4.7	4.4	nd
	St-Jean-de-Luz;port de pêche	3	5.0	5.9	10.7	nd
	Bayonne; Adour, gare maritime	3	5.3	3.1	4.9	nd
	Bayonne; port de plaisance	2	8.4	9.2	29.0	1.8
Banyuls Port-Vendres 19 mai 1992	Banyuls port de plaisance	2	5.3	10.4	27.6	nd
	Banyuls Cap des Elmes	0	3.3	1.6	1.0	nd
	Port-Vendres référence mer	0	4.0	2.5	0.5	nd
	Port-Vendres Redoute Béar	1	3.8	2.4	0.5	nd
	Port-Vendres Port de plaisance	2	4.3	2.5	10.5	nd
	Port-Vendres Vieux-Port	3	3.3	1.0	1.0	nd
Port Leucate Gruissan 19 mai 1992	Port-Barcarès Référence mer	0	2.2	1.4	0.5	nd
	Port-Barcarès port de plaisance	2	4.0	2.7	3.7	nd
	Port-Leucate référence mer	0	4.0	3.9	1.0	nd
	Port-Leucate Bassin Nord	2	5.8	5.5	5.9	nd
	Port-Leucate Chenal	1	5.8	3.1	1.5	nd
	Port-Leucate Bassin Sud	2	3.3	5.7	4.9	nd
	Etang de Leucate	0	4.3	1.6	0.5	nd

Tableau 2(suite): Concentrations en monobutyl étain (MBT), dibutyl étain (DBT), tributyl étain (TBT) et triphényl étain (TPhT), exprimées en ng.l^{-1} d'ions dissous. (type=0 pour zone de référence, 1 pour zone de dilution, 2 pour port de plaisance et 3 pour les port de commerce) . (nd = non détecté)

	LIEU	type	MBT	DBT	TBT	TPhT
Gruissan	Gruissan bassin sud	2	8.1	28.4	29.8	29.4
Cap d'Agde	Gruissan bassin nord	2	10.8	31.0	42.5	29.4
19 mai 1992	Cap d'Agde (référence)	0	2.7	2.7	0.5	nd
	Avant-port Capitainerie	1	10.4	49.0	50.8	28.2
	Bassin est	2	16.0	58.6	28.8	38.5
	Bassin ouest	2	11.4	61.3	26.6	40.9
Sète	Sète; Cap de Sète (référence)	0	2.4	5.7	0.5	nd
20 mai 1992	Sète; Canal de Sète (Vieux Port)	3	4.3	4.7	7.8	1.5
	Sète; Bassin Orsetti	3	3.8	2.4	4.9	nd
	Sète; Canal de Sète (Pont SNCF)	3	3.4	2.4	2.0	nd
	Thau; Est pointe du Barrou	1	3.6	2.5	2.0	nd
	Port de plaisance	2	3.1	3.7	2.9	4.1
	Thau; Pointe de Ballaruc	1	3.0	1.8	0.5	nd
	Thau; Parcs	1	2.4	1.8	0.5	nd
	Bouzigues vieux-port	2	6.1	8.8	10.2	6.8
	Thau; Rocher de Roquerols	1	2.4	1.8	1.5	nd
	Mèze; port ostréicole	2	7.3	13.1	15.9	7.1
	Thau; Parcs	1	2.2	1.8	3.7	nd
Sète	Le Mourre Blanc; Port	2	3.4	1.4	0.5	nd
20 mai 1992	Thau; Parcs	1	3.3	1.2	1.0	nd
	Thau; Parcs SW	1	3.0	1.2	0.5	nd
	Marseillan; port ostréicole	2	5.8	1.0	4.1	1.8
Port-Camargue	La Grande Motte, référence mer	0	0.9	1.4	0.5	1.8
20 mai 1992	La Grande Motte Bassin SE	2	12.2	24.0	38.6	18.8
	La Grande Motte, Bassin NW	2	42.0	100.0	86.9	92.0
	La Grande Motte, Capitainerie	1	8.0	19.8	64.7	42.6
	Le Grau-du-Roi, port	2	7.0	8.0	39.8	25.9
	Port-Camargue, bassin NE	2	53.0	299.0	53.7	224.6
	Port-Camargue, les marinas	2	19.4	58.4	40.7	61.7
	Port-Camargue, Capitainerie	1	8.4	31.9	18.3	23.8
	Port-Camargue, référence mer	0	5.5	19.8	5.1	3.2
Fos	Martigues, Berre port de plaisance	2	11.5	29.4	26.4	7.4
Martigues	Martigues canal	2	7.7	5.9	20.5	2.4
21 mai 1992	Fos, Cap d'aiguade	0	5.5	2.0	4.9	nd
	Fos, appontement pétrolier	3	5.0	5.9	11.7	nd
	Fos, quai minéralier	3	5.3	2.7	5.4	6.5
	Fos, appontement conteneurs	3	8.0	18.2	9.5	nd
	Fos, port saint Louis (plage)	3	3.6	2.4	4.4	nd
	Rhone (Arles)	0	4.9	0.4	0.5	nd
Marseille	Endoume, marégraphe	0	3.3	1.4	0.5	nd
18 juin 1992	Vieux Port nord	2	40.7	162.1	78.1	42.9
	Vieux port sud	2	46.9	138.2	86.4	53.5
	Avant-port Joliette	3	13.0	50.6	9.8	10.6
	Bassin Joliette	3	25.0	49.2	17.6	3.5
	Quai Charcot	3	8.3	17.2	3.9	nd
	Bassin gare maritime, Môle A	3	13.0	39.8	4.9	nd

Tableau 2(suite): Concentrations en monobutyl étain (MBT), dibutyl étain (DBT), tributyl étain (TBT) et triphényl étain (TPhT), exprimées en ng.l^{-1} d'ions dissous. (type=0 pour zone de référence, 1 pour zone de dilution, 2 pour port de plaisance et 3 pour les port de commerce) . (nd = non détecté).

	LIEU	type	MBT	DBT	TBT	TPhT
Marseille (suite) 18 juin 1992	Pont d'Arenc	3	10.2	10.0	2.0	nd
	Pont Pinède	3	8.7	20.6	2.0	nd
	Bassin de la Pinède, Môle E	3	12.0	29.2	1.0	nd
	Sortie bassin Pt Wilson	3	6.1	17.2	1.0	nd
	Digue du large coté mer	0	1.9	2.7	1.0	nd
Toulon 16 juin 1992	La Seyne; Port de commerce	3	12.0	57.2	78.1	nd
	La Seyne; Chantiers navals	3	4.6	21.4	19.5	nd
	Toulon; Rade NW	1	7.0	17.2	17.6	nd
	Toulon; Anciens Docks	3	10.2	54.5	83.9	nd
	Toulon; Nouveaux Docks	3	10.7	27.8	29.3	3.5
	Toulon; Port de plaisance	2	16.7	69.2	144.4	21.5
	Toulon; Gare maritime	3	6.5	23.9	42.0	nd
	Toulon; Rade NE	1	6.5	15.9	21.5	nd
	Toulon; Centre Rade	1	7.0	23.3	33.2	nd
	Baie du Lazaret; parcs à moules	1	3.3	6.7	10.7	nd
	Baie du Lazaret; Port de plaisance	2	8.7	18.0	44.9	7.1
	Saint-Mandrier; Port de plaisance	2	6.5	13.9	21.5	8.8
	Passe Sud; aval	1	3.3	3.9	3.9	nd
	Passe Nord; aval	1	3.7	5.3	3.9	nd
	Grande Rade; Nord	0	1.9	1.4	1.0	nd
Grande Rade; Sud	0	1.9	2.7	1.0	nd	
Saint-Mandrier; Cap Cépet	0	1.9	1.4	2.9	nd	
Cannes Antibes 17 juin 1992	Théoule; Pointe de l'Aiguille	0	3.7	2.7	2.0	nd
	Théoule; La Rague	2	4.6	14.7	15.6	26.8
	La Napoule; Port de plaisance	2	9.3	35.9	48.8	75.0
	Cannes; Le Vieux Port	2	6.5	20.0	25.4	28.5
	Cannes; Port Canto	2	4.6	21.4	42.9	32.0
	Cannes; Port Canto , Capitainerie	2	5.6	20.0	54.7	25.0
	Cannes; Cap de la Croisette	0	2.8	2.0	7.8	nd
Antibes; Port Vauban	2	37.0	95.6	33.2	114.1	
Nice Monaco 17 juin 1992	Nice; port de plaisance	2	6.1	21.4	58.6	33.8
	Villefranche-sur-mer; port plaisance	2	12.0	70.4	222.5	214.6
	Pointe de Cap-Ferrat; Phare	0	4.6	8.6	9.0	3.5
	Saint-Jean-Cap-Ferrat; port de plais.	2	11.1	33.3	29.3	114.1
	Beaulieu-sur-mer; Port de plaisance	2	14.8	50.6	56.6	164.1
	Fontvielle, port de plaisance	2	4.6	14.7	42.0	75.0
La Condamine, port de plaisance	2	6.1	20.6	56.6	50.0	

Tableau 2(suite): Concentrations en monobutyl étain (MBT), dibutyl étain (DBT), tributyl étain (TBT) et triphényl étain (TPhT), exprimées en ng.l^{-1} d'ions dissous. (type=0 pour zone de référence, 1 pour zone de dilution, 2 pour port de plaisance et 3 pour les port de commerce) . (nd = non détecté).