

LA POLLUTION PAR LES MÉTAUX LOURDS DANS LES RADES DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS

I. ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

Nardo VICENTE * et Denise CHABERT *

Résumé : Des analyses de métaux lourds (Cuivre, Plomb et Cadmium) sont effectuées sur les phanérogames marines, des Mollusques Gastéropodes, et sur le sédiment des principales criques du Parc National marin de Port-Cros.

Les résultats montrent que sans atteindre des taux de contamination très élevés, du moins par le cuivre et le cadmium, il existe cependant une pollution par le plomb au niveau des organismes vivants et du sédiment. Les concentrations de cet élément dans les mollusques et les sédiments, sont comparables à celles rencontrées sur le littoral varois et Méditerranéen dans les zones les plus polluées. Il est important de suivre cette pollution sur plusieurs cycles annuels afin de pouvoir étudier son évolution.

Summary : Analysis of heavy metals (copper, lead and cadmium) are carried out on marine Phanerogams, Gastropods, Molluscs and sediment from the main coves of the Port-Cros Marine National Park (Var-France). Results show that contamination rates are not very high as organisms are concerned but that a pollution exists, especially by lead in sediments. Concentrations of this element in live organisms and sediments of the coves where ships are mooring, are comparable with those met on the districts seaboard in the more polluted areas of the Mediterranean sea.

It is important to follow this pollution during several yearly cycles in order to study its evolution closely.

Les premières études sur la pollution dans les eaux du parc national de Port-Cros ont porté sur le mercure (AUGIER et al., 1976, AUGIER et al., 1977 a, b).

Il s'avérait intéressant d'étudier la contamination par d'autres métaux lourds tout aussi toxiques. C'est pour cette raison que nous avons entrepris des analyses sur le Cuivre qui représente un élément entrant dans le métabolisme des organismes mais qui, à fortes concentrations, peut être toxique, et de deux éléments pouvant être considérés comme des polluants stricts : le Plomb et le Cadmium. Par ailleurs, ces deux

* Laboratoire de Biologie marine, Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme - 13013 Marseille.

derniers éléments entrant dans la composition des carburants et des peintures navales, il était utile d'étudier le taux de pollution par ces métaux dans les rades très fréquentées par la navigation et ses conséquences sur la vie du milieu. La comparaison avec la pollution littorale est également intéressante à connaître afin de faire un diagnostic sur l'état de santé de cette zone marine théoriquement protégée.

I. — METHODES ET TECHNIQUES

1) Choix des stations

Deux stations ont été choisies dans la rade de Port-Cros (fig. 1). La station n° 1 au débouché du rejet du Manoir, la station n° 2 au niveau de la première jetée principale.

La station n° 3 est située au fond de l'anse de Port-Man, la n° 4 au niveau du Champ de *Pinna nobilis* de La Palud, et enfin la station n° 5 au fond de l'anse de La Palud elle-même.

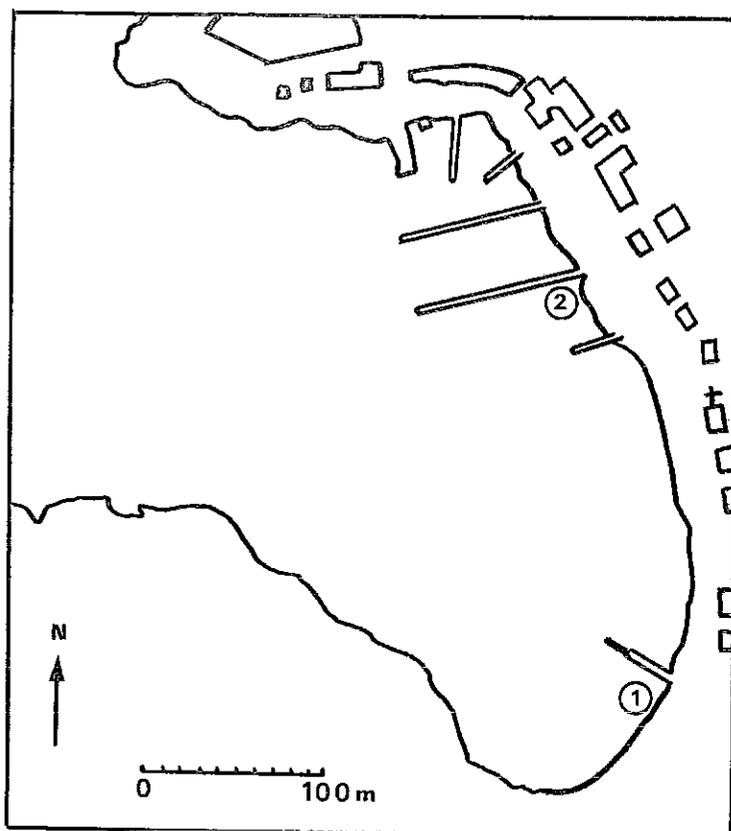


Fig. 1

Les prélèvements ont porté sur des Phanérogames *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile et *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, des Mollusques Gastéropodes *Monodonta turbinata* (Bornet) et *M. articulata* (Lamarck), bonnes espèces indicatrices de pollution et le sédiment. Ces prélèvements concernent toutes les stations sauf la station 4 où seul le sédiment a été prélevé.

2) Méthodes de prélèvements et de conservation

Les Mollusques et les Phanérogames sont transportés vivants dans une glacière jusqu'au laboratoire. Là, ils sont placés dans du papier d'aluminium et stockés au congélateur à -18°C .

Le sédiment est prélevé à l'aide de piluliers de 100 cc, seuls les 5 premiers centimètres sont concernés. Au laboratoire, les piluliers sont eux aussi placés au congélateur.

3) Technique d'analyses

Les Phanérogames sont séchées au four à 130°C et ensuite broyées.

Les Mollusques sont homogénéisés dans un mortier (30 individus pour chaque lot). 0,5 g de plantes pulvérisées et 3 g de chair de Mollusque sont minéralisés à l'aide d'un mélange d'acide perchlorique et d'acide nitrique (10 : 2). L'attaque est poursuivie durant 12 heures dans un bain-marie à 70°C (JOHANSSON, 1975). Les échantillons sont ensuite ajustés à 50 ml avec de l'eau distillée avant d'être analysés. Les valeurs sont exprimées en ppm/poids sec.

Le traitement du sédiment porte sur un gramme de sédiment poids sec. Les échantillons subissent une minéralisation totale par enlèvement de la silice, en utilisant de l'acide fluorhydrique concentré. Après l'attaque réalisée en bécher de téflon sur bain de sable, la silice est volatilisée sous forme de tétrafluorure. Après complète destruction de la matière organique par un mélange d'acides perchlorique et nitrique, le résidu est repris par l'acide chlorhydrique N avant d'être analysé. Les valeurs sont exprimées en ppm/poids sec.

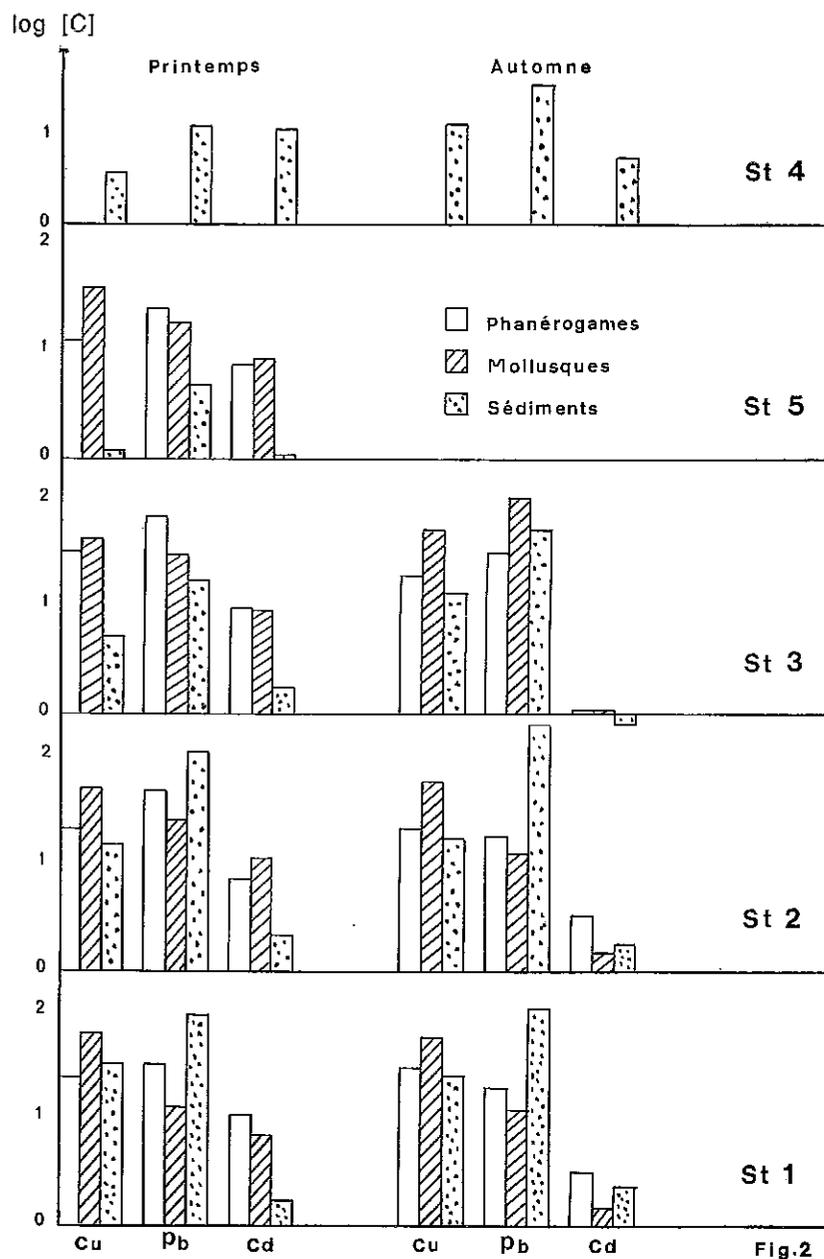
Les dosages des métaux sont effectués avec un spectrophotomètre d'absorption atomique IL 251 par comparaison avec les étalonnages faits simultanément dans les mêmes conditions.

II. — RESULTATS

Ils sont portés sur les tableaux I et II correspondants aux prélèvements de printemps et d'automne ainsi que sur les histogrammes de la figure 2.

1) Concentrations en Cuivre

Les plus fortes concentrations en Cuivre se rencontrent toujours dans les Mollusques Gastéropodes (*Monodonta turbinata* et *Monodonta articulata*) quelle que soit la station. Ce sont là de bonnes espèces indicatrices de pollution par les métaux lourds.



Dans l'anse de Port-Cros, les concentrations dans les Cymodocées sont du même ordre pour les deux stations. En ce qui concerne les Gastéropodes, la station 1 au voisinage de l'égout du Manoir abrite les individus les plus contaminés. Il en est de même pour les sédiments qui renferment des teneurs plus importantes dans la station 1.

Cependant, il est à noter que les Cymodocées de l'anse de Port-Man sont beaucoup plus contaminées que les Posidonies qui renferment

moins de Cuivre, les concentrations étant à peu près identiques à Port-Man et à La Palud pour ces dernières.

En ce qui concerne les Mollusques, les concentrations sont moins fortes à Port-Man et La Palud qu'à Port-Cros mais cependant encore très élevées.

Les sédiments quant à eux sont moins contaminés à Port-Man et La Palud, de même que dans la station de pleine eau (— 30 m) du Champ de Pinna.

Dans toutes ces stations on constate qu'en moyenne les valeurs sont supérieures à l'Automne, après la période estivale.

2) Concentrations en Plomb

Pour le Plomb, les plus fortes concentrations se rencontrent dans le sédiment, puis dans les Phanérogames et enfin dans les Gastéropodes. On constate là encore que ce sont les stations de l'Anse de Port-Cros qui sont les plus polluées, notamment en ce qui concerne le sédiment. Là, les teneurs peuvent doubler dans la station 2 après la période estivale.

3) Concentrations en Cadmium

Ce sont les teneurs les plus faibles. Elles sont comparables pour les Phanérogames et les Gastéropodes des différentes stations et ce sont les sédiments qui sont les moins contaminés.

Il faut signaler cependant que les plus fortes teneurs dans le sédiment sont trouvées paradoxalement dans le sédiment de la station de pleine eau à 30 m de fond.

D'autre part, si les concentrations diminuent dans les Phanérogames et les Mollusques après la période estivale, par contre elles se maintiennent au même niveau dans les sédiments.

III. — DISCUSSION

La pollution par les métaux lourds dans le parc national de Port-Cros est loin d'être négligeable. Elle affecte divers échelons des écosystèmes et notamment les communautés des anses les plus fréquentées par la navigation. Les rejets urbains de l'anse de Port-Cros participent également pour une part réduite il est vrai à cette pollution en raison de la faible population de l'île.

Il est intéressant de comparer les valeurs obtenues à celles rencontrées en d'autres points du littoral varois. Nous avons pris comme référence la Rade de Toulon et une zone touristique pour laquelle un projet de classement en réserve naturelle a été proposé : la Lagune du Brusca (tableau III). On constate d'emblée que la contamination des Phanérogames par le Cuivre est plus importante à Port-Cros que dans la Lagune du Brusca. Pour les Gastéropodes les concentrations sont à peu près identiques mais nettement inférieures par rapport à celles de

la Rade de Toulon. Cependant si l'on compare les valeurs obtenues avec les normes admises pour les Mollusques comestibles (GIPM, 1973) force est de constater qu'elles se situent nettement au-dessus.

La contamination des sédiments par contre est identique à Port-Cros et au Brusuc, très nettement inférieure à celle de la Rade de Toulon, et également très nettement en deçà des valeurs admises pour les sédiments méditerranéens (LAURENT et FERNEX, 1977).

La pollution par le plomb est importante à Port-Cros et elle est due essentiellement à l'intense navigation à moteur qui y règne. Cet élément provient de toute évidence des carburants puisqu'il se rencontre à de très fortes teneurs dans les sédiments des anses et en faible quantité en mer ouverte.

Les concentrations de cet élément sont plus élevées dans tous les échantillons analysés par rapport aux résultats obtenus dans la rade de Brusuc. Ils varient du simple au double dans les phanérogames, trois fois plus importants dans les Gastéropodes et jusqu'à cinq fois plus dans les sédiments. Les concentrations à ce niveau sont du même ordre que dans la rade de Toulon.

Par contre les concentrations en Cadmium sont identiques pour les Phanérogames, légèrement inférieures pour les Gastéropodes et très inférieures dans le sédiment. Ceci s'explique par le fait qu'il n'y a ni activités agricoles ni chantier naval à Port-Cros. En effet, le Cadmium entre dans la composition des engrais et des peintures antisalissures.

Et l'on peut constater que si les concentrations en Cadmium dans les Mollusques se situent au voisinage des valeurs admises, elles sont nettement au-dessous pour le sédiment ; par contre il n'en va pas de même pour le Plomb dont les teneurs sont de très loin supérieures aux valeurs admises dans les Mollusques et dans les sédiments. Or le Plomb peut être considéré comme un polluant aussi dangereux que le Mercure, il en est de même du Cadmium d'ailleurs.

Des expériences *in vitro* ont montré que le Plomb utilisé sous forme inorganique (NO_3)₂ Pb agit sur le développement des Mollusques en le bloquant à un stade précoce (VICENTE et al., 1978). Les bivalves notamment peuvent capter le Plomb et l'accumuler (PRINGLE, 1968). Il provoque également une inhibition des enzymes et l'altération du métabolisme et des membranes cellulaires.

Le Cadmium, lui, provoque des troubles du métabolisme du Calcium, les facteurs de concentration sont en moyenne de 10^2 à 10^3 dans les organismes marins (rapport IDOE, 1972) et peuvent atteindre des valeurs de 4 500 (LOCKE, 1957).

Il faut également tenir compte des synergies entre les divers éléments ; ces synergies varient en fonction des paramètres physicochimiques du milieu. « Il faut noter le pouvoir synergique important du Cadmium vis-à-vis des autres métaux toxiques et, principalement, du Cuivre » (LEVESQUE, 1978).

Ces premiers résultats obtenus à Port-Cros montrent que les fonds du Parc National sont loin d'être indemnes de toute pollution. Cette

Stations	Phanérogames			Mollusques (Mondonta)			Sédiments		
	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd
Port Cros									
St 1	30,45	31,8	3,15	60,7	12	1,5	25,4	111	2,45
St 2	23,2	18,2	3,15	60,7	12	1,5	17,45	208	1,65
Port Man									
St 3	17,4	31,8	1,5	59,25	102,25	1,5	14,3	55,5	0,8
Champ de Pinas									
St 4							8,75	19,45	4,10

Tableau II : Concentrations en métaux lourds en ppm/pds sec. Automne (Octobre 1977).

Concentrations moyennes en métaux lourds à Port-Cros, par comparaison avec le littoral varois

Stations	Phanérogames en ppm/pds sec			Mollusques en ppm/pds sec			Sédiments en ppm/pds sec		
	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd
Rade de Port-Cros	25,3	32,5	6,03	66,4	15,3	5,25	19,4	115,5	1,7
Anse de Port Man	34,4	55,6	6,4	50,7	66,7	4,8	9,3	34,1	1,06
Lagune du Brusac	13,6	17,2	6,3	55	4,25	5,35	11,8	13,7	4,35
Littoral du Brusac	20,5	26	6,8	78	22,5	8,5	20,5	34,2	4,7
Rade de Toulon	-	-	-	100	37,5	9	115	127	2,3
Valeurs admises	-	-	-	40	2,8-6	5	100	100	40

Tableau XII

Stations	Phanérogames (Cymodocées + Posidonies)			Mollusques (Monodonta)			Sédiments		
	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd
Port Cros									
St 1 (C)	25,3	35	10,7	63,5	12,5	6,75	32	98,8	1,7
St 2 (C)	22,5	45	7,15	56,2	25	11,25	15,3	113,2	2,2
Port Mari									
St 3 (C)	73,2	100	8,9	42,25	31,25	8,75	5,7	16,8	1,7
St 4 (P)	12,65	35	8,9						
La Palud									
St 5 (P)	12,65	25	7,15	40,5	18,75	8,75	2,2	4,8	1,1
Champ de Pinnae									
St 4							3	8,4	7,6

Tableau I : Concentrations en métaux lourds en ppm/pds sec. Printemps (Juin 1978)

(C) Cymodocées

(P) Posidonies

pollution se manifeste surtout dans les rades fréquentées, c'est là un phénomène inéluctable. Cependant il apparaît primordial de suivre l'évolution de cette pollution dans le temps ainsi que ses incidences sur la faune et la flore du Parc National.

BIBLIOGRAPHIE

- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1976. — Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des stoechades (Méditerranée, France). I - Teneurs en mercure des eaux, des sédiments et des phanérogames marines de milieu lagunaire dans l'anse de Port-Cros (Parc National). *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, 2 : 23-28.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1977 a. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des stoechades (Méditerranée, France) II : Teneur en mercure des eaux, des sédiments, des algues et des animaux benthiques du Port de Port-Cros. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, 3 : 6-9.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1977 b. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des stoechades (Méditerranée, France). III : Teneur en mercure de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* en fonction de la profondeur et de la pollution dans l'île de Port-Cros. Comparaison avec d'autres régions du littoral méditerranéen français. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, 3 : 10-27.
- JOHANSSON C.-G., 1975. — Digestion methods for the determination of the total content of heavy metals, in *manual of methods in aquatic environment research*, FAO, *Fish. Tech. Pap.* 137 : 200.
- G.I.P.M., 1973. — Pour une politique de lutte contre la pollution des mers. *Rapport*, 271 p.
- I.D.O.E., 1972. — Base line studies of pollutants in the marine environment and research recommendations : International Decade of Ocean Exploration (I.E.O.E.). *Baseline conference*, May 24-26, New-York.
- LAURENT R., FERNEX F., 1977. — Contribution de la Géologie sédimentaire à l'étude de la pollution du Golfe de la Napoule. *Rev. int. Océanogr. Méd*, 47 : 97-100.
- LEVESQUE L., 1978. — Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales : le Zinc, le Cadmium. *Rapport n° 4*, A.F.E.E., 118 p.
- LOCKE H.-S., 1957. — *Chemical toxicity*, H. Kempton, London, 259 p.
- PRINGLE B.-H., 1968. — Trace metal accumulation by estuarine mollusks. *J. Sanitary Eng. Division*, 94 : 455-475.
- VICENTE N., CHABERT D., ESCOUBET P., 1978. — Contamination de Mollusques méditerranéens par un métal lourd : le Plomb. *Tethys*, 8 (4) : 345-355.

Accepté le 15 juin 1981