

Sources et diffusion des oligo-éléments métalliques dans le bassin d'Arcachon (côte atlantique française)

Sédiments
Métaux lourds
Diffusion
Pollution

Sediments
Heavy metals
Diffusion
Pollution

C. Carruesco, J.-M. Jouanneau, Y. Lapaquellerie
Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, laboratoire associé au CNRS n° 197, Université de
Bordeaux I, 351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex, France.

RÉSUMÉ

Le bassin d'Arcachon, de par sa vocation conchylicole et l'essor touristique de ces dernières années, est un modèle intéressant pour une étude d'impact de la pollution sur un milieu lagunaire.

La répartition des eaux dans le bassin est la suivante :

- des eaux néritiques externes à caractère franchement marin (zone des passes) ;
- des eaux néritiques internes (fond du bassin) ;
- des eaux néritiques moyennes entre les deux types précédents (partie centrale du bassin).

Les analyses des sédiments s'appuyant sur des études entreprises dès 1972, et plus particulièrement sur des résultats du Réseau National d'Observation (RNO) depuis 1977, montrent une augmentation des teneurs moyennes en oligo-éléments métalliques (Zn = 100 %, Cu = 400 %, Pb = 400 %).

La répartition spatiale et temporelle des concentrations des éléments étudiés a permis de distinguer une zone bordière, foyer de pollution, d'un ensemble occupant le centre du bassin. Ce domaine à faibles teneurs a permis de définir une zone de référence du bassin. Ce dernier enregistre depuis 1977 des augmentations en éléments métalliques ; cependant ces concentrations sont proches de moyennes naturelles notées pour des sédiments de même type.

Par contre, la diminution des concentrations en oligo-éléments métalliques de la frange littorale du bassin, en 1980, paraît être un fait nouveau susceptible d'induire une amélioration de la qualité future du bassin dans son ensemble.

La diffusion des pollutions des sources vers le bassin a pu être quantifiée : le plomb apparaît comme l'élément le plus rapidement diffusé dans tout l'écosystème.

Les fortes diminutions des concentrations métalliques des zones côtières, en 1980, si elles se confirmaient dans les années à venir, permettraient un retour à un état plus compatible avec un bassin à vocation conchylicole.

Oceanol., Acta, 1982. Actes Symposium International sur les lagunes côtières, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, 8-14 septembre 1981, 87-93.

ABSTRACT

Sources and diffusion of trace metal contents in the Arcachon Basin (French Atlantic coast)

Shell fish breeding and tourism make the Arcachon basin an ideal place for studying the impact of pollution within a lagoon environment.

The water repartition is as follows :

- exterior neritic water, purely marine (the inlet area) ;
- interior neritic water (bottom of the basin) ;
- middle neritic water found between the two above mentioned types of water (central part of the basin).

Analyses carried out (based on studies started in 1972 and especially on the RNO results, in effect since 1977) show an increase of average trace metal contents (Zn = 100 %, Cu = 400 %, Pb = 400 %) and of organic particulate carbon.

The spatial and temporal repartition of the concentration of the elements in question, helped us to distinguish a boarding zone — source of pollution — from an entity occupying the basin

centre. This area, poor in metal contents led us to define a geochemical baseline of the basin. Since 1977, this baseline has been showing an increase of metallic elements. These concentrations, however, may be easily compared to average content metals, noted for the same type of sediments.

Inversely, the decrease of metal content concentrations in the coastal area in 1980, constitutes a new phenomenon, likely to improve the quality of the whole of the basin.

We were able to evaluate the impact of pollution ; lead appears to be the most easily diffused element in the whole of the ecosystem.

Should the decrease of metallic concentrations on the coastal area continue, the Arcachon basin will be a most suitable area for shell fish breeding.

Oceanol., Acta, 1982. Proceedings International Symposium on coastal lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 September, 1981, 87-93.

INTRODUCTION

L'étude des teneurs en oligo-éléments métalliques dans les milieux lagunaires revêt un intérêt particulier en raison de la toxicité de certains de ces métaux vis-à-vis de la faune et de la flore. Or les lagunes, qui sont en général des milieux à haute productivité biologique, sont également des milieux très fragiles dans la mesure où elles se situent à l'interface de deux domaines aux caractéristiques physico-chimiques tranchées, et où elles subissent une pression croissante des activités humaines.

C'est pour ces raisons que le bassin d'Arcachon nous est apparu comme un modèle particulièrement intéressant ; c'est en effet un système à vocation conchylicole et une zone touristique très fréquentée. L'évolution des teneurs en métaux des sédiments y a donc été suivie pendant 4 ans consécutifs.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Caractéristiques générales du milieu (fig. 1)

Cadre géographique

Le bassin d'Arcachon forme une échancrure rectiligne de 200 km dans la côte Aquitaine. Ce bassin est de forme

grossièrement triangulaire, d'une surface de 155 km², et les zones intertidales y sont particulièrement bien développées.

Cadre hydrologique

La marée est de type semi-diurne, le marnage atteint 4,20 m en vives-eaux et 1,50 m en mortes-eaux. Les échanges avec la mer se font par l'intermédiaire de 2 passes étroites.

Les apports d'eau douce proviennent de trois cours d'eau principaux :

- au Nord le courant de Lège ;
- au Sud-Est la Leyre ;
- au Sud le canal de Cazaux.

En outre une douzaine de petits ruisseaux se jettent dans le bassin. Bouchet (1968) différencie trois types d'eaux dans le bassin (fig. 2) :

- les eaux néritiques externes, identiques à celles du plateau continental ;

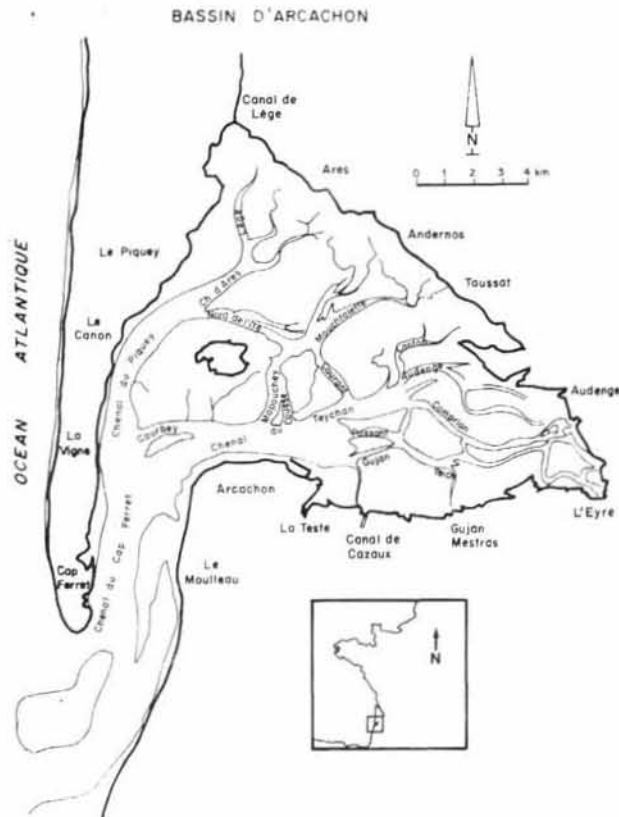


Figure 1
Localisation géographique du bassin d'Arcachon.
Geographical location of the Arcachon Basin.

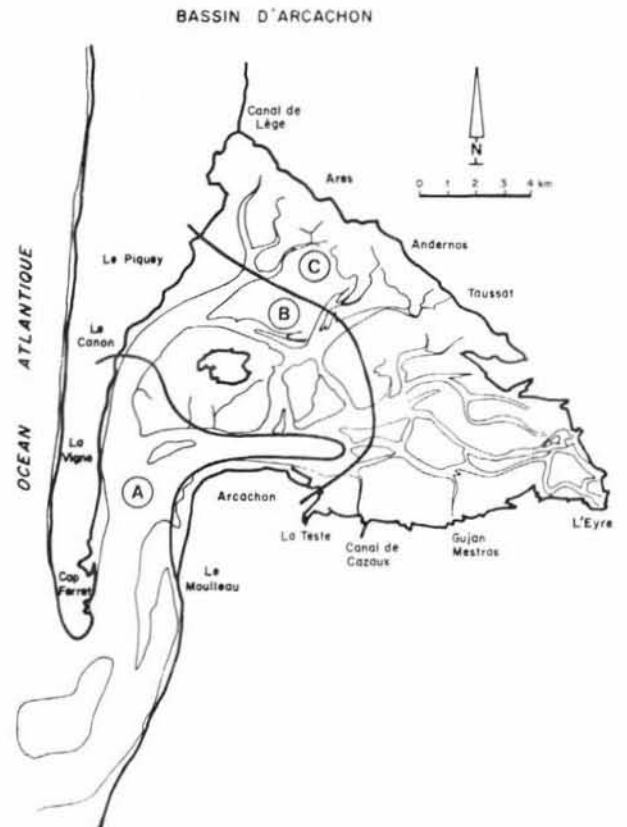


Figure 2
Principales zones néritiques du bassin d'Arcachon (d'après Bouchet, 1968) ;
A. zone néritique externe ;
B. zone néritique moyenne ;
C. zone néritique interne.
Main neritic zones in the Arcachon Basin (after Bouchet, 1968) ;
A. exterior neritic zone ;
B. middle neritic zone ;
C. interior neritic zone.

- les eaux néritiques moyennes, dans les chenaux du centre du bassin ;
- les eaux néritiques internes, dans le fond du bassin et tour à tour salées, dessalées ou sursalées.

Cadre géologique

Le bassin d'Arcachon est situé au milieu d'un pays essentiellement détritico-siliceux. Un cordon dunaire mio-pliocène au Nord-Ouest, et la dune actuelle au Sud-Ouest le séparent du Golfe de Gascogne. Les bords du bassin sont constitués par les sables des « Landes » (Quaternaire).

Cadre sédimentologique

Il faut noter l'absence de tout substrat dur, à l'exception de quelques bancs de grès ferrugineux et de tourbe qui affleurent à la Vigne et au pied du Pyla. Du point de vue sédimentologique, Debyser (1957) reconnaît 3 parties :

la zone des passes

On y rencontre essentiellement des sables grossiers et moyens, des graviers et des dépôts coquilliers (thanatocoques d'*Ostrea edulis* et *Gryphea angulata*) en raison de l'intensité très forte des courants de marée (2,5 m/s en jusant).

la zone de l'île aux Oiseaux (centre du Bassin)

Deux sous-ensembles peuvent y être différenciés :

- les chenaux, dont la nature des fonds est variable et dépend de l'énergie des courants. On y rencontre des sables moyens et des sables fins vaseux ;
- le fond du bassin. Découvert à marée basse, la sédimentation fine y est très importante, une grande partie de cette fraction est composée de débris de *zostera marina* et *zostera nana*.

Tableau 1

Données analytiques des sédiments (fraction < 63 µm) du Réseau National d'Observation (RNO) des divers éléments et valeurs moyennes annuelles du bassin d'Arcachon.

Sediment analysis data (fraction < 63 µm) concerning various elements and mean year values in the Arcachon Basin, published by the « Réseau National d'Observation » (RNO).

Stations RNO	1977				1978				1979				1980			
	C.O. %	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	C.O. %	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	C.O. %	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	C.O. %	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm
1	3,0	107	3	17	1,4	69	20	31	3,21	65	4	7	4,5	66	9	39
2	4,0	51	5	7	3,4	94	18	18	1,25	25	13	20	3,8	131	13	44
3	0,4	16	10	12	4,1	98	16	26	3,91	59	11	22	3,5	122	11	39
4	0,47	38	4	7	0,7	27	24	20	1,65	161	58	35	3,1	116	13	42
5	2,56	35	6	7	2,2	53	21	38	1,26	21	18	16	2,65	129	13	50
6	3,03	42	3	2	3,3	106	24	30	0,2	47	27	19	5,5	121	26	42
7	2,04	63	3	3	3,9	85	20	28	6,32	188	20	44	3,95	154	16	44
8	0,89	118	8	25	1,4	69	20	31	1,01	27	12	17	2,05	115	12	31
9	4,50	174	14	36	3,7	660	504	507	0,69	256	87	102	2,25	100	10	39
10	0,43	198	8	10	0,7	43	36	32	3,56	915	582	347	4,8	66	13	25
11	0,50	34	2	2	1,8	88	18	23	3,93	792	450	72	4,15	389	00	142
12	0,8	30	8	10	3,8	95	21	41	7,69	250	17	59	4,8	183	53	50
X̄	1,89	75,5	6,1	11,5	2,53	123,9	61,8	68,8	2,83	238,8	103,3	63,3	3,58	141,8	34	59,8

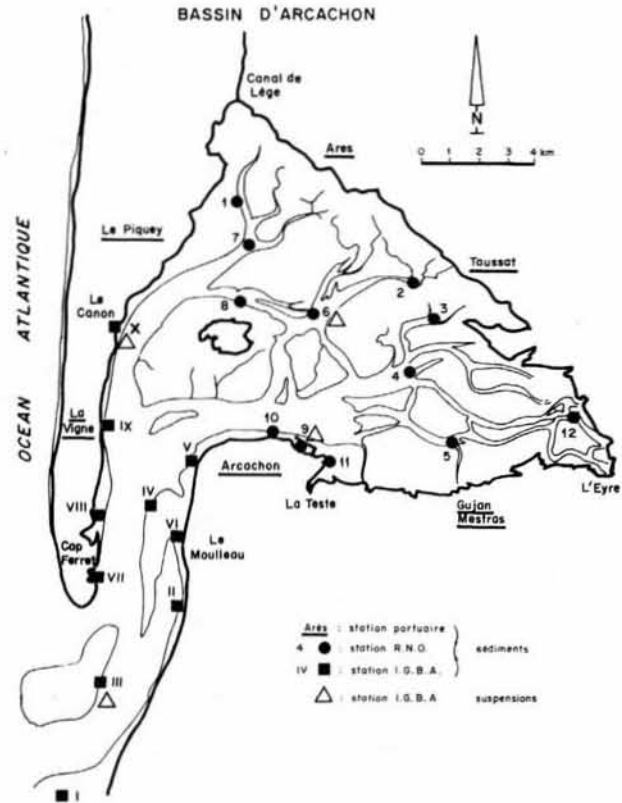


Figure 3
Localisation des stations de prélèvements.
Location of sampling stations.

Prélèvements et analyses

Localisation des prélèvements (fig. 3)

Les stations numérotées de I à X sont situées dans la zone néritique externe (Salinères, 1972 et IGBA) ; les stations de 1 à 12 sont celles du Réseau National d'Observation (RNO), enfin les installations portuaires sont soulignées sur la figure.

Les prélèvements des matières en suspension ont été effectués dans quatre stations portées sur la figure 3.

Prélèvements

Les sédiments ont été récoltés dans des zones à sédimentation riches en éléments fins. Ils ont été prélevés à la main sur le premier centimètre de la pellicule superficielle et ceci de 1977 à 1980 (87 échantillons au total). Quelques échantillons de matières en suspension ont été pris par centrifugation à partir d'un prélèvement bi-annuel de 500 l d'eau au cours des années 1977, 1978 et 1979 (24 échantillons).

Analyses

L'analyse des éléments métalliques a été réalisée par fluorescence X (Lapaquellerie *et al.*, 1969). En ce qui concerne le carbone organique particulaire il s'agit d'une adaptation de la méthode préconisée par Strickland et Parsons (1972).

Les analyses des métaux (Pb, Zn, Cu) et du carbone organique ont été effectuées sur la fraction du sédiment < 63 μm (tableaux 1 et 2).

Tableau 2

Données analytiques des sédiments (fraction < 63 μm) de différentes stations de la zone néritique externe (1977).

Sediment analysis data from different stations within the exterior neritic zone (fraction < 63 μm).

Stations	Zn ppm	Pb ppm	Cu ppm
I. Pyla (Banc Pineau)	8	3	20
II. Pyla sur Mer	10	4	19
III. Bassin d'Arcachon	12	5	17
IV. Banc de Bernet	11	7	30
V. Les Abatilles	14	5	29
VI. Le Moulleau	12	7	29
VII. Hortense	13	8	46
VIII. Mimbeau	17	10	53
IX. La Vigne	11	6	28
X. Le Canon	12	7	32
(X) moyenne	12	6	30

RÉSULTATS

Répartition dans l'espace des oligo-éléments (Zn, Pb, Cu) : figure 4

L'examen des différents résultats analytiques permet de distinguer plusieurs ensembles dans le bassin d'Arcachon :
 — une zone à très faibles teneurs en éléments métalliques (Zn = 12 ppm, Pb = 6 ppm, Cu = 30 ppm) qui se superpose au domaine néritique externe (tableau 2) ;
 — la partie centrale du bassin avec des concentrations moyennes (Zn = 8 ppm, Pb = 25 ppm, Cu = 15 ppm). C'est la région géographiquement la plus étendue ;
 — le littoral où l'on observe de fortes valeurs regroupant quelques foyers ponctuels qui correspondent à des centres urbains ou industriels (Zn = 200 ppm, Pb = 100 ppm et Cu = 100 ppm).

Répartition dans le temps des oligo-éléments métalliques

Grâce aux observations effectuées dès 1972 et en particulier grâce au suivi scientifique réalisé depuis 1977 dans le cadre

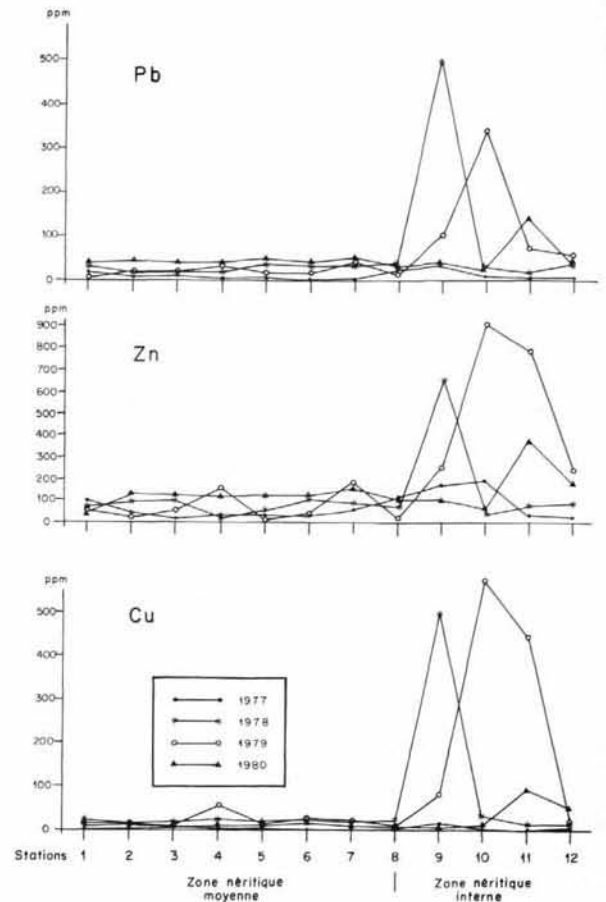


Figure 4

Évolution spatiale des concentrations en oligo-éléments métalliques (Pb, Zn, Cu) de 1977 à 1980.

Spatial evolution of metallic trace-element concentrations (Pb, Zn, Cu) from 1977 to 1980.

du Réseau National d'Observation (RNO), il a été possible de mettre en évidence une augmentation des concentrations métalliques dans la zone côtière, aussi bien dans les zones urbaines (Arès, Andernos, Taussat, Gujan, La Teste et surtout Arcachon) qu'aux embouchures de petits cours d'eaux (courant de Lège et l'Eyre).

La figure 5 montre bien :

— d'une part l'accroissement continu de 1977 à 1980 des concentrations en Pb, Zn et Cu au milieu du bassin (stations 1 à 8). Dans l'intervalle de temps considéré la moyenne des valeurs passe de 10 à 41 ppm pour le plomb, de 5,2 à 20 ppm pour le cuivre et de 59 à 119 ppm pour le zinc ;

— d'autre part, dans la zone néritique interne (stations 9 à 12), les valeurs subissent au cours de la même période des augmentations importantes, exception faite de l'année 1980. Ces domaines à très fortes teneurs, constituent en général des milieux à faible dynamique (fond de bassin, ports de plaisance) où à fortes densités de population.

L'accroissement quasiment continu dans le temps du plomb, zinc et cuivre dans les lieux à forte densité urbaine ou portuaire traduit indiscutablement un apport d'oligo-éléments métalliques dans ces milieux.

Sources des apports en oligo-éléments métalliques

Une étude entreprise sur des suspensions dans le cadre d'un contrat avec le RNO (rapports IGBA, point d'appui n° 16, 1977, 1978, 1979 ; Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie — Centre National pour l'Exploitation des Océans) a permis de mettre en évidence trois sources principales responsables de la concentration en métaux du milieu.

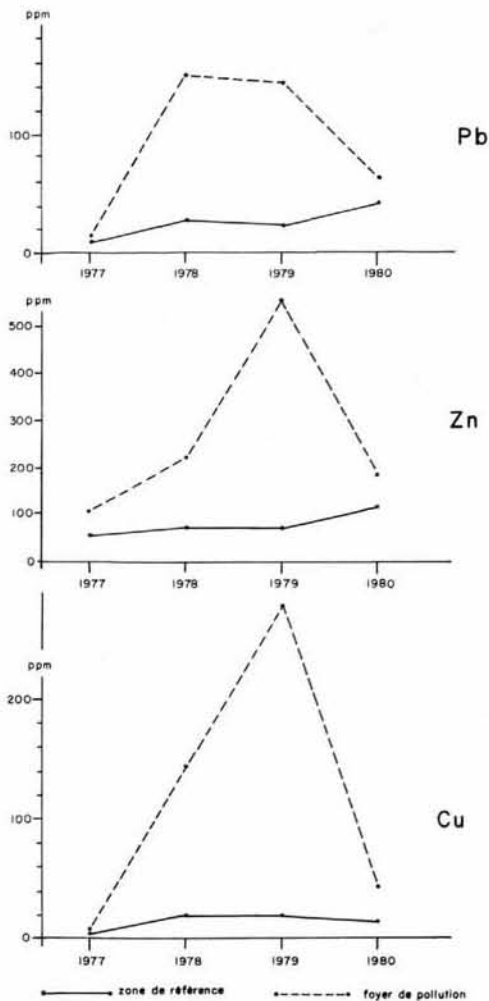


Figure 5
Évolution dans le temps des concentrations moyennes en oligo-éléments métalliques (Pb, Zn, Cu).
Time evolution of mean metallic trace-element concentrations (Pb, Zn, Cu).

Source océanique

Les apports de particules en suspension d'origine océanique intéressent essentiellement les zones néritiques moyenne et externe. Ce matériel apporté à chaque flot est riche en matière organique (plancton). Leurs concentrations en métaux peuvent atteindre en période estivale, des valeurs nettement supérieures aux moyennes générales enregistrées dans le bassin. Elles sont de 1195 ppm pour le zinc, 280 ppm pour le cuivre, 210 ppm pour le plomb et 17,5 % pour le carbone organique (rapports RNO, IGBA).

Tableau 3

Concentrations en oligo-éléments métalliques des suspensions de l'Eyre et de podzols de son bassin versant.
Concentrations of suspended metallic trace-elements in the Eyre river and the podzols of its side basin.

L'Eyre (suspension)	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm
Fraction brute	180	53	50
Fraction < 63 μm	350	80	112
Podzols (Dumon, 1981) (fraction brute)	25	65	12

Source d'origine continentale (tableau 3)

Les apports de particules par les cours d'eaux (canal de Lège, l'Eyre) sont faibles. Les débits moyens annuels représentent 40 m³/s pour l'ensemble. La turbidité moyenne est de l'ordre de 3 mg/l avec 1 % de sédiment fin, soit environ 400 t/an de particules fin (Oh, 1978) composés essentiellement de matière organique et d'argiles.

Bien que faibles, ces apports jouent cependant un rôle non négligeable dans l'enrichissement en métaux à l'embouchure des cours d'eaux (Eyre essentiellement), surtout en ce qui concerne la fraction fine < 63 μm (tableau 3). Ces apports en métaux ne semblent pas trouver leur origine dans le bassin versant, car des moyennes établies pour des podzols landais sont très faibles (Dumon, 1981).

Source accidentelle d'origine anthropique (tableau 4)

Ces apports liés à des zones de concentrations urbaines sont localisés sur la marge côtière du bassin. Les valeurs enregistrées dans les sédiments peuvent atteindre parfois des chiffres exceptionnels.

Tableau 4

Concentrations en éléments métalliques dans les sédiments < 63 μm des principaux ports du bassin d'Arcachon (1979).
Concentrations of metallic elements in sediments < 63 μm of the main Arcachon Basin ports (1979).

Ports	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm
Port d'Arcachon	550	280	142
Port de Gujan	630	260	210
Port de Taussat	410	120	97
Port d'Arès	315	158	185
Port du Grand Piquey	201	85	90
Port de la Vigne	182	41	83

Comparaison des teneurs moyennes en oligo-éléments métalliques dans les suspensions et les sédiments (< 63 μm) : figure 6

Les suspensions ont toujours des teneurs cinq à dix fois supérieures à celles du sédiment selon les éléments. Les variations des concentrations au cours des années 1977 à 1979 ne montrent pas d'évolution régulière au cours de cette période, à l'inverse de ce que l'on peut noter pour les sédiments. Nous pensons que si les suspensions sont le reflet instantané des variations telluriques, les sédiments enregistrent comme un écho les pollutions accidentelles ou saisonnières.

Relation entre concentration en oligo-éléments métalliques et en matière organique

Depuis 1977 nous observons une augmentation régulière du carbone organique particulière parallèlement à l'augmentation des oligo-éléments métalliques. Aussi est-on amené à poser la question : existe-t-il une relation entre l'accroissement de carbone organique et l'augmentation de ces métaux ?

Des droites de régression linéaire établies pour le carbone organique et les métaux étudiés ne sont pas significatives. Les mauvais coefficients de corrélation obtenus dans le bassin peuvent être dus en grande partie à la dualité du support des métaux (organique ou minéral) et aux origines différentes de la matière organique.

Pour la phase liée à la matière organique, Salinères (1972) et surtout Dumon (1972) ont montré que par exemple 59 % du zinc présent dans un sédiment laguno-marin arcachonnais sont liés à la matière organique humifiée. De 1977 à

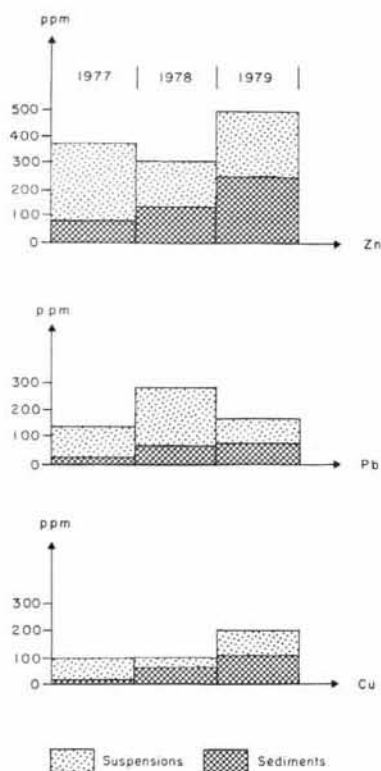


Figure 6

Comparaison des teneurs métalliques moyennes des suspensions et des sédiments (< 63 μm) au cours des années 1978 et 1979.

Comparison between suspended and sediment mean metallic content during 1978 and 1979.

En 1980 des concentrations moyennes du zinc sont passées de 59 à 119 ppm, soit une progression moyenne de 60 ppm en quatre ans. Parallèlement, l'augmentation moyenne de carbone organique a été de 1,8 % (1,8 % en 1977 à 3,6 % en 1980). En réalité sur les 60 ppm, 3,5 ppm sont liés au carbone organique.

La pollution organique existe, elle est relativement faible et il n'est pas interdit de penser qu'elle soit liée implicitement à une pollution d'un autre type.

Les pollutions d'origine anthropique sont généralement ponctuelles ou multiponctuelles. Nous nous proposons d'étudier la diffusion de celles-ci au sein du bassin d'Arcachon.

Tableau 5

Concentrations moyennes des éléments métalliques dans les sédiments (fraction < 2 μm) des zones néritiques interne et moyenne du bassin d'Arcachon.

Average metallic element concentrations in sediments (fraction < 2 μm) of internal and middle neritic zones of the Arcachon Basin.

	Zn ppm		Cu ppm		Pb ppm	
	Z.N.I.	Z.N.M.	Z.N.I.	Z.N.M.	Z.N.I.	Z.N.M.
1977	209	168	14	17	24	29
1978	365	250	224	53	243	78
1979	832	265	419	75	219	81
1980	357	393	72	47	126	125

Z.N.I. : zone néritique interne/interior neritic zone
Z.N.M. : zone néritique moyenne/middle neritic zone

Relation entre concentration en oligo-éléments métalliques et granulométrie (tableau 5)

La moyenne des pourcentages en < 2 μm de la zone néritique interne est évaluée à 46 % et de la zone néritique moyenne à 31 %.

Le tableau 5 montre une évolution parallèle en éléments métalliques dans ces deux zones pour des teneurs en < 2 μm du même ordre au cours des périodes de prélèvements. Il semble donc que les variations des concentrations en métaux ne soient pas essentiellement liées à cette fraction.

Le même phénomène avait déjà été observé pour les études sur la fraction < 63 μm , sur laquelle nous avons travaillé essentiellement dans le cadre de ce travail.

Diffusion de la pollution et répartition spatiale

Les plus fortes concentrations en éléments métalliques sont réparties sur la zone de bordure. La diffusion se fait suivant deux modes principaux, selon que l'on est en présence de pollution d'origine organique ou d'effluents anthropiques.

Apports dus à la phase organique

La zone centrale du bassin est une région à herbiers (zostères) productrice d'importantes quantités de matières organiques. Par le jeu de courants et des vents dominants W et NW, il se forme des accumulations de débris de zostères riches en particulier en zinc (222 ppm, Dumon, 1981) dans les domaines à forte sédimentation (abris, installation portuaire).

Pollution d'origine anthropique

Le mécanisme qui prédomine dans la diffusion est essentiellement l'hydrodynamique. Les foyers de pollution sont tous situés sur la pourtour du bassin, seule la zone néritique externe n'est pas atteinte. Dans cette dernière, le mélange des eaux océanique et néritique se fait dans de bonnes conditions, et il n'existe pas de zone à forte sédimentation. Du fait de la configuration ramifiée de chenaux et de la situation périphérique des foyers polluants, toute la zone centrale du bassin (néritique moyenne et interne) est soumise à la diffusion. Les moyennes des concentrations des foyers de pollution et du reste du bassin pour les années 1977 à 1980 reportées sur des graphiques, montrent une nette augmentation des teneurs en Zn, Pb et Cu.

L'enregistrement par le milieu d'un accroissement en éléments métalliques est notable, et nous renseigne sur l'importance de l'impact de la diffusion de la pollution sur l'écosystème. Nous avons pu ainsi reconnaître une zone peu polluée (zone néritique moyenne) que nous avons assimilée au « bruit de fond du bassin ».

Depuis 1977 cette zone enregistre une hausse constante pour tous les métaux : le zinc passe de 60 à 120 ppm, le

Tableau 6

Accroissements moyens annuels des foyers de pollution et de la zone de référence.

Mean annual pollution growth in the reference zone.

	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm
Accroissement moyen annuel des foyers polluants	55	25	21
Accroissement moyen annuel de la zone de référence	15	4	7,5
Pourcentage relatif des accroissements de la zone de référence	27 %	16 %	36 %

cuvre de 5 à 20 ppm et le plomb de 10 à 41 ppm. Malgré cette augmentation importante, les concentrations restent encore inférieures ou légèrement supérieures aux moyennes de référence des milieux naturels pour le même type de sédiment : Zn = 95 ppm, Cu = 25 ppm et Pb = 20 ppm (Turekian, Wedepohl, 1961).

Cette étude nous a permis de quantifier ce phénomène de transfert de pollution des foyers vers la zone centrale du bassin sur une période de quatre années (tableau 6).

L'impact du transfert du plomb sur la zone de référence est plus important (36 %) par rapport aux autres éléments métalliques. Une des causes possibles de ce phénomène peut être trouvée dans les origines plus spécifiquement anthropiques de cet élément.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS (fig. 7)

Les augmentations exceptionnelles des teneurs dans le milieu depuis 1977 ne peuvent s'expliquer seulement par des variations de la matière organique et de la granulométrie. Il semble que dans ce cas la pollution en métaux soit effective dans certains sites indépendamment des facteurs évoqués ci-dessus.

Les foyers de pollution sont limités aux concentrations urbaines côtières et aux installations portuaires. Ces foyers correspondent à la zone néritique interne du bassin.

La diffusion des métaux lourds vers le milieu est enregistrée par la zone néritique moyenne prise comme zone de référence (« bruit de fond »). Cette zone a vu progresser au cours des quatre années d'étude, le zinc de 100 %, le cuivre et le plomb de 400 %. Cet enrichissement en métaux lourds noté dans le bassin est le constat d'un phénomène de pollution dont l'origine n'est pas actuellement bien définie.

Les concentrations dans les sédiments et les phénomènes de recharge possible qu'elles peuvent engendrer sont susceptibles d'être néfastes pour l'ostréiculture en ce qui concerne l'embryogénèse des huîtres. En effet, des travaux récents (Alzieu, 1981 a ; 1981 b) ont mis en évidence l'effet létal de certains métaux lourds vis-à-vis des larves d'huîtres et de leurs influences sur la calcification des coquilles.

Cette étude a permis de noter que la forte diminution des teneurs en oligo-éléments métalliques de la zone néritique interne en 1980 est un fait nouveau qui, s'il se confirmait, serait rassurant pour l'avenir de la conchyliculture dans le bassin d'Arcachon.

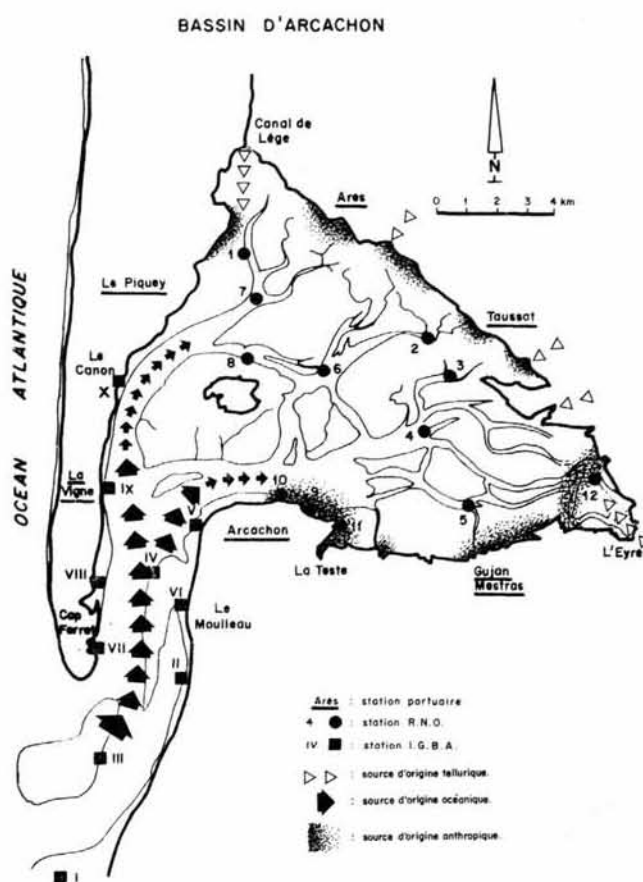


Figure 7

Principales sources en oligo-éléments métalliques dans le bassin d'Arcachon.

Main trace-metal sources in the Arcachon Basin.

Remerciements

Nous remercions le ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, et plus particulièrement M. Chaussepied, Coordonnateur national du Réseau National d'Observation pour la qualité du Milieu Marin, qui financent cette étude, et qui nous ont permis d'exploiter ces données recueillies et analysées par nos soins.

RÉFÉRENCES

Alzieu C., 1981 a. *Évaluation des risques dus à l'emploi des peintures anti-salissures dans les zones conchylicoles*, Rapport ronéotypé, ISTPM Nantes, 89 p. (non publié).

Alzieu C., 1981 b. *Effets des métaux lourds sur la reproduction des huîtres*, Rapport ronéotypé, ISTPM Nantes, 9 p. (non publié).

Bouchet J.-M., 1968. *Étude océanographique des chenaux du bassin d'Arcachon*, Thèse Doct. État, Univ. Bordeaux, 2 t.

Debyser J., 1957. *La sédimentation dans le bassin d'Arcachon*, Bull. Cent. Ét. Rech. Sci., Biarritz, t. 1, fasc. 3.

Dumon J.-C., 1972. *Résultats du fractionnement de la matière organique humifiée extraits de sédiments fluviaux-laguno-marins et marins*, Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, 12, 15-23.

Dumon J.-C., 1981. *Comportement du titane dans les phénomènes d'altération et de sédimentation sous différents climats. Esquisse d'un cycle biogéochimique*, Thèse Doct. État, Univ. Bordeaux I., 296 p., annexes n° 718.

Lapaquellerie Y., Latouche C., Parra M., Salinères B., Vernet G., 1969. *Applications de la spectrométrie de fluorescence X au dosage*

des éléments mineurs et traces associés aux sédiments marins actuels subrécents, Coll. Rayons X et Sciences de la Terre, Monaco, Nov. 1969, Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, 12, 1-14.

Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie — CNEXO, 1981. *Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. Recueil d'observations. Campagnes 1977, 1978, 1979, 1980, point d'appui n° 16.*

Oh J.-K., 1978. *Contribution à l'étude sédimentologique du delta de l'Eyre*, Thèse Doct. Spéc., Univ. Bordeaux, n° 1452, 192 p., 13 tabl., 49 fig.

Salinères J.-B., 1972. *Contribution à l'étude géochimique du bassin d'Arcachon*, Thèse Doct. Spéc., Univ. Bordeaux, n° 942, 90 p.

Strickland J. D. H., Parsons T. R., 1972. *Determination of particulate carbon*, in: *A practical handbook of seawater analyses*, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 207-211.

Turekian K. K., Wedepohl K. H., 1961. *Distribution of the elements in some major units of the Earth's Crust*, Geol. Soc. Ann. Bull., 72, 175-192.

