

**RECHERCHES SUR LA POLLUTION
MERCURIELLE EN RADE D'HYÈRES
ET DANS L'ARCHIPEL DES
STOECHADES
(MÉDITERRANÉE, FRANCE)
VI. - TENEUR EN MERCURE
DE LA FLORE ET DE LA FAUNE
MARINES BENTHIQUES
DE LA CRIQUE DE LA LICASTRE**

H. AUGIER, G. GILLES et G. RAMONDA (1)

Résumé : L'utilisation de la spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme a permis de déterminer la teneur en mercure total de différents échantillons d'algues, de phanérogames marines et d'animaux benthiques provenant d'un des secteurs les plus fréquentés par les bateaux de l'île de Porquerolles. Les résultats obtenus montrent que les taux de mercure dans les organismes de la crique de la Licastre sont à peine plus élevés que ceux relevés dans des secteurs non pollués du littoral. Ils sont notamment beaucoup plus faibles que sur des prélèvements collectés dans les ports de Porquerolles et Port-Cros.

Le faible niveau de cette pollution par le mercure est certainement en rapport avec l'absence de rejets d'eaux usées domestiques d'origine tellurique et avec la nature du trafic qui, bien qu'intense, ne comprend pas de grosses embarcations à moteur comme dans les ports voisins. Par ailleurs, un autre élément favorable résulte certainement de la configuration de cette crique, largement ouverte vers le large avec, par conséquent, l'absence des conditions de confinement qui caractérisent habituellement les ports et qui entravent le brassage, la dispersion et le renouvellement des eaux littorales plus ou moins contaminées.

Summary : The utilization of a flameless atomic absorption spectrophotometry made it possible to determine the mercury contents of different lyophilized samples of algae, marine phanerogams and benthic animals in one of the most frequented sectors by boats of the isle of Porquerolles. The results show that

(1) Laboratoire de biologie végétale marine, U.E.R. des sciences de la mer et de l'environnement, Centre Universitaire de Luminy, 13288 Marseille Cédex 2 et Laboratoire Vétérinaire, 13259 Marseille Cédex 2.

the mercury levels in the organisms of the Licastre creek are hardly higher than those in different unpolluted areas of the littoral and especially are much lower than those in the ports of Porquerolles and Port-Cros.

That the very low mercury pollution exists is certainly due to the absence of domestic rejection of telluric origin and to the traffic which although fairly heavy does not include the big motor boats as in the neighbouring harbours. A still more favourable element of this phenomenon must result from the configuration of the creek, widely open to the sea and therefore by the absence of confined conditions characteristic of harbours and which prevent the water from churning, the dispersion and the renewal of littoral waters more or less contaminated.

INTRODUCTION

Cette étude constitue le sixième élément d'un ensemble de travaux réalisés dans les îles d'Hyères et présentés sous le titre général : « Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades » (AUGIER *et al.* 1976, 1977 a et b, 1978 a, 1979 a).

Cette région, relativement éloignée des zones industrielles, agricoles et urbaines du littoral, se prête mieux à l'étude de l'impact d'une pollution relativement faible et d'origine locale que les autres régions littorales soumises à des nuisances de plus grandes envergures et à origines multiples. Cet avantage a été mis à profit pour étudier précédemment la pollution par le mercure du port de Port-Cros (AUGIER *et al.* 1976 et 1977 a) et du port de Porquerolles (AUGIER *et al.* 1978 a). Les résultats obtenus ont montré que les échantillons d'eau de mer, de sédiments, de flore et de faune prélevés dans ces deux ports présentent des concentrations en mercure plus élevées que celles habituellement rencontrées dans les régions à l'abri de la pollution ou peu influencées par elle. Cette contamination mercurielle portuaire peut paraître, à certains égards, assez paradoxale puisqu'il ne s'exerce dans leur voisinage aucune activité agricole ou industrielle traditionnellement reconnues comme sources classiques de composés mercuriels (AUGIER *et al.* 1979 b). La pollution mercurielle de ces deux ports est par conséquent en rapport direct avec les rejets d'origine domestique et avec les activités portuaires locales. A Port-Cros, les eaux usées du village sont ainsi rejetées directement dans le port. A Porquerolles, par contre, les travaux d'assainissement ont permis, en 1972, de détourner, vers une station d'épuration, les eaux usées qui se déversaient jusque-là dans le port. Une canalisation de secours débite cependant encore directement les effluents dans le port en cas de surcharge estivale ou d'avarie dans le réseau d'égout. Par ailleurs, une part importante de la pollution de ces ports est due, en été, à la pratique encore trop répandue du « tout à la mer » d'une catégorie peu scrupuleuse de plaisanciers.

Jusqu'ici, les études n'ont pas permis de faire la part exacte qui incombe à ces divers rejets d'eaux usées domestiques et aux rejets liquides et gazeux des embarcations à moteur, aux peintures anti-fouling (dont certaines sont encore à base de mercure) et au confinement des eaux dû aux aménagements portuaires de protection du plan d'eau. Pour approfondir nos connaissances à ce sujet, il nous a donc paru intéressant d'engager une étude dans un secteur des îles présentant un nombre

plus réduit de facteurs favorables à la contamination du milieu par le mercure. Notre choix s'est porté sur la crique de la Licastre où la densité des embarcations en fait, en été, un des secteurs les plus fréquentés de l'île, après le port. Cette crique offre, par ailleurs, deux autres caractéristiques favorables à notre investigation : elle ne reçoit aucun apport d'eaux usées d'origine tellurique et elle ne comporte aucune zone de confinement parce qu'elle est largement ouverte sur la mer vive (fig. 1).

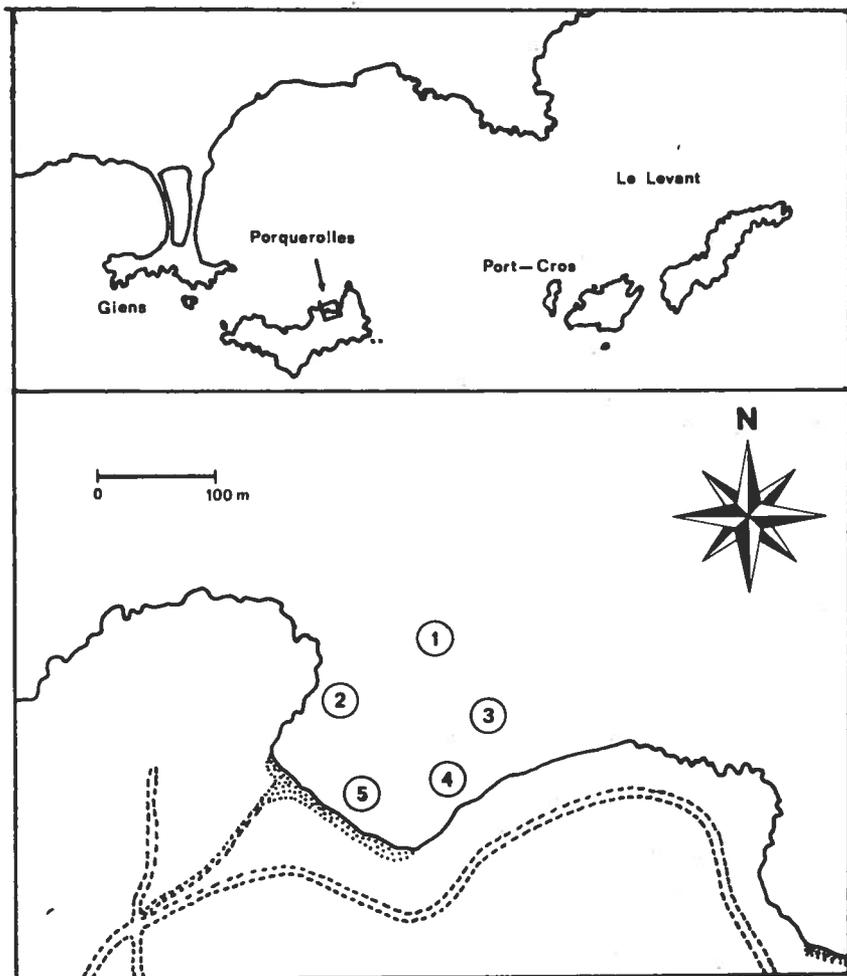


Fig. 1 : Emplacement des stations de prélèvement dans la crique de la Licastre (île de Porquerolles).

METHODES

Les récoltes sont réalisées en plongée en scaphandre autonome dès que la profondeur dépasse 50 centimètres. Les plantes et les animaux sont prélevés entiers et avec grand soin puis transportés vivants

au laboratoire dans des récipients remplis d'eau de mer prélevée sur place. Ils sont ensuite triés, mesurés et débarassés des épiphytes s'il y a lieu, puis lyophilisés et micropulvérisés selon une technique précédemment décrite (AUGIER 1970).

Il convient de préciser que chaque lot analysé est composé par les échantillons de plusieurs individus différents récoltés dans la même aire d'étude. La poudre lyophilisée correspondante est homogénéisée avec grand soin et les dosages sont effectués sur au moins trois prélèvements de cette poudre, quelquefois plus si les valeurs obtenues par les trois premiers dosages ne coïncident pas parfaitement.

Les lyophilisats sont minéralisés par attaque sulfonitrique, en présence d'oxyde de vanadium. Un appareil de Uthe modifié permet de réduire les vapeurs condensées par un mélange d'éthanol et de neige carbonique (CUMONT *et al.* 1974). Le mercure est déplacé de sels mercuriques par le chlorure stanneux. Les vapeurs de mercure qui se trouvent dans l'atmosphère de l'appareil de réduction, sont chassées par un courant d'azote et canalisées vers l'appareil de dosage.

Le mercure est dosé à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique sans flamme IL 253 de « Instrumentation Laboratory Incorporation de Lexington », selon la méthode de UTHE *et al.* (1970), perfectionnée par CUMONT (1971) et CUMONT *et al.* (1974) et décrite en détail précédemment (AUGIER *et al.* 1976).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus font l'objet des tableaux I (algues), II (phanérogames marines) et III (animaux) et l'emplacement exact des prélèvements est mentionné sur la figure 1. Les tableaux IV (algues), V (phanérogames marines) et VI (animaux) permettent de comparer les résultats de ce travail avec ceux précédemment publiés.

1. Degré de contamination des végétaux

Selon l'espèce, la taille, la profondeur et l'emplacement dans la crique, les concentrations en mercure total s'échelonnent de 0,03 à 0,10 ppm dans les échantillons d'algues et de phanérogames marines (tableaux I et II).

Il ne paraît pas y avoir de différences vraiment significatives entre les différentes stations de prélèvement, sauf pour la station 2 où l'on note des concentrations toujours plus élevées qu'ailleurs, du moins pour les algues (les cymodocées et les posidonies étant absentes dans cette zone) (fig. 1).

Si on compare ces résultats avec ceux obtenus dans d'autres secteurs du littoral (tableau IV), on constate que la concentration en mercure des algues est en général très faible. Par exemple, la Chlorophycée *Codium bursa* montre des teneurs en mercure (0,03 à 0,08 ppm) moins élevées que dans les ports de Port-Cros (0,10 ppm) et de Porquerolles (0,16 ppm). Il en est de même pour la Phéophycée *Padina pavonica*

Groupe	Genre Espèces	Numéro de station	Profondeur (m)	Longueur ou diamètre (cm)	Taux de mercure (ppm)	
CHLORO- PHYCOPHYTES	<u>Codium bursa</u>	1	4	6	0,05	
		2	2	7	0,08	
		3	4	8	0,05	
		4	1,5	8	0,04	
		5	1	7	0,03	
		<u>Udotea petiolata</u>	1	4	5,3	0,03
	PHEO- PHYCOPHYTES	<u>Cladostephus verticillatus</u>	4	1,5	10,5	0,03
		<u>Padina pavonica</u>	1	4	4,8	0,03
			2	2	5,2	0,04
			4	1,5	5,0	0,03
5			1	4,6	0,03	
RHODO- PHYCOPHYTES	<u>Amphiroa rigida</u>	2	2	2,5	0,10	
	<u>Jania rubens</u>	4	1,5	7,6	0,09	
	<u>Laurencia obtusa</u>	2	2	6,5	0,06	
		4	1,5	6,3	0,03	
		5	1	7,1	0,03	
		1	4	9,8	0,05	
	<u>Liagora viscida</u>	4	1,5	10,1	0,04	
		5	1	9,5	0,03	

TABLEAU 1 : Taux de mercure total dans les lyophilisats d'algues benthiques prélevées dans l'anse de la Licastre en septembre 1979 (Les concentrations sont exprimées en ppm = 10^{-6} de poudre lyophilisée. Les dimensions de *Codium bursa* correspondent au diamètre moyen et celles des autres espèces à la longueur moyenne du thalle).

pour laquelle on trouve des taux de 0,03 à 0,04 ppm à la Licastre, contre 0,38 ppm dans le port de Porquerolles et 0,58 ppm dans le port de Port-Cros. La comparaison avec les zones exemptes de pollution du Parc National de Port-Cros permet néanmoins de remarquer que les teneurs en mercure d'*Amphiroa rigida* et de *Jania rubens* sont plus élevées à la Licastre (tableau IV).

Genre	Espèce	Numéro de station	Profondeur (m)	Partie analysée	Longueur des feuilles	Taux de mercure (ppm)
	<u><i>Cymodocea nodosa</i></u>	1	4	PE	11,2	0,07
		3	4	PE	12,0	0,10
		4	1,5	PE	12,5	0,03
		5	1	PE	10,6	0,03
	<u><i>Posidonia oceanica</i></u>	1	4	F	25,5	0,03
		1	4	R	-	0,08
		3	4	F	23,4	0,05
		3	4	R	-	0,05

TABLEAU II : Taux de mercure total dans les lyophilisats de deux espèces de phanérogames marines prélevées dans l'anse de la Licastre en septembre 1979 (Les concentrations sont exprimées en ppm = 10^{-6} de poudre lyophilisée. PE = plante entière, F = feuilles, R = rhizomes et racines).

En ce qui concerne les phanérogames marines, les teneurs en mercure des feuilles et des rhizomes de posidonies sont également très faibles, voisines même de celles des posidonies récoltées dans un secteur exempt de pollution du Parc National de Port-Cros (tableau V). Les teneurs en mercure des cymodocées de la Licastre sont aussi très basses, sauf aux stations 1 et 3 où elles sont voisines de celles de la lagune polluée de la baie de Port-Cros.

2. Degré de contamination des animaux benthiques

Les concentrations en mercure total des échantillons d'animaux benthiques s'échelonnent de 0,03 à 0,72 ppm selon l'espèce, la taille, la profondeur et l'emplacement dans la crique de la Licastre (tableau III).

L'examen des résultats obtenus sur la même espèce fait apparaître des teneurs en mercure légèrement plus élevées dans les échantillons récoltés à la station 2 ; notamment en ce qui concerne l'holothurie noire *Holothuria forskali* (0,11 contre 0,07 à 0,10 ppm) et l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (0,07 ppm à la station 2 contre 0,03 à 0,04 ppr ailleurs). L'analyse des algues avait donné un résultat semblable, ce qui confirme que cette zone de la crique de la Licastre est légèrement plus contaminée que les autres.

Si on compare ces résultats avec ceux obtenus dans d'autres régions du littoral méditerranéen français (tableau VI), on constate que les concentrations en mercure des animaux de la crique de la Licastre

Groupe	Genre	Espèce	Numéro de station	Profondeur (m)	Dimensions des organismes (cm)	Taux de mercure (ppm)
ECHINIDES	<u>Arbacia</u>	<u>lixula</u>	2	2	7,4	0,04
			4	1,5	8,1	0,03
	<u>Paracentrotus</u>	<u>lividus</u>	2	2	8,2	0,07
			3	4	7,9	0,04
			4	1,5	8,4	0,03
			5	1	6,8	0,03
HOLOTHURIDES	<u>Holothuria</u>	<u>forskali</u>	1	4	17,2	0,08
			2	2	18,0	0,11
			3	4	18,4	0,10
			4	1,5	20,5	0,07
			5	1	19,3	0,06
ASTERIDES	<u>Echinaster</u>	<u>sepositus</u>	1	4	8,5	0,61
			3	4	9,1	0,72
	<u>Marthasterias</u>	<u>glacialis</u>	2	2	6,0	0,13
CRUSTACES	<u>Carcinus</u>	<u>moenas</u>	2	2	2,8 x 1,9	0,05

TABLEAU III : Taux de mercure total dans les lyophilisats d'animaux benthiques prélevés dans l'anse de la Licastre en septembre 1979 (Les concentrations sont exprimées en ppm = 10^{-6} de poudre lyophilisée. Les dimensions d'*Holothuria* correspondent à la longueur, celles des oursins et des étoiles de mer au diamètre et celles du crabe à la longueur et à la largeur de la carapace).

Groupe	Genre Espèce	Lieu de prélèvement	Références	Taux de mercure (ppm)
CHLORO- PHYCOPHYTES	<u>Codium bursa</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,05
		Port de Port-Cros (Var)	2	0,10
		Port de Porquerolles (Var)	3	0,07 à 0,16
	<u>Udotea petiolata</u>	Port de Porquerolles (Var)	3	0,08 à 0,12
PHEO- PHYCOPHYTES	<u>Cladostephus verticillatus</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,03
		Anse des Baumettes, Carry (B du R)	1	0,04 à 0,08
		Golfe de Marseille (B du R)	1	0,42
	<u>Padina pavonica</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,04
		Port de Porquerolles (Var)	3	0,12 à 0,38
		Port de Port-Cros (Var)	2	0,58
RHODO- PHYCOPHYTES	<u>Amphiroa rigida</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,03
	<u>Jania rubens</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,02
		Anse des Baumettes, Carry (B du R)	1	0,08
	<u>Laurencia obtusa</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,03

TABLEAU IV : Taux de mercure total dans les lyophilisats de différents échantillons d'algues benthiques du littoral méditerranéen français (Les résultats sont exprimés en ppm = 10^{-6} de poudre lyophilisée. Les échantillons concernant le Parc National de Port-Cros ont été récoltés dans un secteur de l'île exempt de pollution. D'après AUGIER *et al.*, 1977 a (2), 1978 a (3) et des résultats inédits (1).

Genre Espèce	Localisation géographique	Références	Taux de mercure (ppm)		
			Racines	Rhizomes	Feuilles
<u>Cymodocea nodosa</u>	Lagune, baie de Port-Cros (Var)	1		0,15	0,10
	Plage d'argent, île de Porquerolles (Var)	2	0,06	0,05 à 0,07	0,12 à 0,24
	Port Saint-Louis du Rhône (B du R)	2		0,50	0,91
	Zone exempte de pollution du Parc National de Port-Cros (Var)	2	0,12 à 0,14	0,05 à 0,12	0,05 à 0,09
<u>Posidonia oceanica</u>	Gorges du Loup, île de Porquerolles (Var)	3	0,03	0,06	0,03
	Port de Porquerolles (Var)	4		0,21	0,29
	Baie de Port-Cros (Var)	5	0,12 à 0,21	0,12 à 0,22	0,07 à 0,20
	Calanque de Sormiou (B du R)	6	0,20 à 0,38	0,12 à 0,22	0,07
	Golfe de Marseille (B du R)	6	0,19 à 0,70	0,38 à 0,77	0,15 à 0,43
	Golfe de Fos-sur-Mer (B du R)	6	0,60 à 0,84	0,42 à 1,26	0,41 à 4,58
	Au voisinage égout Cortiou, calanques de Marseille (B du R)	6	0,32 à 1,07	0,20 à 2,50	0,09 à 51,50

TABLEAU V : Taux de mercure total dans les lyophilisats de racines, de rhizomes et de feuilles des phanérogames marines *Cymodocea nodosa* et *Posidonia oceanica* dans différentes régions du littoral méditerranéen français (Les résultats sont exprimés en ppm = 10^{-6} de poudre lyophilisée. D'après AUGIER *et al.*, 1976 (1), résultats inédits (2), 79 a (3), 78 a (4), 77 a (5), 78 b (6)).

Groupe	Genre Espèce	Lieu de prélèvement	Références	Taux de mercure (ppm)
ECHINIDES	<u>Arbacia lixula</u>	Marina Mandelieu (A.M.)	1	2,78
		Cap d'Antibes (A.M.)	2	4,24
	<u>Paracentrotus lividus</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,02
		Gorges du Loup, Porquerolles (Var)	3	0,03 à 0,05
		Port des Lecques (Var)	1	0,06
		Baumettes, Carry (B du R)	1	0,03 à 0,09
		Port de Port-Cros (Var)	4	0,05 à 0,17
		Port de Porquerolles (Var)	5	0,23
		Port de la Ciotat (B du R)	1	0,34
		Golfe de Marseille (B du R)	6	0,12 à 0,60
HOLOTHURIDES	<u>Holothuria forskali</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,04
		Gorges du Loup, Porquerolles (Var)	3	0,14
		Baumettes, Carry (B du R)	1	0,05 à 0,39
		Port de Porquerolles (Var)	5	0,12 à 0,35
		Port de Port-Cros (Var)	4	0,22 à 0,48
		Port de La Ciotat (B du R)	1	0,88
		Golfe de Marseille (B du R)	6	0,16 à 2,90
ASTERIDES	<u>Echinaster sepositus</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,10
		Port de Port-Cros (Var)	4	0,98 à 1,62
		Port de Porquerolles (Var)	5	0,27 à 2,11
	<u>Marthasterias glacialis</u>	Parc National Port-Cros (Var)	1	0,03
		Port de Porquerolles (Var)	5	0,29
		Port de La Ciotat (B du R)	1	0,86
CRUSTACES	<u>Carcinus moenas</u>	Port de La Ciotat (B du R)	1	0,34

TABLEAU VI. — Taux de mercure total dans les lyophilisats de différents échantillons d'animaux benthiques du littoral méditerranéen français (les résultats sont exprimés en ppm = 10^{-6} de poudre lyophilisée. Les échantillons concernant le Parc National de Port-Cros ont été récoltés dans un secteur de l'île exempt de pollution, ceux concernant l'anse des Baumettes et les gorges du Loup dans des secteurs de déversement des eaux usées secondaires d'une station d'épuration, ceux du Cap d'Antibes au niveau d'un rejet d'eaux usées domestiques. D'après AUGIER *et al.*, 1979 c (1), 1977 a (4), 1978 a (5), 1978 c (6), 1979 b (2), 1979 a (3).

sont en général faibles, à l'exception des valeurs enregistrées avec l'étoile de mer *Echinaster sepositus*. Les taux de mercure relativement élevés chez cette espèce ne sont pas étonnants, même pour les individus récoltés dans des zones peu polluées comme la crique de la Licastre. Des expériences antérieures (tableau VI) ont en effet montré que cet organisme avait la propriété de concentrer très fortement le mercure, même quand celui-ci se trouve en quantité infime dans le milieu environnant.

Il convient également de noter que les échantillons de l'étoile de mer *Marthasterias glacialis* de la Licastre présentent des concentrations en mercure (0,13 ppm) notablement plus élevées que dans les zones exemptes de pollution du Parc National de Port-Cros (0,03 ppm) ; ce résultat confirme encore une fois que la station 2, où ont été récoltés ces échantillons, est plus polluée par le mercure que les autres (tableau VI).

CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les taux de mercure enregistrés dans les organismes végétaux et animaux de la crique de la Licastre sont à peine plus élevés que dans ceux récoltés en secteurs non pollués du littoral. Ils sont notamment beaucoup plus faibles que sur des échantillons provenant des ports voisins de Porquerolles et Port-Cros. La pollution mercurielle de cette portion littorale de l'île de Porquerolles ne présente donc pour l'instant aucun caractère alarmant.

Ainsi, malgré la densité de la fréquentation plaisancière, la pollution par le mercure demeure faible dans cette crique hospitalière. Ce phénomène est certainement en rapport avec l'absence de rejets d'eaux usées domestiques d'origine tellurique. Il convient par ailleurs de noter la pratique moins fréquente du « tout à la mer » sur les bateaux qui ne sont pas à demeure pendant de longues périodes comme dans un port. Le trafic enfin, bien qu'intense, ne comprend pas une densité importante de grosses embarcations à moteur comme c'est encore le cas dans les ports voisins. Mais un autre élément, certainement très favorable à cette faible contamination du milieu doit résulter de la configuration des lieux. La crique de la Licastre ne comprend, en effet, aucun ouvrage de protection du plan d'eau et se trouve largement ouverte sur les eaux vives du large. Il n'existe donc aucune entrave au brassage, à la dispersion et au renouvellement des eaux, ce qui n'est pas le cas dans le port voisin de Porquerolles où le confinement poussé à l'extrême par des aménagements mal conçus amplifie la contamination du milieu dans des proportions considérables.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier ici MM. ROBERT et MAFFRE, Animateurs au Parc National de Port-Cros, respectivement pour leur aide efficace en plongée et leur assistance en surface.

BIBLIOGRAPHIE

- AUGIER H., 1970. — La lyophilisation, son utilisation en phycologie. *Bull. Mus. Hist. nat., Marseille*, 30 : 229-251.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1976. — Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 1. - Teneur en mercure des eaux, des sédiments et des phanérogames marines de milieu lagunaire dans l'anse de Port-Cros (Parc National). *Trav. Sci. Parc Nat. de 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). 2. - 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 : 9-25.
- 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). 3. - 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 : 27-38.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978 a. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 4. - Le port de Porquerolles. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 4 : 237-269.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978 b. — Recherche sur la pollution mercurielle du milieu maritime dans la région de Marseille (Méditerranée, France). 1. - Degré de contamination par le mercure de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* Delile à proximité du complexe portuaire et dans la zone de rejet du grand collecteur d'égout de la ville de Marseille. *Environ. Pollut.*, 17 : 269-285.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978 c. — Recherche sur la pollution mercurielle du milieu maritime dans la région de Marseille (Méditerranée, France). 3. - Degré de contamination par le mercure des Echinodermes prélevés dans l'herbier de posidonies à proximité des ports et du rejet du grand collecteur d'égout de la ville de Marseille. *Environ. Pollut.*, 18 (3) : 179-185.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1979 a. — Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 5. - Degré de contamination par le mercure des organismes benthiques des gorges du Loup, au voisinage du rejet en mer des eaux de la station d'épuration de l'île de Porquerolles. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 5 : 125-140.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1979 b. — Recherche sur la pollution littorale dans les Alpes-Maritimes (Méditerranée, France) : Teneur en mercure de quelques organismes benthiques de la zone infralittorale supérieure au Cap d'Antibes. *Bull. Ecol.* (sous presse).
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1979 c. — Première estimation de la pollution mercurielle du littoral méditerranéen français (Provence - Côte d'Azur) par l'étude du degré de contamination des sédiments et des organismes benthiques. *Prog. Wat. Tech.*, 12 (1) : 97-108.
- AUGIER H., SEILLER A., 1978. — Le port de Porquerolles (Méditerranée, France). I. - Historique, description générale des installations, bilan des activités portuaires, inventaire des sources de nuisances. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 4 : 177-236.

- CUMONT G., 1971. — Dosage du mercure par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. *Chimie analytique*, 53, 10 : 634-645.
- CUMONT G., DAGORN M.B., LELIEVRE H., 1974. — Dosage du mercure dans les produits biologiques par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. *Actes Sympos. Intern. Comm. Europ., Luxembourg* : 221-230.
- UTHE J.F., ARMSTRONG F.A.J., STANTON M.P., 1970. — Mercury determination in fish samples by wet digestion and flameless atomic absorption spectrophotometry. *J. Fish. Res. Board Canada*, 27 (4) : 805-811.

