

# **CARTOGRAPHIE, BALISAGE ET DYNAMIQUE DU RÉCIF-BARRIÈRE A POSIDONIA OCEANICA DE LA BAIE DE PORT-CROS (PARC NATIONAL)**

AUGIER H. \*, NIERI N. \*

*Résumé* : 38 balises ont été installées au fond de la baie de Port-Cros, dont 8 le long de la limite supérieure du pré-récif.

La carte bionomique a été réalisée par photo-interprétation et observations directes en plongées et sur la base d'un réseau de transects utilisant les balises comme points fixes.

La comparaison de la carte bionomique avec les documents existant a permis de retracer l'évolution du récif-barrière du début du siècle à nos jours. Celle-ci consiste essentiellement en une régression qui a surtout affecté les extrémités nord et sud du récif ainsi que la zone du pré-récif. On a noté toutefois, durant la dernière décennie, la réapparition de *P. oceanica* émergentes dans le secteur nord à partir d'une langue d'herbier existante.

L'effort d'assainissement accompli récemment en baie de Port-Cros a apporté une amélioration indéniable, marquée par un changement de la dynamique régressive du récif-barrière mais qui n'est toutefois pas suffisante pour sa régénération effective.

La carte bionomique et le balisage fournissent les moyens d'une surveillance précise et fiable des modifications pouvant survenir dans le temps.

*Abstract* : 38 ballards have been settled inside the bay of Port-Cros (Var, France), of which 23 are along the border of the *Posidonia* barrier-reef and 8 are along the front extension limit of the pre-reef.

The bionomic map has been realized by photos interpretation and direct underwater observations and on a network transects basis using the ballards like fixed points.

The comparison between the chart existing documents permit to define the dynamic of the barrier-reef, since the beginning of the century up to date. In fact the main effect is a regression which has affected above all the northern and southern border of the reef, in the same way as the pre-reef area. We have noticed during the last decade, a re-appearance of emerging *Posidonia oceanica* in the northern part, coming from a tongue of existing grass.

The sanitation effort, recently made in the bay, brings forth a obvious improvement, characterized by an alteration in the regressive dynamic of the barrier-reef but which is still not sufficient for an efficient regeneration.

The bionomical chart and the beaconing bring resources for an accurate survey of the modifications which may occur in the future.

---

\* Groupement de Recherche de Biologie, Ecologie, Nuisances et Gestion Océanique (BENGO), Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille, cedex 9, case 901, France.

## INTRODUCTION

MOLINIER et PICARD (1952) ont expliqué la formation des récifs-barrières de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. Ils résultent de l'émergence plus ou moins prononcée de la partie terminale des feuilles du phé-nomène ne peut avoir lieu qu'à faible profondeur et dans des zones calmes, c'est-à-dire habituellement au fond des baies relativement abritées. A cause de leur emplacement, les récifs-barrières ont payé un lourd tribut à l'aménagement des ports. Il n'en reste pratiquement que deux survivants sur le littoral continental français : celui du Brusq, près de Toulon et celui de Port-Cros.

La formation du récif-barrière de la baie de Port-Cros a été favorisée par la présence de l'île voisine de Bagaud qui constitue un obstacle au vent dominant (mistral). Il a pu subsister jusqu'à nos jours grâce à la protection exercée par le Parc national et par les anciens propriétaires de l'île et également grâce à l'aménagement raisonnable de la partie portuaire. De nos jours il ne s'étend plus que sur une partie de son ancien territoire.

Le récif-barrière de la baie de Port-Cros a été décrit initialement par MOLINIER et PICARD (1952). Grâce à l'existence de documents anciens, en particulier de vieilles cartes postales et grâce aussi à l'utilisation de photos aériennes et à la réalisation d'une carte biomonomique des fonds, AUGIER et BOUDOURESQUE ont pu retracer, en partie, les étapes du recul du récif-barrière, depuis le début du siècle (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1970; BOUDOURESQUE *et al.*, 1975). Le récif s'étendait, à l'origine, dans la partie portuaire où il a été entièrement détruit. Il a été profondément entaillé par le creusement d'un chenal pour faciliter l'accès des barques au ponton du Vallon de la Solitude. Le front du récif tourné vers le large a également été endommagé. Les principaux responsables de cette dégradation sont la pollution et l'effet mécanique du racleage des fonds par les quilles et les ancres des petites embarcations surprises par la marée basse ou ignorant les faibles fonds. Lors de la mise en place du transect permanent (BOUDOURESQUE *et al.*, 1980), il est apparu que le pré-récif, cartographié en 1970 comme un « herbier à vitalité réduite », ne constituait plus qu'une vaste étendue de matie morte où subsistaient des îlots isolés de positions survivantes. Actuellement, l'accès au fond de la baie est interdit par un alignement de bouées, sauf au droit d'un embarcadère. Les rejets polluants dans la lagune ont été supprimés et les canalisations reliées au réseau général qui aboutit à un minuscule émissaire situé à faible profondeur dans la partie nord de la baie.

Le récif-barrière de Port-Cros constitue une des originalités du Parc national et de notre patrimoine marin. A ce titre, son état doit pouvoir être estimé et son évolution suivie avec le maximum de précision. Nous avons mis au point, à cet effet, un système de surveillance rigoureux et fiable qui fait l'objet de cette étude.

Le secteur pris en compte s'étend sur une superficie d'environ 8 ha ; il comprend le récif-barrière proprement dit, la zone sensible du pré-récif ainsi que les peuplements limitrophes, notamment ceux de la lagune.

## METHODE

La méthode est basée essentiellement sur l'utilisation conjointe du balisage et de la macrocartographie métrique.

### Balisage

La technique de balisage des limites d'extension de l'herbier de *Posidonia oceanica* a été utilisée par de nombreux auteurs, sous l'impulsion des premiers travaux d'HARMELIN (1976) à Port-Cros et de MEINESZ (1977), dans les Alpes-Maritimes. Elle a été perfectionnée à l'occasion d'autres études (CHRISTIANI, 1980, AUGIER, 1982 ; AUGIER et NIERI, 1987).

Chaque balise est constituée d'un corps mort de 2 kilos, en béton, ancré au sol par un piquet spécial de 60 cm de longueur (fig. 1). Le piquet est muni, à proximité de sa pointe, de quatre lames d'acier pour ancrage, perpendiculaires à son axe, qu'un outil spécial permet de faire sortir dans le sous-sol après enfoncement du piquet à l'aide d'une masse.

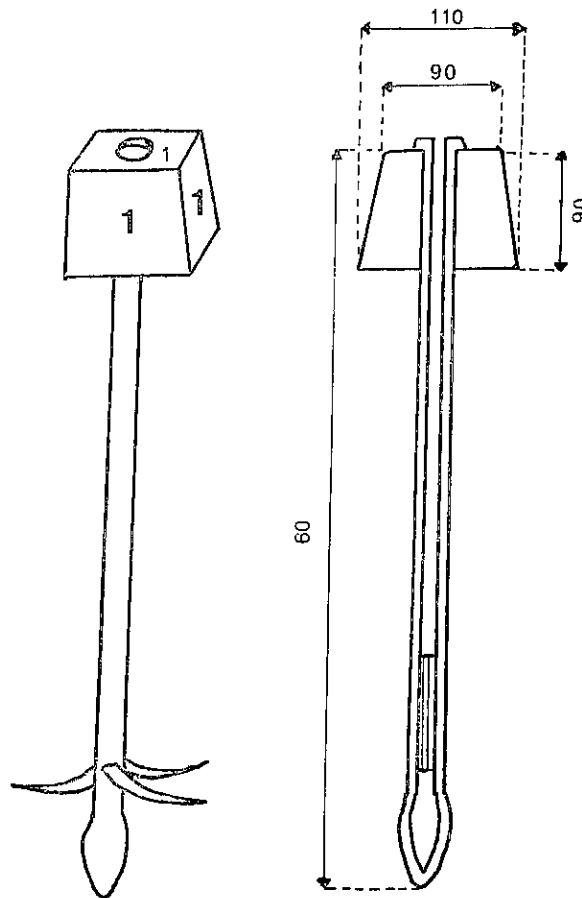


Fig. 1 : Caractéristiques des balises (mesures en mm).

Les peuplements et types de fond cartographiques (fig. 4) sont répartis selon l'étagement classique en Méditerranée (MOLINIER et PERES, 1957).

### Cartographie

Les balises constituent ainsi des témoins irréfutables permettant d'assurer un suivi de l'évolution précise du récif-barrière, dans le temps.

Vingt-trois balises ont été installées le long de la limite d'extension du récif-barrière, une balise repère dans les *Gymnodocea nodosa* et *Zostera noltii* et six balises au niveau des îlots situés au sud de la baie, en juin 1986 et huit balises le long de la limite vers le large du pré-récif, en juillet 1986 (fig. 2). Les distances entre les balises ont été portées dans le tableau 1.

### Balisage

## RESULTATS ET DISCUSSION

La cartographie des secteurs situés au-delà de la limite côté large du récif-barrière (zone du pré-récif) a été effectuée à l'aide d'une méthode moins précise : la photo-interprétation des clichés photographiques aériens datant de 1983 (fig. 3). L'échelle de travail utilisée était de 1/250'. Les données recueillies ont été complétées par des observations en apnée et en scaphandre autonome et par les renseignements précis apportés par le balisage (fig. 4).

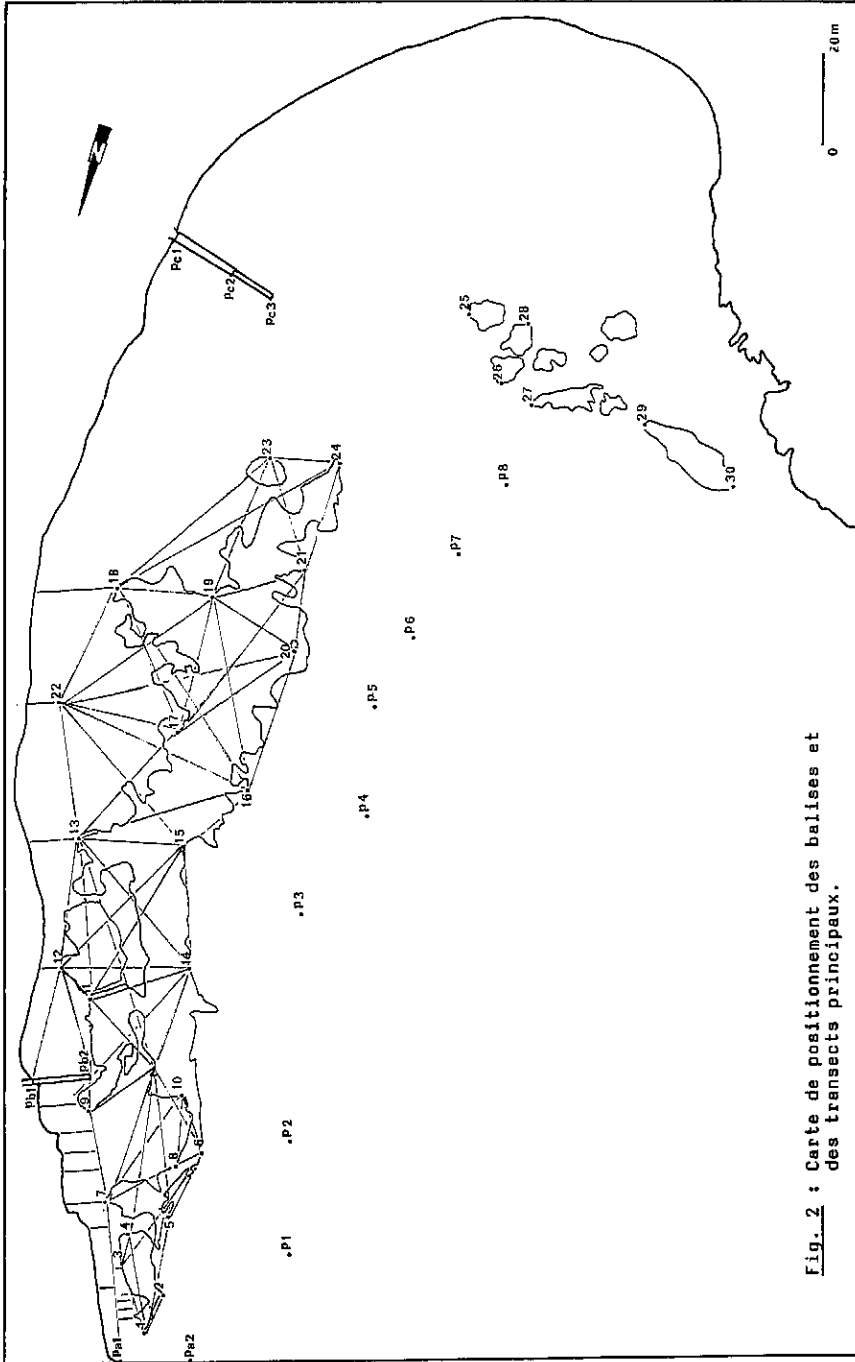
Le tracé des limites actuelles d'extension du récif-barrière de *Posidonia oceanica* a nécessité l'utilisation d'une méthode rigoureuse limitant au maximum les erreurs de positionnement. A cet effet, le balisage a servi de base de travail, les balises constituant des points fixes particulièrement bien repérés sur la carte. Ces points fixes servent de support à la réalisation de transects principaux le long desquels chaque changement de peuplement est noté et mesuré (fig. 2). Ces transects principaux ont servi, à leur tour, de lignes de repère pour des transects secondaires perpendiculaires aux premiers chaque fois qu'il était nécessaire d'obtenir plus de précision. L'ensemble constitue un réseau aux mailles suffisamment serrées de la zone, à l'échelle du 1/200'.

### Cartographie

Dans le cas où une balise serait arrachée, il serait par conséquent possible de la remplacer avec une marge d'erreur tout à fait acceptable.

Les balises ont été installées en des points bien précis et tout à fait caractéristiques, notamment quand il existe un changement d'orientation de la ligne frontalière. La surface relativement peu importante et les fonds peu profonds du secteur ont permis de réaliser une bonne localisation des balises, par mesure des distances à l'aide d'un pentadécamètre. L'erreur de positionnement a été estimée au maximum à plus ou moins 20 centimètres.

Chaque balise porte un numéro d'identification qui est inscrit plusieurs fois à la peinture sur le flotteur et sur le corps mort (sur les 4 faces latérales et sur la face supérieure).



**Fig. 2** : Carte de positionnement des balises et des transects principaux.

Tableau 1 : Distances en mètres et centimètres entre les balises et entre les balises et les points repères des pontons (P = Piquet d'amarrage en place, PA1, PA2, PB1, PB2, PC1, PC2 = Points repères fixes des trois pontons, B = Balises, D = Distances).

B	P-12	9,50	P-12	30-10	21-23	25-34
D	1-3	16,20	P-13	67,00	21-24	23,80
D	1-4	22,38	P-14	20,50	23-24	15,20
D	1-5	25,91	P-15	47,38	23-25	50,25
D	2-3	11,80	11-12	8,90	23-26	52,55
D	2-4	15,65	11-13	35,25	24-25	42,80
D	2-5	17,20	11-14	21,45	24-26	39,10
D	2-6	32,05	11-15	37,75	24-27	43,50
D	3-4	6,50	12-13	28,88	25-26	16,75
D	3-5	13,72	12-14	27,90	25-28	13,00
D	3-6	29,60	12-15	36,14	26-27	8,00
D	3-7	14,04	13-14	37,90	26-28	14,20
D	4-5	8,10	13-15	21,30	27-28	17,90
D	4-6	23,33	13-16	36,95	27-29	25,00
D	4-7	8,80	13-17	30,34	28-29	34,60
D	4-8	17,93	14-15	27,56	29-30	23,50
D	4-10	32,45	15-16	19,59	PA1-PA2	15,09
D	5-6	16,08	15-17	25,28	PA1-1	8,10
D	5-7	14,10	16-17	18,77	PA1-2	17,72
D	5-8	11,71	16-20	31,30	PA1-3	22,60
D	5-9	29,10	17-18	34,35	PA1-4	29,20
D	5-10	27,33	17-19	30,95	PA2-1	13,00
D	6-7	23,50	17-20	30,20	PA2-2	15,59
D	6-8	6,10	17-21	45,30	PB1-PB2	12,10
D	6-9	28,85	17-22	29,20	PB1-9	12,85
D	6-10	13,90	18-19	19,80	PB2-9	7,85
D	7-8	17,10	18-20	41,10	PB2-10	20,10
D	7-9	20,42	18-22	42,21	PB2-P	20,00
D	7-10	28,20	18-23	28,80	PC1-18	76,00
D	8-9	22,30	18-24	55,20	PC1-23	51,00
D	8-10	15,30	19-20	21,30	PC1-24	58,80
D	9-10	20,72	19-21	20,82	PC2-18	72,20
D	9-11	29,50	19-22	41,60	PC2-23	39,70
D	10-11	29,00	19-23	32,27	PC2-24	46,30
D	P-9	10,08	20-21	18,50	PC3-25	43,10
D	P-10	8,05	20-22	52,40	PC3-26	53,50
D	P-11	21,40	20-23	42,60	PC3-28	56,00



Fig. 3 : Vue aérienne du fond de la baie de Port-Cros (Photographie Image-Air, mission Port-Cros 1983, n° 394).





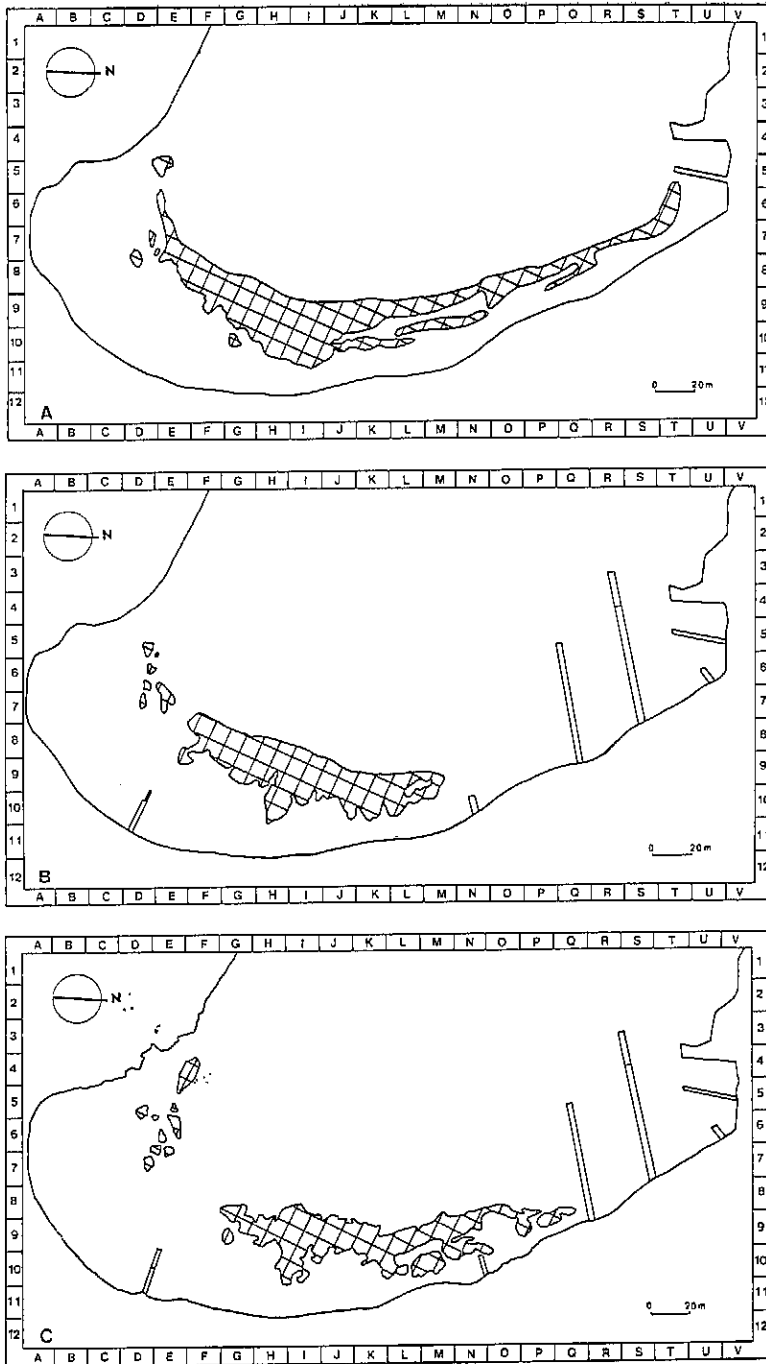


Fig. 5 : Le récif-barrière de posidonies au début du siècle (A), en 1969 (B), en 1986 (C). (D'après AUGIER et BOUDOURESQUE 1970, et BOUDOURESQUE *et al.*, 1975, pour A et B.)

de *P. oceanica* mortes, sur le point de mourir, ou à vitalité réduite. La progression du récif-barrière vers le large était de cette façon stoppée.

BOUDOURSQUE *et al.* (1975) ont pu reconstituer la carte de l'ancien récif grâce à l'examen de plusieurs documents photographiques datant du début du siècle et aux témoignages des habitants très anciennement installés sur l'île (fig. 5). Ces documents ont permis de mettre en évidence les modalités de sa régression qui a porté à la fois sur sa largeur et sur sa longueur. Dans sa partie est, le récif est plus éloigné du rivage qu'avant et beaucoup plus écharcé. La partie tournée vers le large, à l'ouest, a par ailleurs, été endommagée par l'explosion de grenades. Mais c'est dans sa longueur que la destruction du récif a été la plus spectaculaire. Au sud, il a été détruit perpendiculairement à la ligne de rivage lors du creusement d'un chenal d'accès à l'appontement du Manoir. Au nord, une surface importante de l'ancien récif a totalement disparu sur l'emplacement actuel du port; sa destruction a eu pour conséquence l'érosion du rivage jusqu'à la première ligne de palmiers. Cette partie du récif constituait, en effet, une protection naturelle du rivage par gros temps. Pour arrêter cette érosion des galets ont été apportés dans le port, mais ils ont été entraînés par les courants vers le sud. On a donc été obligé de construire un mur pour contenir les vagues et maintenir le remblayage.

Mais la régression du récif-barrière à *Posidonia oceanica* n'est pas entièrement imputable à son érosion consécutive à l'aménagement du port et au creusement d'un chenal d'accès aux pontons; d'autres causes, tout aussi pernicieuses sont également intervenues :

— Des tirs d'explosifs qui auraient endommagé une partie du front du récif, vers le large, en 1945.

— L'action des bateaux qui cherchent un abri en avant ou en arrière du récif; souvent surpris par la basse mer dans ces eaux peu profondes, ils tabourent et racent la matte avec leur quille et déterminent un lacis serré de sillons visibles sur les photos aériennes.

— La pollution générale de la baie par les rejets des bateaux et les activités portuaires (AUGIER *et al.*, 1985), mais également par trois rejets telluriques, l'un par un petit émissaire situé dans la zone nord de la baie et deux autres au fond de la baie, de part et d'autres du ponton du Manoir, ces deux derniers ayant été supprimés en 1982.

En résumé, du début du siècle à 1970, on observe la disparition d'environ 170 m de largeur de récif-barrière en direction nord-ouest, de M9 et T5 (fig. 5). De même, dans le fond de la baie, on note la disparition en E7 et E8 d'une vingtaine de mètres de récif-barrière, laissant des îlots résiduels.

La comparaison des cartes de 1970 et de 1986 (fig. 5) met en évidence la réapparition du récif-barrière sur 70 m environ de longueur en direction nord, de M9 à Q9. En 1970-75, ce secteur était colonisé par l'herbier de *Posidonia oceanica*. Avec le temps, il y a eu certainement une élévation de la matte de cet herbier vivant, ce qui a provoqué une nouvelle émergence des feuilles. Par contre, la régression du récif-barrière dans le secteur E7-E8 observé en 1975 demeure; cette zone est située en bordure du chenal d'accès au ponton du manoir. Peut-être

est-il possible d'incriminer le passage des embarcations comme cause de cette régression ; ce qui n'exclut pas toutefois l'influence d'autres altéragènes tels que la pollution. Ailleurs, il semble qu'il y ait *statu quo*. Enfin, la zone du pré-récif paraît encore plus dégarnie en îlots et touffes de *Posidonia oceanica* survivantes (fig. 4) comparativement à ce qu'il en était en 1969 (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1970).

## CONCLUSION

Depuis le début du siècle, le récif-barrière de la baie de Port-Cros a considérablement régressé et son extension vers le large a été progressivement entravée, puis stoppée, par le jeu complexe des aménagements portuaires, des activités maritimes et de la pollution. La création du Parc national de Port-Cros en 1963 n'a pas arrêté ces phénomènes régressifs, comme en témoignent les constats exécutés en 1970 et 1975.

La présente étude, réalisée en 1985-86, montre, par contre, que par rapport aux observations de 1970-75, la régression du récif-barrière paraît avoir cessé, au plan général. Cette phase évolutive est probablement en rapport avec les mesures d'interdiction d'accès des bateaux au fond de la baie et la suppression des rejets polluants dans la lagune, en arrière du récif-barrière.

On note même une extension du récif dans le secteur nord, due non pas à la régénération sur matre morte, mais à l'émergence de *Posidonia oceanica* présente en 1970. Ailleurs, il semble qu'il y ait *statu quo*.

Toutefois, la dynamique évolutive du récif-barrière vers le large reste bloquée. La suppression du rejet des eaux usées du village dans la baie apporterait probablement une nouvelle amélioration aux conditions environnementales du récif et du pré-récif susceptibles de débloquent les mécanismes naturels de régénération. Des études de faisabilité sont actuellement en cours pour la construction d'une station d'épuration.

Le système de surveillance mis en place va ainsi permettre de suivre avec précision et fiabilité l'évolution et la micro-évolution du récif-barrière. Un tel suivi nécessite évidemment la réalisation d'autres « clichés » cartographiques qui seront rendus plus faciles par la présence permanente des balises mises en place et des données numériques de repérage complémentaires.

## REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier ici mademoiselle Hélène ATYA pour son assistance technique ainsi que le Parc national de Port-Cros pour les moyens qu'il a mis à notre disposition.

- AUGIER H., 1982. — La cartographie biocénoïque répétitive à grande échelle et à repérage métrique pour l'étude fine de l'évolution des peuplements marins benthiques. Application dans l'île de Porquerolles (Méditerranée, France). *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 8 : 12-22.
- AUGIER H., BOUDOURSQUE C.F., 1970. — Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). VI. - Le récif-barrière de Posidonies. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, Fr., 30 : 221-228.
- AUGIER H., NIERI M., 1987. — Etude des modalités de régénération de l'herbier de posidonies après destruction par un engin explosif, en baie de Port-Man (Parc national de Port-Cros, Méditerranée, France). *Posidonia Newsletter*, Fr. (sous presse).
- AUGIER H., RAMADE A., SANTIMONE M., 1985. — Etude de la perturbation des qualités physico-chimiques et biologiques des eaux et des populations phyto-planctoniques en baie de Port-Cros, pendant la période de surfréquentation estivale. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 10 : 41-50.
- BOUDOURSQUE C.F., AUGIER H., BELSHER T., COPPEJANS E., PERET M., 1975. — Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). X. - La régression du récif-barrière de posidonies. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 1 : 41-46.
- BOUDOURSQUE C.F., GIRAUD G., PANAYOTIDIS P., 1980. — Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). XIX. - Mise en place d'un transect permanent. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 6 : 207-221.
- CRISTIANI G., 1980. — Biomasse et répartition de l'herbier de *Posidonia oceanica* Delile de la Côte Bleue (B.-du-Rh., France) et pollution marine par les métaux lourds. *Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Aix-Marseille III*, Fr. : 1-150.
- HARMELIN J.G., 1976. — L'herbier de posidonies de Port-Cros régresse-t-il ? Mise en place de jalons témoins à sa limite. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 2 : 189-190.
- MEINSSZ A., 1977. — Balisage de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* en rade de Villefranche (Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Proc. verb. Comm. intern. Explor. sci. Médit.*, Monaco, 24 (6) : 143-144.
- MOLINIER R., PERES J.M., 1957. — Commission internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée. Colloque tenu par le comité du Benthos (sixième 10-11 Juin 1957). Compte rendu de séance. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, Marseille*, Fr., 22 : 13.
- MOLINIER R., PICARD J., 1952. — Recherches sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. océanogr.*, Fr., 27 (3) : 157-234.

Accepté le 4 novembre 1988