



**HAL**  
open science

**IMPORTANCE DES ZOSTERES (ZOSTERA NOLTII)  
DANS LE BILAN DES MÉTAUX LOURDS DU  
BASSIN D'ARCACHON The importance of Eelgrass  
(Zostera noltii) in the heavy métal budget of the  
Arcachon Basin (French Atlantic Coast)**

J.C. Wassermann, J.C. Dumon, C. Latouche

► **To cite this version:**

J.C. Wassermann, J.C. Dumon, C. Latouche. IMPORTANCE DES ZOSTERES (ZOSTERA NOLTII) DANS LE BILAN DES MÉTAUX LOURDS DU BASSIN D'ARCACHON The importance of Eelgrass (Zostera noltii) in the heavy métal budget of the Arcachon Basin (French Atlantic Coast). *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1991, pp.81-86. hal-03039489

**HAL Id: hal-03039489**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03039489v1>**

Submitted on 3 Dec 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# IMPORTANCE DES ZOSTERES (*ZOSTERA NOLTII*) DANS LE BILAN DES MÉTAUX LOURDS DU BASSIN D'ARCACHON

*The importance of Eelgrass (Zostera noltii) in the heavy metal budget  
of the Arcachon Basin (French Atlantic Coast)*

J.C. WASSERMANN, J.C. DUMON, C. LATOUCHE

I.G.B.A., Université de Bordeaux I, 351 cours de la libération, 33405 Talence, France

BILAN  
Zn  
Cu  
Fe  
Mn  
ZOSTÈRES  
BASSIN D'ARCACHON

**RÉSUMÉ** – L'importance des Zostères dans le bilan du Zn, du Cu, du Fe et du Mn dans le Bassin d'Arcachon a été recherchée. Une carte de leur répartition dans cette lagune a été dressée à partir de photos aériennes. Elle comporte exclusivement la distribution des herbiers à *Z. noltii*. Des mesures de biomasse ont également été effectuées sur *Z. noltii*, ainsi que des mesures de concentrations en métaux, tant chez *Z. noltii* que chez *Z. marina*, ainsi que sur leurs laisses et sur les sédiments sur lesquels poussent ces deux espèces. Les bilans du Zn, du Cu, du Fe et du Mn ont ensuite été calculés à partir de ces données. La faiblesse de l'apport brut en métaux au milieu par les phanérogames a été démontrée. Toutefois, leur importance demeure, en tant que producteurs de matière organique et par conséquent en tant que fournisseurs de produits, présentant des sites d'échange de cations pour le milieu.

BUDGET  
Zn  
Cu  
Fe  
Mn  
EELGRASS  
ARCACHON BASIN

**ABSTRACT** – The aim of this work is to study the importance of eelgrass (*Z. noltii*) in the budget of Zn, Cu, Fe and Mn in the Arcachon Basin (French Atlantic coast). Aerial photographic were used to map distribution of eelgrass, calculations of eelgrass covered surfaces and total environment surface. *In situ* measurements of biomass, coupled with aerial photograph analysis, allowed estimation of the total weight of eelgrass and sediments present in the studied environment. Analysis of the metal content of plants and sediments permitted the calculation of total metal content present in each reservoir (sediment and plant). Our results show that eelgrass metal weight (the greatest biological reservoir) is relatively low in relation to sediment metal weight. However, even if eelgrass importance in the metal budget is quantitatively low, plants provide an environment with organic matter, that is quite important in metal dynamics.

## INTRODUCTION

La très large distribution des herbiers à Zostères dans tout l'hémisphère nord (Den Hartog, 1970) fait de cet écosystème l'un des plus importants des mers tempérées. De plus, cette communauté constitue un support pour un grand nombre d'organismes (animaux et végétaux), par la production de matière organique, et par le fait qu'elle en constitue parfois le substrat (Lubet, 1956; Thayer *et al.*, 1975; McConnaughey et McRoy, 1979; Mann, 1982). L'importance de ces herbiers touche même les écosystèmes d'eaux profondes, où la vie de certaines communautés animales dépend des

laisses de Zostères, qui y sont amenées par les courants marins (Menzies *et al.*, 1967; Wolff, 1976).

Compte tenu justement de leur importance écologique et de leur participation aux divers processus géochimiques en milieu côtier, l'étude du comportement de ces plantes vis-à-vis des polluants s'avérait nécessaire. Les deux genres de Zostères évoqués constituent deux écosystèmes bien différents, en ce sens que :

*Zostera marina* n'est jamais soumise à aucune émerision.

*Zostera noltii* subit en permanence les alternances d'émerisions-immersions.

Malgré l'intérêt potentiel de ce type d'étude, il a jusqu'ici été consacré très peu d'attention à la connaissance des apports en éléments polluants, tels que les métaux lourds, provenant du métabolisme et/ou de la décomposition de ces plantes. Brix et Lyngby (1983), par exemple, ont étudié les concentrations en divers éléments métalliques majeurs et traces dans le sédiment portant *Z. marina* et les ont comparées à celles trouvées chez ce végétal, mais un bilan global de l'environnement (en l'occurrence le Limfjord, Danemark) n'a pas été réalisé. Les autres études concernent principalement les processus physiologiques d'absorption, et ont été réalisées au moyen d'expériences « in vitro » (e.g.: Faraday et Churchill, 1979; Bond *et al.*, 1985).

La principale difficulté des études de bilan réside dans une bonne détermination de la distribution géographique des espèces en cause, donnée essentielle pour l'estimation de la biomasse globale de l'environnement considéré. Pour ce faire, l'emploi de moyens de télédétection s'avère extrêmement utile. En ce qui concerne les phanérogames marines, un problème qui se pose d'emblée est le fait que ces plantes sont presque toujours immergées, et cela jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre couramment 20 à 30 m (exceptionnellement jusqu'à 50 m; Den Hartog, 1977). Ce type d'étude a généralement été réalisé dans des conditions spécifiques où la limpidité de l'eau permettait, à partir de photos aériennes, la réalisation de cartes illustrant la distribution des phanérogames (Young et Kirkman, 1975; Orth, 1976).

Dans la présente étude, nous avons voulu connaître l'importance des herbiers à *Z. noltii* du Bassin d'Arcachon (côte atlantique française), en tant que réservoirs d'éléments métalliques (zinc, cuivre, fer et manganèse), tout en les comparant à la masse totale en ces mêmes éléments, que renferment en propre les sédiments.

## MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Le Bassin d'Arcachon est situé sur la côte atlantique de la France (Sud-Ouest), à une latitude de 44°44'N et à une longitude de 1°10'W. Cette lagune présente un marnage de forte amplitude (4,9 m en vives-eaux). Selon Hayes (1975), c'est un milieu de type mésotidal. Il est constitué principalement de chenaux (souvent sableux, et de ce fait dépourvus de végétation) et de bancs (de texture fine -vase-, recouverte par les herbiers à *Z. noltii*; fig. 1). Des herbiers à *Z. marina* sont également présents, mais seulement en bordure des chenaux.

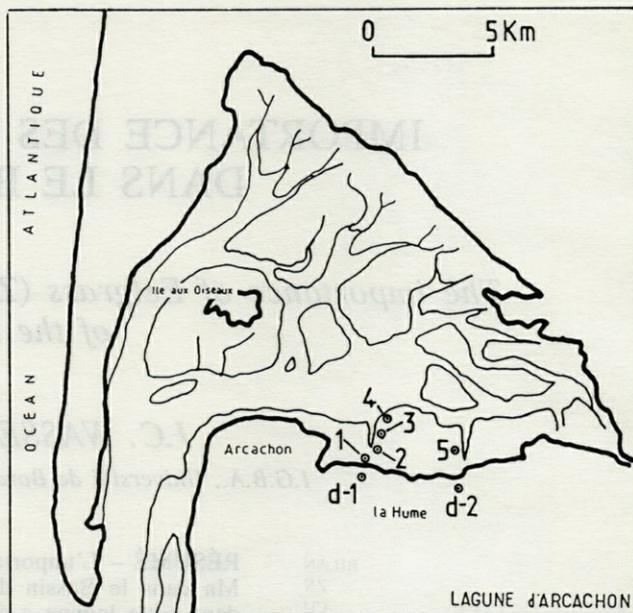


Fig. 1. – Bassin d'Arcachon : localisation des stations de prélèvement.

Arcachon Basin : location of sampling sites.

### Biomasse des Zostères

Afin d'obtenir une estimation de la biomasse totale de *Z. noltii* dans la lagune, une photo aérienne, tirée le 12 août 1987 à 14 h 40, à marée basse (coefficient de marée 104) par un Mystère 20 -Dassault, évoluant à 9 138 m d'altitude a été utilisée. Nous avons ensuite délimité sur calque les parties verdâtres de la photo, correspondant aux herbiers à Zostères (des observations *in situ*, ont confirmé que ces parties verdâtres de la photo aérienne, correspondent bien à ces herbiers). Les surfaces respectives des chenaux et des herbiers ont ensuite été calculées.

A cette même période, ont été réalisées *in situ*, des mesures de biomasse (selon la méthode, dite « du carré ») sur les stations 1 à 5. Dans chacune d'elles 3 points, choisis de manière aléatoire ont fait l'objet de mesures. Les végétaux récoltés ont été amenés au laboratoire, pesés (biomasse humide), séchés, puis de nouveau pesés (biomasse sèche).

### Analyses

Dans les stations 1 et 5, des Zostères, ainsi que le sédiment qui les supporte, ont été prélevés simultanément. Ces matériaux ont été séchés à 80°C, finement broyés dans un mortier d'agate, et conditionnés en sachets plastiques jusqu'aux analyses. Des échantillons de *Z. marina* (issues de la station 5, fig.1) et des laisses (provenant des stations d-1 et d-2, fig. 1) qui s'échouent sur les plages du Bas-

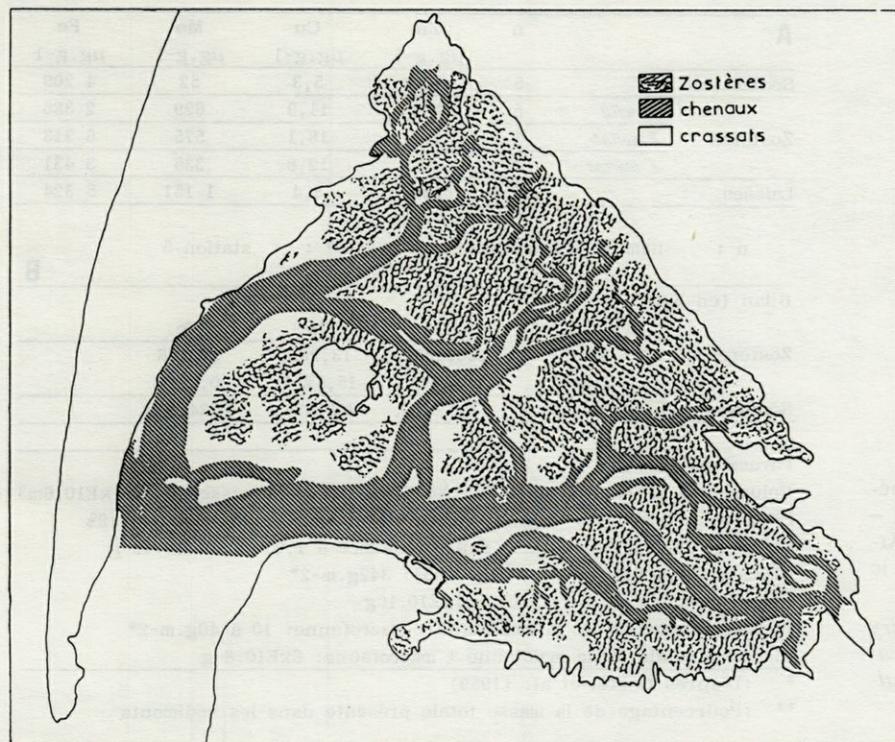


Fig. 2. - Cartographies des herbiers à Zostères.

*Eelgrass distribution map.*

sin (ces laisses sont composées essentiellement de feuilles de Zostères) ont été également prélevées afin d'y déterminer les concentrations en métaux. On comprendra qu'aucune estimation de biomasse n'ait pu par contre être faite sur ces laisses, d'importance variable, selon la saison et l'agitation de l'eau.

Sur les plantes, ont été pratiquées des extractions de métaux totaux par HCl et HNO<sub>3</sub> concentrés, à raison de 2 volumes de HCl pour 1 d'acide nitrique. Elles ont été suivies d'analyses en Spectrophotométrie d'Absorption Atomique (AAS) pour le Zn, Cu, Fe et Mn (selon Wasserman *et al.*, 1988).

Les métaux du sédiment ont été extraits par HCl 0,1 N pendant 24 h (fraction acido-soluble). Les liqueurs d'extraction ont ensuite été analysées par AAS pour le Zn, le Cu, le Fe et le Mn (Fizman *et al.*, 1984).

**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

La figure 2 représente l'estimation des superficies respectivement couvertes par les herbiers, la

« slikke », et les chenaux, telle qu'elle découle de la photointerprétation. Les valeurs correspondantes, exprimées en km<sup>2</sup> font ressortir une superficie totale des herbiers de 60 km<sup>2</sup> (tabl. I). Cette valeur est inférieure aux estimations déjà existantes, qui font état d'une surface couverte par les herbiers de l'ordre de 82 km<sup>2</sup> (Bonjour et Carruesco, 1986). Dans la mesure où l'on ne connaît pas les méthodes utilisées pour l'obtention des valeurs relevées dans la littérature, il est difficile de dire si ces différences sont dues à une évolution des superficies couvertes par les herbiers, ou s'il s'agit d'une différence strictement liée aux méthodes de mesure elles-mêmes. D'autre part, aucune estimation basée sur des photos aériennes antérieures n'a jusqu'ici été faite dans ce cadre et, il est donc difficile de savoir si les herbiers ont évolué durant les dernières années. Il faut ajouter à cela la possibilité de variations saisonnières, même si la saison relative à ce travail (sept., oct.) est, en principe, celle qui présente la plus forte biomasse, correspondant au développement maximum des herbiers.

En ce qui concerne la biomasse justement, la valeur moyenne (qui résulte chaque fois, rappelons le, de la prise en compte de 3 échantillons) est de 342 g.m<sup>-2</sup>. Ces résultats sont seulement légèrement

Tabl. I. - Superficie des différentes zones du Bassin d'Arcachon et des herbiers (en km<sup>2</sup>).

*Calculated surfaces of the Arcachon Basin.*

Superficie	- totale de la Lagune:	156.1
	- des Chenaux:	49.0 (soit 31,4% du total)
	- de la "Slikke" (herbiers compr	107.1 (soit 68,6% du total)
	- des Herbiers:	61.5 (soit 39,4% du total
		ou 57,4% de la slikke

A	n	Zn	Cu	Mn	Fe	
		$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	
Sédiments	5	60	5,3	52	4 209	
	<i>Z. noltii</i>	5	119	11,9	629	2 386
Zostères						
	<i>Z. noltii</i> *	1	156	18,1	575	6 313
	<i>Z. marina</i>	1	74	12,8	335	3 431
Laisses	2	150	8,4	1 151	5 324	

n : nombre d'échantillons

\* : station 5

B

## Bilan (en Kg)

	Zn	Cu	Mn	Fe
Zostères	2,507	250,000	13,209	50,106
	2,6%**	2,9%**	15,8%**	0,7%**
Sédiments	96,480	9,528	308,570	6734,400

## Paramètres

Volume des sédiments de la "slikke" (pour 2cm d'épaisseur):  $2,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ Fraction  $<63\mu\text{m}$  de la "slikke" (d'après Wasserman, en prép.): 47,9%Masse de la fraction  $<63\mu\text{m}$  (densité estimée à 1,6):  $1,6 \times 10^{12} \text{ g}$ Biomasse moyenne de *Z. noltii* (n=5):  $342 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ \*Biomasse totale de *Z. noltii*:  $2,1 \times 10^{10} \text{ g}$ Biomasse moyenne de la meiofaune + macrofaune: 10 à  $40 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ \*Biomasse totale de la meiofaune + macrofaune:  $6 \times 10^8 \text{ g}$ 

\* : D'après Castel et al. (1989)

\*\* : Pourcentage de la masse totale présente dans les sédiments

Tabl. II A. – Concentrations en métaux :  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de matière sèche. B. – Bilan des métaux dans le Bassin d'Arcachon. Paramètres utilisés pour le calcul.

A. Metal concentrations :  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  dry matter. B. Metal budget in the Arcachon Basin. Parameters used for calculations.

inférieurs à ceux cités dans la littérature pour *Z. marina* (McRoy et McMillan, 1977). Cela est probablement dû à la biologie spécifique de *Z. noltii*, qui est une espèce soumise ici à de fortes variations des conditions de l'environnement (dans le Bassin d'Arcachon, on connaît en effet un fort marnage, ce qui est synonyme d'alternances d'immersions et d'émersions), ce qui engendre une réduction de la production et donc une diminution corrélative de la biomasse (Den Hartog, 1970).

Les concentrations en métaux dans les sédiments, chez *Z. noltii*, chez *Z. marina* (qui n'apparaît, rappelons-le qu'en bordure des chenaux), et dans les laisses sont représentées dans le tableau II A.

Les concentrations en métaux trouvés à Arcachon, dans les plantes sont du même ordre de grandeur que celles observées par Brix et al. (1983) dans une série d'analyses d'intercalibration. La comparaison des résultats de *Z. noltii* et de *Z. marina* (tabl. II A, station 5) font ressortir une différence significative entre les concentrations en métaux dans les deux espèces. Par ailleurs, les données relatives aux laisses sont significativement différentes de celles obtenues chez les plantes vivantes, surtout pour Cu et Mn.

La comparaison de nos données (sur les concentrations en Cu et Zn chez *Z. noltii*, tabl. II A) et de celles obtenues par Carruesco et al. (1986, qui ont analysé la même plante dans ce même environnement), montre des similitudes pour Zn (qui selon cet auteur varie entre 20 et  $420 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$  de matière sèche). Cette différence tient peut être

seulement à l'utilisation de méthodes d'analyses différentes. En effet, Carruesco et al. (1986) ont analysé des échantillons de Zostères par spectrométrie de fluorescence X, après calcination à  $1050^\circ\text{C}$ , or, Wasserman et al. (1988) ont montré que les concentrations en Cu dans les liqueurs d'extraction de plantes de *Z. noltii*, où les échantillons de départ ont été calcinés à  $1050^\circ\text{C}$ , présentent des concentrations en ce métal 2 à 3 fois supérieures à celles observées lorsqu'il n'est pas procédé à cette calcination. Cela rapprocherait les résultats du tableau II A à la limite inférieure de ceux obtenus par les auteurs ci-dessus.

Les concentrations en métaux des sédiments sont également inférieures à celles trouvées par Carruesco et al. (1986) dans le même environnement. Dans ce cas, il faut tenir compte du fait que les données du tableau II A ne sont le résultat que d'une extraction partielle pratiquée sur le sédiment, et sont donc tout à fait naturellement inférieures aux concentrations totales obtenues par les auteurs cités (par fluorescence X).

Le bilan des 4 métaux étudiés dans le Bassin d'Arcachon, calculé à partir des données figurant dans les tableaux I et II A est synthétisé par le tableau II B.

Les résultats montrent que, par rapport à la masse de métaux emprisonnée dans les sédiments, les plantes n'en renferment qu'un pourcentage très faible. Cela ne veut pas dire pour autant que *Z. noltii* ne joue aucun rôle vis-à-vis du cycle des métaux étudiés dans la lagune considérée. On doit en effet tenir compte du fait que les cations mé-

talliques présents chez les phanérogames sont bien plus labiles et donc, bien plus « biodisponibles », que ceux que renferme le sédiment.

L'action des plantes sur la dynamique des métaux peut également modifier le temps de résidence de ceux-ci dans l'environnement. Faraday & Churchill (1979), par exemple, observent l'accumulation de Cd dans des feuilles de *Z. marina* à partir de l'eau. Cette étape est suivie du transport de cet élément vers les racines-rhizomes. Dans ce cas, le Cd qui était dissous dans l'eau et (par conséquent) très labile, est retenu par les racines pendant parfois plusieurs années, pour ensuite le libérer dans le sédiment, où il peut, éventuellement demeurer indéfiniment. D'autre part, Mayes *et al.* (1977) observent le phénomène inverse pour le Pb chez *Elodea canadensis*. Ils observent que la mobilisation du métal, retenu au préalable dans le sédiment, par les racines, est suivie du transport vers les feuilles, qui peuvent le relâcher par sécrétion, ou par décomposition, lors de leur mort qui intervient tous les ans, en hiver.

De plus, les Zostères constituent pour le sédiment une source très importante de matières organiques (Bonjour et Carruesco, 1986) et par conséquent, offrent des sites potentiels de fixation et d'échanges pour ce dernier. Il faut encore remarquer que selon le bilan réalisé ici, les Zostères constituent, de toutes façons, le plus important « réservoir » biologique de métaux du Bassin d'Arcachon.

Ce travail ne constitue qu'une première approche du bilan des métaux dans le Bassin d'Arcachon et témoigne de l'importance des herbiers à Zostères dans ce bilan. Une meilleure connaissance sur les variations saisonnières est maintenant nécessaire, car, comme l'on montré Carruesco *et al.* (1986), cet aspect peut être très important. L'observation des variations pouvant se manifester tout au long de l'année devrait constituer le point de départ de recherches ultérieures plus approfondies.

REMERCIEMENTS – Les auteurs remercient M. J.M. Froidefond et M. Le Professeur R. Prud'Homme pour l'aide dans l'élaboration de la carte de distribution des Zostères dans le Bassin d'Arcachon. Ce travail a été financé en partie par le CNPq-Brézil (proc. n°200.970/87-9, à J.C.W.).

## BIBLIOGRAPHIE

BOND A.M., J.R. BRADBURY, H.A. HUDSON, J.S. GARNHAM, P.J. HANNA & S. STOTHER, 1985. Kinetic Studies of Lead (II) Uptake by the Seagrass *Zostera muelleri* in Water by Radiotracing, Atomic Absorption Spectrometry and Electrochemical Techniques. *Mar. Chem.* **16** : 1-9.

BONJOUR D. & C. CARRUESCO, 1986. Origine de la matière organique dissoute et particulaire dans le Bassin d'Arcachon. Apports autochtones et allochtones, essai de bilan. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquit.*, Bordeaux. **39** : 73-93.

BRIX H. & J.E. LYNGBY, 1983. The distribution of some metallic element in eelgrass (*Zostera marina* L.) and sediment in the Limfjord, Denmark. *Est. Coast. Shelf Res.* **16** : 455-467.

BRIX H., J.E. LYNGBY & H.H. SCHIERUP, 1983. The reproducibility in the determination of heavy metals in marine plant material – an interlaboratory calibration. *Mar. Chem.* **12** : 69-85.

CARRUESCO C., Y. LAPAQUELLERIE, P.J. LABOURG & D. PRUNIER, 1986. Impact des métaux lourds sur un environnement lagunaire : le Bassin d'Arcachon. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquit.*, Bordeaux. **39** : 85-93.

CASTEL J., P.J. LABOURG, V. ESCARAVAGE, I. AUBI & M.E. GARCIA, 1989. Influence of seagrass beds and oyster parks on the abundance and biomass patterns of meio- and macrobenthos in tidal flats. *Est. Coast. Shelf Sci.* **28** : 71-85.

DEN HARTOG C., 1970. The seagrasses of the world. North Holland, 275 p.

DEN HARTOG C., 1977. Structure, function and classification in seagrass communities. In : seagrass ecosystem. A scientific perspective. C.P. Mc Roy & C. Helfferich (eds). Marcel Decker, New York, 89-122.

FARADAY W.E. & A.C. CHURCHILL, 1979. Uptake of Cadmium by eelgrass *Zostera marina*. *Mar. Biol.* **53** : 293-298.

FISZMAN M., W.C. PFEIFFER & L.D. LACERDA, 1984. Comparison of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba Bay, *R.J. Environ. Technol. Lett.* **5** : 567-575.

HAYES M.O., 1975. Morphology of sand accumulations in estuaries. In : estuarine research. L.E. Cronin (ed.). Academic Press, New York, 53-91.

LUBET P., 1956. Considérations écologiques sur les herbiers du Bassin d'Arcachon. *P.V. Soc. Linn. Bordeaux* **96** : 95-104.

MANN K.H., 1982. Ecology of coastal waters : a system approach. Blackwell scientific publications. Oxford 322 p.

MAYES R.A., A.W. MCINTOSH & V.I. ANDERSON, 1977. Uptake of Cadmium and lead by rooted aquatic macrophyte (*Elodea canadensis*). *Ecology* **58** : 1176-1180.

MCCONNAUGHEY T. & C.P. MCROY, 1979. <sup>13</sup>C label identifies eelgrass (*Zostera marina*) carbon in Alaska estuarine food web. *Mar. Biol.* **53** : 263-269.

MCROY C.P. & C. MCMILLAN, 1977. Production ecology and physiology of seagrasses. In : seagrass ecosystem. A scientific perspective. C.P. McRoy & C. Helfferich (eds). Marcel Decker, New York, 53-88.

MENZIES R.J., J.S. ZANEVELD & R.M. PRATT, 1967. Transported Turtle grass a source of organic enrichment of abyssal sediments off North Carolina. *Deep-sea Res.* **14** : 111-112.

ORTH R.J., 1976. The demise and recovery of eelgrass, *Zostera marina* in Chesapeake Bay, Virginia. *Aquat. Bot.* 2: 141-159.

THAYER G.W., S.M. ADAMS & M.W. LACROIX, 1975. Structural and functional aspects of a recently established *Zostera* Community. In: Estuarine Research. L.E. Cronin (ed.) Academic Press, New York, 518-540.

WASSERMAN J.C., C. LATOUCHE & M.A.M. WASSERMAN, 1988. Effects of drying ashing temperature on the determination of Zn, Cu, Fe and Mn in

*Zostera noltii* by graphite atomic absorption. In: heavy metals in the hydrological cycle, M. Astruc & J.N. Lester (eds.). Selper Ltd. London, 211-216.

WOLFF T., 1976. Utilisation of seagrass in the deep sea. *Aquat. bot.* 2: 161-174.

YOUNG P.C. & H. KIRKMAN, 1975. The seagrass communities of Moreton Bay Queensland. *Aquat. Bot.* 1: 191-202.

Reçu le 29 janvier 1990; received January 29, 1990  
 Accepté le 3 octobre 1990; accepted October 3, 1990

CARLUCCI C., Y. LAPAQUELLE, P. LA...  
 BOURG & D. PRUNIER, 1986. Impact des métaux lourds sur un environnement lagunaire : le Bassin d'Arcahon. *Bull. Inst. Géol. Nat. Aquat. Bot.* 39: 83-93.

CASTEL I., P. LABOURG, V. ESCARVAGE, I. AD...  
 BI & M.E. GARCIA, 1989. Influence of seagrass beds and oyster banks on the abundance and biomass of meio- and macrobenthos in tidal flats. *Estuar. Mar. Sci.* 28: 71-83.

DEN HARTOG C., 1976. The seagrasses of the world. North Holland, 275 p.

DEN HARTOG C., 1977. Structure, function and classification in seagrass communities. In: seagrass ecology. A scientific perspective. C.R. McRoy & C. Helten (eds.). Marcel Dekker, New York, 89-123.

PARADAY W.E. & A.C. CHURCHILL, 1978. Uptake of Cadmium by eelgrass *Zostera marina*. *Mar. Biol.* 52: 393-398.

FISZMAN M., W.C. PFEIFFER & I.D. LACERDA, 1984. Comparison of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba Bay, R.J. Favelon, Favelon. *Est. S.* 5: 567-572.

HAYES M.O., 1975. Morphology of sand accumulations in estuaries. In: estuarine research. L.E. Cronin (ed.). Academic Press, New York, 33-51.

LUBET P., 1956. Considérations écologiques sur les herbiers du Bassin d'Arcahon. *N.V. Soc. Fran. Bot.* 98: 92-104.

MANN K.H., 1987. Ecology of coastal waters: a system approach. Blackwell scientific publications, Oxford, 322 p.

MAYES R.A., A.W. MCINTOSH & V.I. ANDERSON, 1977. Uptake of Cadmium and lead by rooted aquatic macrophyte (*Elodea canadensis*). *Ecology* 58: 1175-1180.

MCCONNAUGHEY T. & C.R. MCROY, 1979. Isotopic identification of seagrass (*Zostera marina*) carbon in Alaska estuarine food web. *Mar. Biol.* 53: 269-280.

MCROY C.P. & C. MCMLLAN, 1977. Production, ecology and physiology of seagrasses. In: seagrass ecology. A scientific perspective. C.R. McRoy & C. Helten (eds.). Marcel Dekker, New York, 23-88.

MEMMERS R.L., R.S. ZANVELD & R.M. BRATT, 1967. Transported Turbidity as a source of organic enrichment of abyssal sediments off North Carolina. *Deep-sea Res.* 14: 111-112.

Le plus, les Zostères constituent pour le sédiment une source très importante de matières organiques (Boujou et Carusso, 1986) et par conséquent, offrent des sites potentiels de fixation et d'échanges pour ce dernier. Il faut encore remarquer que selon le bilan réalisé ici, les Zostères constituent, de toutes façons, le plus important « réservoir » biologique de métaux du Bassin d'Arcahon.

Ce travail ne constitue qu'une première approche du bilan des métaux dans le Bassin d'Arcahon et témoigne de l'importance des herbiers à Zostères dans ce bilan. Une meilleure connaissance sur les variations saisonnières est maintenant nécessaire, car comme l'on montre Carusso et al. (1986), cet aspect peut être très important. L'observation des variations pourrait se manifester tout au long de l'année devant constituer le point de départ de recherches ultérieures plus approfondies.

REMERCIEMENTS - Les auteurs remercient M. J.M. Prud'homme et M. Le Professeur R. Prud'homme pour l'aide dans l'élaboration de la carte de distribution des Zostères dans le Bassin d'Arcahon. Ce travail a été financé en partie par le CNPq-Brazil (proc. n°200970/87-9, à J.C.W.).

BIBLIOGRAPHIE

BOND A.M., R. BRADBURY, K.A. HUDSON, J.S. GARNHAM, P.L. HANNA & S. STOTHER, 1982. Kinetic studies of lead (II) uptake by the seagrass *Zostera marina* in water by Radiochemical Atomic Absorption Spectrometry and Electrochemical Techniques. *Mar. Chem.* 10: 1-9.