

ANNALES
DE
L'INSTITUT
OCÉANOGRAPHIQUE

NOUVELLE SÉRIE

EXTRAIT

CARTOGRAPHIE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES MARINS
DE CORSE : I. LA FORMATION RÉCIFALE
A *POSIDONIA OCEANICA* DE SAINT-FLORENT

PAR

C.F. BOUDOURESQUE, A. MEINESZ et J.R. LEFEVRE

Tome 61 — 1985 — Fascicule 1

MASSON, ÉDITEUR
Paris New York Barcelone Milan

CARTOGRAPHIE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES MARINS DE CORSE : I. LA FORMATION RÉCIFALE A *POSIDONIA OCEANICA* DE SAINT-FLORENT

PAR

C.F. BOUDOURESQUE *, A. MEINESZ ** et J.R. LEFEVRE *

MOTS-CLÉS : Cartographie.
Herbier à *Posidonia oceanica*.
Formations récifales.
Méditerranée.
France.

KEY-WORDS : Mapping.
Posidonia oceanica beds.
Reef formations.
Mediterranean.
France.

Résumé

Les peuplements benthiques (en particulier l'herbier à *P. oceanica*, et la prairie à *Cymodocea nodosa* sur sable ou sur matte morte) du fond du Golfe de Saint-Florent (Méditerranée occidentale, France) ont été cartographiés au 1/2 000° et au 1/3 000°. La méthode des transects (cordes graduées tendues sur le fond entre des repères parfaitement localisés) explorés en plongée a été associée à l'interprétation de photographies aériennes. Un nouveau type de récif à *P. oceanica* est décrit.

Abstract

Mapping the marine benthic communities in Corsica. I. The *Posidonia oceanica* reef of Saint-Florent.

Benthic communities (mainly : *P. oceanica* meadow, *Cymodocea nodosa* meadow on sand or dead *Posidonia* « mat » of Saint-Florent Gulf (Western Mediterranean, France) were mapped at 1/2 000° and 1/3 000°, using *in situ* transects (graduated lines between precisely located marks), diving techniques and aerial photographs. A new type of *P. oceanica* reef is described.

INTRODUCTION

La Posidonie (*Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile) constitue d'immenses herbiers dans toute la Méditerranée. L'importance de ces herbiers est considérable : on la compare souvent à celle de la forêt dans le

domaine terrestre; les herbiers servent de frayère pour les poissons, dégagent de l'oxygène, produisent une biomasse qui sert de base à de multiples chaînes alimentaires, fixent les fonds et les sédiments, amortis-

* Laboratoire d'Ecologie du Benthos et de Biologie Végétale Marine, Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille Cedex 9, France.

** Laboratoire de Biologie et d'Ecologie marines, Université de Nice, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex, France.

sent les houles et donc protègent les rivages et les plages (MOLINIER et PICARD, 1952; BLANC, 1958; BLANC et JEUDY DE GRISSAC, 1978; BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982; JEUDY DE GRISSAC, 1975). Les sédiments piégés par les feuilles tombent sur le fond; *P. oceanica* réagit à l'ensevelissement par une croissance verticale des rhizomes; on nomme « matte » l'ensemble constitué par le lacis des rhizomes et par le sédiment biogène et terrigène qui colmate les interstices. L'herbier s'élève donc lentement vers la surface : environ 1 m par siècle (MOLINIER et PICARD, 1952), peut-être plus localement. En mode battu, les vagues et les houles le démantèlent dès qu'il approche trop de la surface. Dans certaines baies bien abritées, en revanche, l'herbier peut approcher la surface de quelques centimètres ou quelques dizaines de centimètres; les feuilles s'étalent à la surface de l'eau ou la dépassent et constituent une barrière dense, compacte, contre laquelle se brisent les vagues : lorsque les *P. oceanica* émergentes sont situées en contact avec la côte, on parle de « récif-frangeant » de Posidonies (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982).

Lentement, le récif-frangeant va progresser vers le large : en arrière, entre lui et la côte, se forme un « lagon » peu profond et plus ou moins envasé; le récif devient alors un « récif-barrière » de Posidonies (MOLINIER et PICARD, 1951). Son mode de formation, son fonctionnement, sa progression vers le large, ont été comparés à ce que l'on observe pour certains récifs coralliens des mers chaudes (MOLINIER et PICARD, 1952). Le long des côtes d'Algérie et d'Égypte, les récifs-barrières peuvent s'installer à l'abri de barres rocheuses (MOLINIER et PICARD, 1953; ALEEM, 1955).

Il y a quelques milliers d'années, des récifs-barrières à *P. oceanica* ont dû exister dans un grand nombre de baies abritées du Nord de la Méditerranée; mais celles-ci ont également intéressé les hommes... Les récifs-barrières ont donc payé un lourd tribut à l'aménagement des ports, depuis les temps les plus anciens; nous ne saurons sans doute jamais s'il en a existé (ce qui est probable) dans le Lacydon (vieux-port de Marseille), à Port-Vendres, Gênes, ou Calvi. BOURCIER *et al.* (1979) émettent l'hypothèse que des récifs-barrières ont existé autrefois dans les baies de La Seyne et du Lazaret (Rade de Toulon). Le récif-barrière le plus récemment disparu (PERES et PICARD, 1963) est celui de Bandol (étudié par MOLINIER et PICARD, 1952 et par LEDOYER, 1962) : il se trouvait sous l'emplacement actuel du terre-plein du Casino. Dans la rade de Toulon, le récif-barrière des

Vignettes a été récemment partiellement détruit (ASTIER, 1975).

Quelle est la situation actuelle ? Sur les côtes françaises de la Méditerranée, les quatre récifs-barrières qui subsistent, si l'on s'en tient aux données de la littérature, sont ceux de :

— Baie de Port-Cros (Var).

— Baie du Brusuc (Var).

— Sainte-Marguerite (Iles de Lérins, Alpes-Maritimes).

— Saint-Florent (Haute Corse).

Il convient d'y ajouter quelques petits récifs-barrières, brièvement mentionnés sans description précise :

— Avant-port de Centuri (Haute-Corse) : MOLINIER (1960).

— Marina di Malfaco (Agriates, Haute-Corse); très dégradé (CASTA, 1981).

En dehors des côtes françaises, quelques récifs-barrières ont également été signalés :

— Portofino (Italie) : ISSEL (1918).

— Au Sud de Port-Bou (Espagne) : MOLINIER et PICARD (1956).

— Anse de Kouali (près de Tipaza, Algérie) : MOLINIER et PICARD (1953), LE GALL (1969).

— Petits récifs entre Bou-Ismaïl (anciennement : Castiglione) et Sidi-Ferruch (Algérie) : MOLINIER et PICARD, 1953.

— La Marsa (Golfe de Tunis, Tunisie) : BEN ALAYA (1969).

— Sidi-el-Reiss (Golfe de Tunis, Tunisie) : MOLINIER et PICARD, 1954 b.

— Abu-Qir (à l'Est d'Alexandrie, Égypte) : ALEEM (1955).

1. Le récif-barrière de la baie de Port-Cros

C'est le plus anciennement décrit; c'est à Port-Cros, en effet, que MOLINIER et PICARD (1952) ont découvert le fonctionnement de l'herbier et le mode de formation des récifs-barrières.

Situé dans un Parc National depuis 1963, ce récif-barrière pourrait être considéré comme protégé; en fait, il a été montré, en fonction de documents photographiques anciens, puis d'observations effectuées depuis 1952, que ce récif n'a cessé de se dégrader (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1970; BOUDOURESQUE *et al.*, 1975, 1980) : la pollution de la baie, mais surtout peut-être sa

sur-fréquentation par les plaisanciers, en sont responsables; plus de 200 bateaux ont été dénombrés dans la baie en une seule journée d'Août; outre la pollution engendrée par ce véritable village flottant, de nombreux plaisanciers surestiment la profondeur et viennent s'échouer sur le récif-barrière; d'autres y sont poussés par le vent à la suite d'une erreur de manœuvre ou en raison d'un mauvais mouillage : pour se dégager, ils contribuent à détruire ou à éroder le récif (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1970). Depuis 1981, une ligne de bouées protège la baignade dans le fond de la baie de Port-Cros, et par la même occasion le récif-barrière contre l'érosion par les bateaux de plaisance.

En fin de compte, il n'est pas sûr qu'il ne soit pas trop tard; ce qui reste du récif-barrière de Port-Cros est peut-être, malheureusement, condamné (BOUDOURESQUE *et al.*, 1975) : sa situation dans une petite baie occupée également par un port et consacrée en grande partie au mouillage rend peut-être vaines toutes les tentatives de protection.

2. Le récif-barrière du Brusco

Le récif-barrière du Brusco est lui aussi situé dans un secteur très touristique et fortement urbanisé; périodiquement, des projets d'aménagement du secteur (dragage ou comblement de la lagune, construction de marinas, etc.) sont mis en avant, heureusement sans succès pour le moment.

Le récif-barrière de Posidonies du Brusco a été étudié par MOLINIER et PICARD (1952), MOLINIER et ZEVACO (1962) et VICENTE (1965). Sa forme, de même que la

configuration de la côte font toutefois qu'il n'est pas aussi « pur » que le récif-barrière de *P. oceanica* de Port-Cros.

3. Le récif-barrière de Sainte-Marguerite (Iles de Lérins)

Situé au Nord-Ouest de l'île Saint-Marguerite (MOLINIER et PICARD, 1954 a), ce petit récif n'a pas fait l'objet d'études détaillées; il est actuellement menacé par des projets de dragage nécessités par de trop fortes accumulations de matières organiques dans la lagune qui le sépare de la plage.

4. Les récifs de Saint-Florent

La présence de récifs-barrières dans le fond du Golfe de Saint-Florent a été mentionnée pour la première fois par MOLINIER (1956). MOLINIER (1960) en donne une brève description, accompagnée de deux coupes, dans un travail où il s'attache surtout à décrire la flore accompagnatrice de *P. oceanica*. Ces récifs ont été par la suite localisés très approximativement sur une carte (MOLINIER, 1962).

Le but de cette étude est de décrire et de cartographier avec précision le principal récif à *P. oceanica* du fond du Golfe de Saint-Florent, celui qui est situé devant le Centre Nautique; le petit récif situé à son voisinage, appuyé contre les roches de La Roya, a également été cartographié.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le site étudié se trouve dans le fond du Golfe de Saint-Florent, au Nord-Ouest de la Corse (fig. 1), entre l'épi du Centre Nautique et les roches de La Roya.

Deux techniques complémentaires ont été utilisées pour cartographier le site : la photographie aérienne et la plongée sous-marine (MEINESZ *et al.*, 1981).

Nous avons effectué une couverture photographique aérienne à basse altitude, avec un avion équipé d'une trappe ventrale pour la prise de vue verticale. Une trentaine de photographies ont été ainsi réalisées avec un boîtier 24 × 36 et un objectif de 55 mm équipé d'un filtre polarisant. Une émulsion Kodacolor 100 ASA a été

Ann. Inst. océanogr., 1985, t. 61, fasc. 1.

utilisée. L'heure de survol a été choisie de façon à minimiser les phénomènes de réflexion de la lumière, conformément aux recommandations de LEFÈVRE *et al.* (1984).

Le fond de carte du site a été établi grâce à de nombreuses mesures effectuées sur le terrain, avec des pentadécamètres et un cercle hydrographique.

Pour les levés cartographiques des principaux peuplements sous-marins, nous avons mis en place des repères immergés, parfaitement localisés sur la carte. A partir de ces repères, nous avons tendu 2 filins plombés et gradués tous les 5 m, mesurant 420 m de longueur et tendus de la côte vers le large. Ces deux

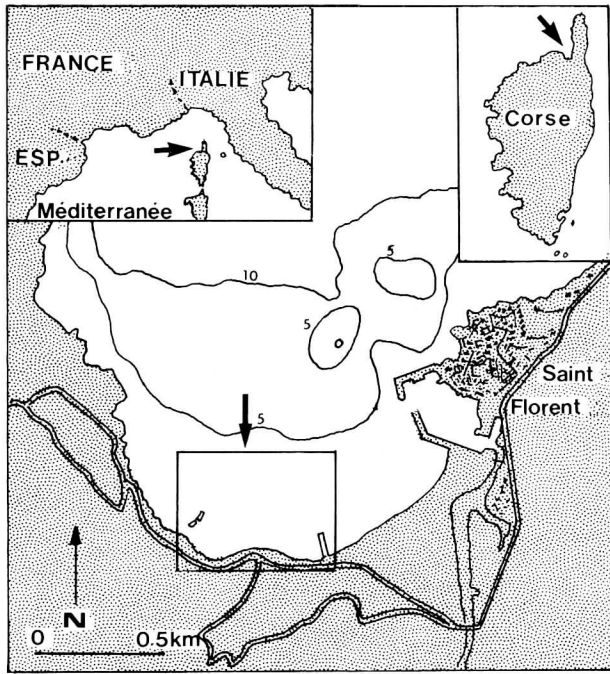


FIG. 1. — Présentation générale du site étudié.
 FIG. 1. — Location map of the study site.

FIG. 2. — Carte au 1/2 000^e des peuplements marins de la partie Est (= zone encadrée de la figure 4) de la formation récifale à P. oceanica du Centre Nautique, au fond du Golfe de Saint-Florent.

FIG. 2. — Map (2000:1) of benthic assemblages of the eastern part (see fig. 4, inset area) of the Centre Nautique P. oceanica reef area of Saint-Florent Gulf.

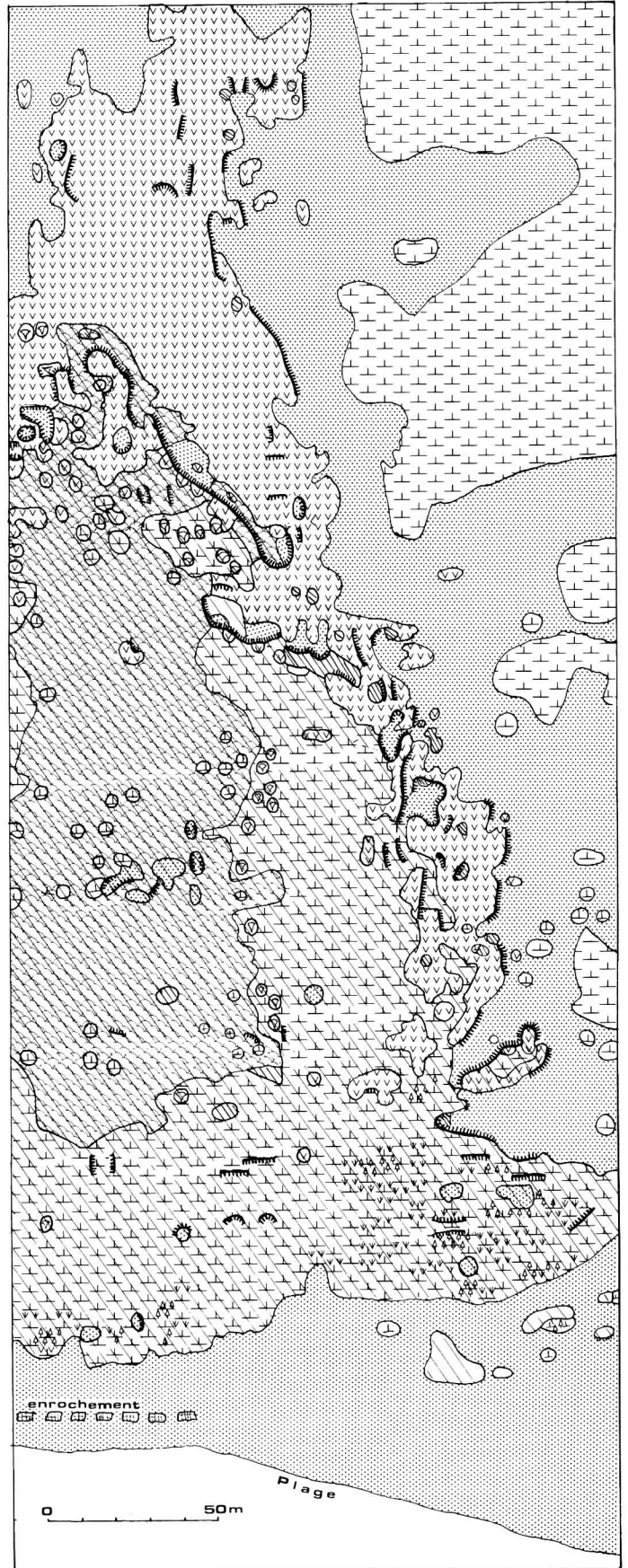
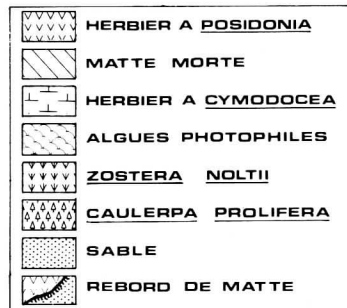
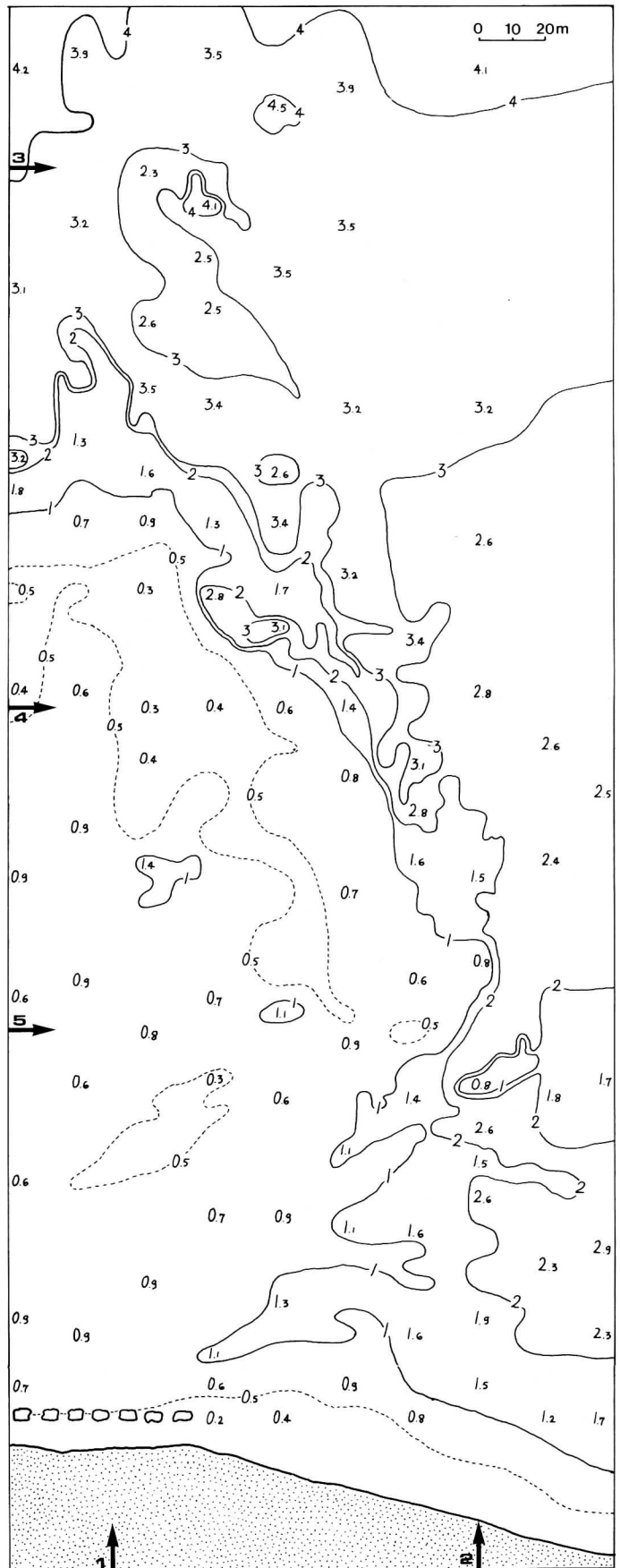


FIG. 3. — Carte bathymétrique au 1/2 000^e de la partie Est (= zone encadrée de la figure 4) de la formation récifale à *P. oceanica* du Centre Nautique; cette carte correspond à la figure 2. Les sondes sont exprimées en mètres. Les flèches indiquent les plans de coupe des transects 1 à 5 (fig. 5).

FIG. 3. — Bathymetrical map (2000:1) of the eastern part (see fig. 4, inset area) of the Centre Nautique *P. oceanica* reef area. Depth in meters; arrows show transect lines 1 to 5 (fig. 5).



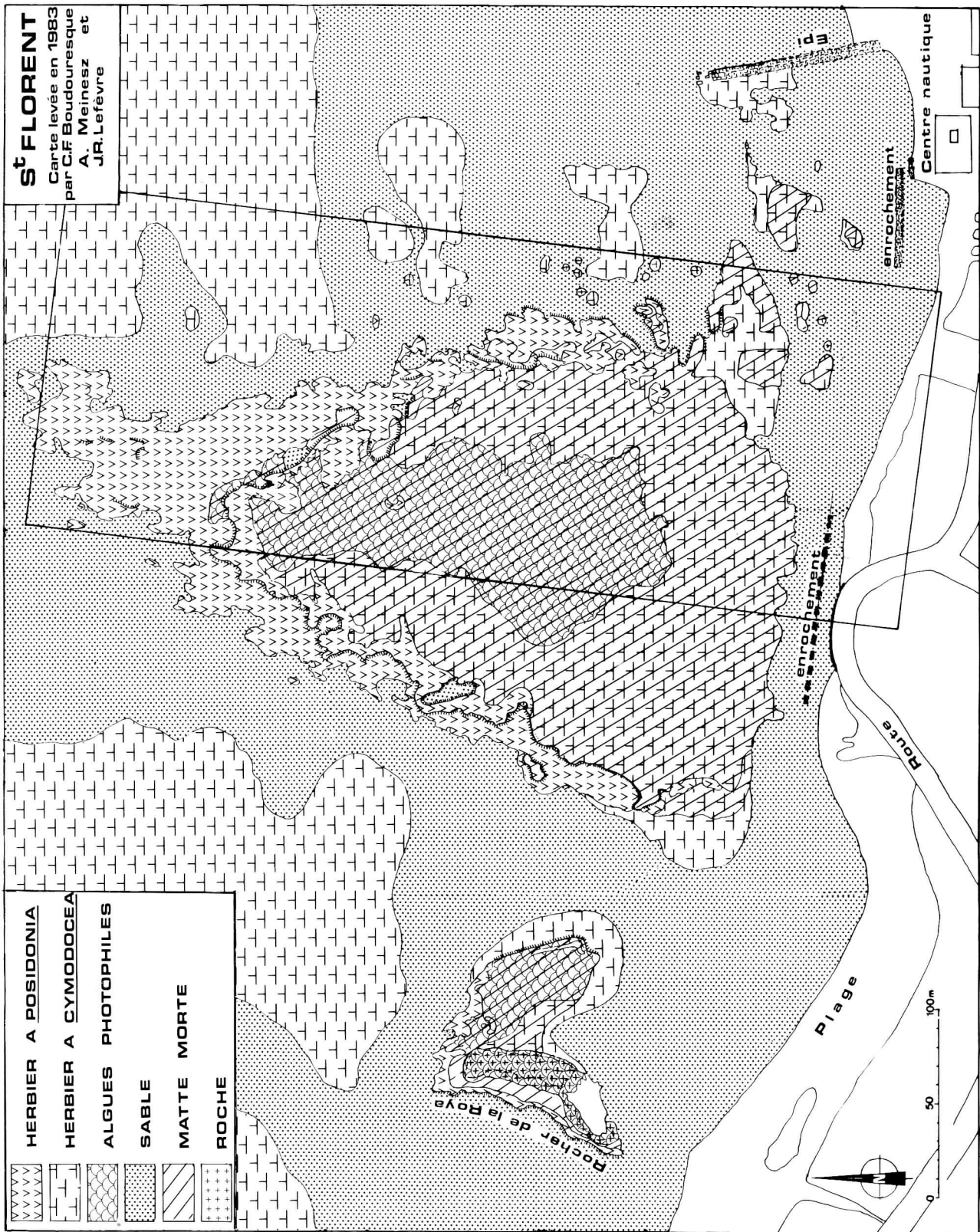


FIG. 4. — Carte au 1/3 000^e des peuplements marins du fond du Golfe de Saint-Florent. La zone encadrée est détaillée fig. 2.
FIG. 4. — Map (3000:1) of benthic assemblages of Saint-Florent gulf. The inset area is detailed on fig. 2.

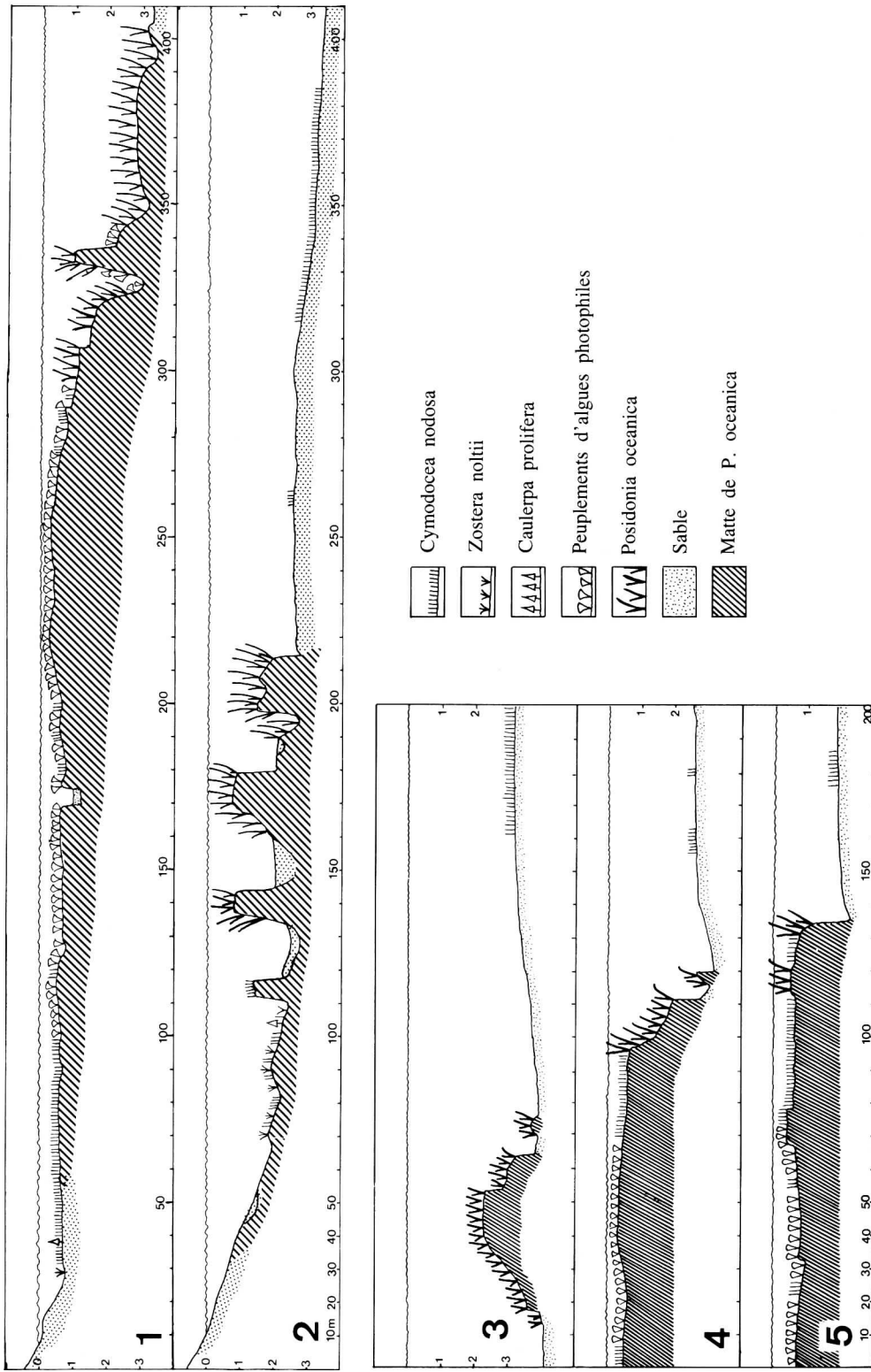


FIG. 5. — Transects à travers la formation récifale du Centre Nautique de Saint-Florent. L'échelle des profondeurs est plus grande que celle des distances. L'emplacement des transects est porté sur la figure 3. Profondeurs et distances sont en mètres.

FIG. 5. — Cross sections of the Centre Nautique reef formation along transects 1 to 5. Scale of depth is magnified. See fig. 3 for transect localization. Depth and distance are in meters.

filins sont parallèles et espacés de 20 m. Deux plongeurs se déplacent le long de chacun de ces filins et tendent, entre les deux filins et perpendiculairement à ceux-ci, de 10 en 10 m, un ruban métallique gradué. Les peuplements benthiques situés entre les deux filins peuvent être ainsi identifiés et localisés avec précision par un troisième plongeur. La précision de ces relevés peut être estimée à ± 2 m. Lorsqu'une bande de 420 m de longueur sur 20 m de large a été ainsi relevée, on déplace l'un des deux filins pour délimiter une nouvelle bande de 20 m de large. 9 bandes ont été ainsi levées, ce qui représente un rectangle de 420 m \times 180 m, soit 7,6 hectares. Cette méthode, qui permet une localisation exhaustive de toutes les structures situées entre deux transects consécutifs, est dérivée de la méthode des transects isolés utilisées par MEINESZ et SIMONIAN (1983).

La profondeur a été relevée par lecture directe sur un ruban gradué en cm, tendu de la surface vers le fond. Afin de tenir compte des variations du niveau de l'eau (marées luni-solaires et atmosphériques), nous avons relevé le niveau de l'eau par rapport à un repère fixe situé sur la côte (jetée située devant le Centre Nautique), avant chaque série de mesures. L'altitude de ce repère par rapport au zéro biologique local (= limite entre les étages médiolittoral et infralittoral, tels qu'ils sont définis par PERES et PICARD, 1964) a été mesurée. Les mesures bathymétriques ont pu ainsi être exprimées par rapport à un niveau unique, le zéro biologique dans le fond du Golfe de Saint-Florent. Les mesures bathymétriques ont été effectuées tous les 5 m sur les filins tendus

de la côte vers le large; 800 relevés bathymétriques ont ainsi été réalisés le long de 10 transects.

Les photos aériennes et les levés de terrain ont été effectués en juillet 1983. L'ensemble des données ainsi recueillies nous a permis de dresser deux cartes.

La première carte, levée au 1/1 000^e (420 m \times 180 m, soit 7,6 ha), représente la partie Est du principal récif de Posidonies du site (récif du Centre Nautique). Elle a été cartographiée avec précision, en plongée sous-marine, grâce au quadrillage par filins décrit ci-dessus. Nous présentons ici cette carte réduite au 1/2 000^e (fig. 2).

La deuxième carte, levée également au 1/1 000^e, représente l'ensemble du site, soit un rectangle de 625 m de long sur 510 m de large (32 ha) comprenant le récif du Centre Nautique ainsi que le récif accolé aux roches de la Roya (récif de La Roya). Cette carte a été dressée par photo-interprétation; l'identification des structures apparaissant sur les photos a été rendue possible par comparaison avec la première carte (vérité-terrain) et par des plongées sous-marines complémentaires. Nous présentons ici une réduction de cette carte au 1/3 000^e (fig. 4).

Les symboles utilisés pour représenter les peuplements ont été choisis parmi les symboles normalisés pour l'ensemble de la Méditerranée (MEINESZ *et al.* 1983).

Nous présentons également (fig. 3) la carte bathymétrique correspondant à la figure 2, dressée au 1/1 000^e et réduite au 1/2 000^e, ainsi que cinq transects (fig. 5).

RÉSULTATS

1. Peuplements reconnus

1. L'herbier à *Posidonia oceanica*. Il s'agit toujours d'un herbier sur mat, dense, à rhizomes orthotropes (sauf sur les marges). De nombreux tombants limitent ou entaillent l'herbier; leur hauteur varie de quelques dizaines de centimètres à 2 m.

2. Les mattes mortes de *P. oceanica* sans épiflore macroscopique.

3. L'herbier à *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Phanérogame marine) sur sable.

4. L'herbier à *Cymodocea nodosa* sur mat morte de Posidonies. Localement, la Phanérogame *Zostera noltii* Hornemann et l'algue verte (Bryopsodophyceae) *Caulerpa prolifera* (Forskaal) Lamouroux se mélangent à la *Cymodocea nodosa*, qu'elles peuvent même remplacer.

5. Les peuplements d'algues photophiles sur mat morte de *P. oceanica*. L'espèce la plus fréquente est

l'algue brune (Phaeophyceae) *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy; elle est surtout accompagnée de *Dictyota* et de *Dilophus* (Phaeophyceae). Nous avons pu remarquer la présence fréquente d'un gazon blanc verdâtre constitué par le stade *Espera* d'une algue verte Bryopsidophyceae, rarissime en Méditerranée, *Penicillus capitatus* Lamarck. Cette dernière espèce n'est connue en Méditerranée que de quelques stations (MEINESZ, 1980) :

- Rade de Villefranche (Alpes-Maritimes),
- Golfe-Juan (Alpes-Maritimes),
- Porto-Vecchio (Corse),
- Sant'Amanza (Corse),
- Secco della Meloria (Livorno, Italie),

et plus récemment :

- Ile d'Elbe (Italie) (CINELLI et SALGHETTI-DRIOLI, 1983),
- El Dabaa (Egypte) (BOUDOURESQUE *et al.* 1983).

6. Les peuplements d'algues sur roche sont limités à quelques dizaines de m², autour de l'îlot de La Roya.

7. Les fonds de sable sont très étendus; le sable est fin, vaseux près de la côte.

2. Morphologie des récifs

Deux récifs distincts sont présents sur le site (fig. 4). Un récif de petite taille (récif de La Roya) est situé à l'Est de l'îlot de La Roya, sur lequel il s'appuie.

La formation récifale principale (récif du Centre Nautique) a la forme d'un vaste triangle dont la base (300 m) s'appuie sur la côte et dont la pointe est située à 430 m du rivage (fig. 2 à 5). Cette formation repose sur des fonds de sable fin (alluvions provenant en partie du fleuve côtier l'Aliso) situés entre 0 et 5 m de profondeur. Au contact avec la formation récifale, les fonds de sable s'approfondissent légèrement (quelques dizaines de cm) : cette dépression périphérique entourant la formation récifale (fig. 3 et 5) est vraisemblablement due aux turbulences hydrodynamiques induites par l'obstacle que constitue le récif.

Les *P. oceanica* vivantes forment une frange de largeur variable (5 à 30 m) sur les deux côtés latéraux du triangle (1,7 ha). Cette zone est topographiquement très irrégulière : un ou plusieurs tombants successifs, parallèles aux côtés du triangle, font passer rapidement, en quelques mètres, du voisinage de la surface au niveau

des fonds sableux environnants. En outre, des ravins entaillent les bords de la formation. Les Posidonies vivantes peuvent se situer à la base comme au sommet des tombants. Au sommet des tombants, la longueur des feuilles de Posidonies peut être supérieure à la profondeur : celles-ci s'étalent alors à la surface de l'eau, surtout à basse mer; ces posidonies émergentes ne constituent pas un ensemble continu, mais plutôt toute une série de taches.

La partie centrale de la formation récifale du Centre Nautique est formée par un vaste plateau (4,7 ha) de mattes mortes de Posidonies situé entre 0,3 et 1 m de profondeur. Dans sa partie centrale, ce plateau est légèrement affaissé et peuplé surtout d'algues photophiles; sur ses bords, en revanche, ce plateau est occupé par la pelouse à *Cymodocea nodosa*. Un chenal (profond de 0,9 à 1,9 m) sépare ce plateau de la plage.

Des taches témoin de *P. oceanica* vivantes subsistent çà et là sur le plateau. Sur la bordure Nord-Est du plateau, ces taches constituent des bandes allongées, bien individualisées, plus ou moins incurvées et parallèles entre elles; par analogie avec l'aspect de la brousse tigrée de l'Afrique sahélienne, nous proposons de désigner ce type d'herbier sous le nom d'« herbier tigré »; un tel type d'herbier se rencontre rarement en Méditerranée nord-occidentale, et caractérise plutôt les secteurs les plus chauds de la méditerranée, en particulier le Golfe de Gabès (BLANPIED *et al.*, 1979).

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

1. Le problème de la photo-interprétation

La cartographie à grande échelle d'un site aussi complexe que le site étudié aurait été impossible par la seule photo-interprétation. Seule, la vérité-terrain a permis de mesurer l'ampleur des variations de teinte de certains peuplements, ou de séparer des peuplements donnant des images très proches, sinon identiques. C'est ainsi, par exemple, que certaines *P. oceanica* émergentes, lorsqu'elles sont fortement couvertes d'épiphytes, apparaissent en brun clair sur les photos, comme les mattes mortes couvertes d'algues photophiles; les herbiers denses de *Cymodocea nodosa* sur sable ou matte morte peuvent apparaître de la même

couleur (vert foncé) que l'herbier à *P. oceanica*; enfin, la différence entre *Cymodocea nodosa* peu denses sur matte morte et algues photophiles sur matte morte, à profondeur égale, est très légère et n'aurait pu être prise en compte sans le repérage de terrain.

2. Dynamique de la formation récifale du Centre Nautique

Nous ne savons pas si la formation récifale du Centre Nautique s'est appuyée, à l'origine, sur une barre rocheuse qui serait aujourd'hui entièrement immergée sous les mattes de Posidonies. Elle a bénéficié d'un

apport sédimentaire important, provenant en partie de l'Aliso, et de courants alternatifs de directions opposées (MOLINIER, 1960). Compte tenu de la lenteur de la croissance des rhizomes de *P. oceanica*, aussi bien des rhizomes orthotropes (verticaux) que des rhizomes plagiotropes (horizontaux) (CAYE, 1980; PERGENT *et al.*, 1982; MOSSE, 1983; BOUDOURESQUE *et al.*, 1984), une formation récifale de cette étendue n'a pu s'édifier que sur une période très longue : plusieurs siècles au minimum, et plus probablement plusieurs millénaires.

Il est clair que la formation récifale du Centre Nautique s'est édifiée grâce à la juxtaposition de deux zones actives (deux des côtés du triangle) et qu'elle a ainsi lentement progressé vers le large. En arrière des fronts d'émergence, dans des eaux très peu profondes, circulant mal entre les frondaisons denses des Posidonies, les écarts thermiques ou de salinité dépassent les limites de tolérance des *P. oceanica* : celles-ci meurent; ainsi s'est édifié, et progressivement agrandi, le vaste plateau de mattes mortes, de forme triangulaire, de la formation récifale. Le fait que la partie centrale de ce plateau soit un peu plus profonde que ses marges s'explique soit par un tassement de la matrice (après décomposition des rhizomes) plus avancé (la mort des Posidonies y est plus ancienne), soit par l'absence des *Cymodocea nodosa* fixatrices de sédiment.

L'irrégularité des marges de la formation récifale (intermattes, tombants de matrice) s'explique en partie par la succession de phases d'édification et de phases d'érosion naturelle; une telle succession est normale dans un herbier à *Posidonia oceanica* (BLANC, 1958; BOUDOURESQUE *et al.*, 1980; BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982). Le bilan édification-érosion a certainement été positif pendant de très longues périodes, puis que la formation existe.

3. Une formation originale

La formation construite par les Posidonies dans le Fond du Golfe de Saint-Florent (récif du Centre Nautique) n'est pas comparable aux récifs à *P. oceanica* décrits jusqu'ici en Méditerranée : ceux-ci sont en effet du type « récif-frangeant » ou « récif-barrière »; ces récifs-barrières, qui barrent une baie, constituent la partie émergente d'un vaste herbier qui se prolonge vers le large. Par comparaison, la formation récifale principale de Saint-Florent comporte un vaste platier faisant avancée dans la mer, elle ne barre pas une baie, et

n'isole pas un véritable lagon. En outre, cette formation ne se prolonge pas, vers le large, par un herbier de fond, mais transgresse sur des fonds de sable. Il s'agit donc d'une formation récifale d'un type original pour les Posidonies. Par analogie avec les bioconstructions récifales coralliennes, dont la terminologie a été précisée par BATTISTINI *et al.* (1975), nous proposons, pour ce type de formation, le terme de « plateau récifal » à *P. oceanica*.

Il est probable que des formations semblables existent ailleurs en Méditerranée, mais l'exploration encore incomplète de ses fonds ne permet pas de l'affirmer avec certitude. Mentionnons en particulier, dans la région de Porto Conte (Nord-Ouest d'Alghero, Sardaigne), des îlots de *P. oceanica* émergentes, disséminés plus ou moins densément jusqu'à 150 ou 200 m de rivage, et qui, selon MOLINIER (1955), ne sont pas assimilables à un récif-barrière.

4. Impact des activités humaines

La formation récifale du Centre Nautique présente de nombreuses traces d'érosion dues à l'activité humaine. De nombreux plaisanciers, qui entrent ou qui sortent du port de Saint-Florent, sont surpris par ces petits fonds éloignés de la côte (0,3 m de profondeur, par exemple, en un point situé à 250 m de la plage), non signalés sur place, et s'y échouent. Pendant notre travail de cartographie, nous avons pu mesurer l'importance de la circulation au-dessus de la formation récifale. Il est certain que ces échouages ne concernent pas seulement la période actuelle, et que de grosses unités en ont été victimes dans le passé. Quelques-uns des profonds sillons qui entaillent les marges de la formation récifale paraissent bien être liés à l'échouage de grosses unités, et à leurs manœuvres de dégagement. Quant à la partie centrale du plateau de matrice morte, elle est rayée en tous sens par des sillons correspondant aux hélices ou aux quilles de bateaux de plus petites dimensions. L'édification se poursuit-elle de nos jours ? Certainement; il ne nous est toutefois pas possible de dire si le bilan global édification-érosion est encore, ou non, positif.

La flore benthique de la formation récifale de Saint-Florent ne traduit pas de pollution ou de déséquilibres majeurs. L'herbier à *Posidonia oceanica* est dense, les peuplements observés font partie du cycle normal d'une formation récifale, les espèces thionitrophiles ne constituent pas de peuplements significatifs.

5. Propositions pour une protection

La formation récifale à *P. oceanica* du Golfe de Saint-Florent constitue un type de paysage sous-marin non encore décrit, à ce jour, en Méditerranée. Par son originalité, ses dimensions, et la clarté de sa structure, cette formation récifale constitue certainement une zone naturelle de grand intérêt, un « monument naturel » dont la protection s'impose.

Par ailleurs, son bon état de conservation permet de penser que, contrairement à d'autres sites où les mesures

de sauvegarde interviennent trop tard pour modifier un processus déjà irréversible, ces mesures seraient ici efficaces.

Remerciements. — Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une convention avec la Délégation Régionale à l'Architecture et l'Environnement de Corse (18, Bd Casanova, 20000, Ajaccio, Corse; Délégué régional : M. Dominique PAOLI). Nous tenons à remercier René PIERSON pour son assistance technique sur le terrain, Marc VERLAQUE pour les renseignements qu'il nous a aimablement communiqués ainsi que M. et M^{me} SAMONI pour les facilités d'hébergement qui nous ont été accordées sur place.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEEM A.A., 1955. — Structure and evolution of the sea grass communities *Posidonia* and *Cymodocea* in the southeastern Mediterranean. *Essays in the natural sciences in honor of Captain Allan Hancock*. Univ. Calif. Press, U.S.A. : 279-298.
- ASTIER J.M., 1975. — Protection de la mer. Cartographie des fonds marins de la région de Toulon par le groupe « Ecomair ». *Ann. Soc. Sci. nat. Archéol. Toulon Var*, Fr., **27** : 120-132.
- AUGIER H., BOUDOURESQUE 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, 1 pl. h.t.
- BATTISTINI R., BOURROUILH F., CHEVALIER J.P., COUDRAY J., DENIZOT M., FAURE G., FISHER J.C., GUILCHER A., HARMELIN-VIVIEN M., JAUBERT J., LABOREL J., MONTAGGIONI L., MASSE J.P., MAUGE L.A., PEYROT-CLAUSADE M., PICHON M., PLANTE R., PLAZIAT J.C., PLESSIS Y.B., RICHARD G., SALVAT B., THOMASSIN B.A., VASSEUR P., WEYDERT P., 1975. — Eléments de terminologie récifale indopacifique. *Téthys*, Fr., **7** (1) : 1-111.
- BEN ALAYA H., 1969. — Mise en place des herbiers à Phanérogames marines et des peuplements algaux dans le Golfe de Tunis. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô*, Tun., **1** (3) : 113-122.
- BLANC J.J., 1958. — *Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale*. Thèse Doct. Etat, Fac. Sci. Univ. Paris : 1-140.
- BLANC J.J., JEUDY DE GRISSAC A., 1978. — *Recherches de géologie sédimentaire sur les herbiers à Posidonies du littoral de la Provence*. Centre nation. Explor. Océans, Fr. : a-d, 1-185, 42 fig. h.t.
- BLANPIED C., BUROLLET P.F., CLAIREFOND P., SHIMI M., 1979. — Sédiments actuels et holocènes. *La Mer pélagienne. Géol. médit.*, Fr., **6** (1) : 61-82, pl. A-D.
- BOUDOURESQUE C.F., AUGIER H., BELSHER T., COPPEJANS E., PERRET M., 1975. — Végétation marine de l'île de Port-Cros. X. La régression du récif-barrière de Posidonies. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., **1** : 41-46.
- BOUDOURESQUE 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.
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., MEINESZ A., 1984. — Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). *First international. Workshop on Posidonia oceanica beds*, C.F. BOUDOURESQUE, A. JEUDY DE GRISSAC et J. OLIVIER, edit., G.I.S., Posidonie, Fr. : sous presse.
- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., 1983. — Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahier*, Parc nation. Port-Cros, Fr., **4** : 1-81.
- BOUDOURESQUE C.F., THELIN I., BERGIN F., CAMPOS-VILLACA R., MAUBERT H., MOSSE R.A., PERRET-BOUDOURESQUE M., 1983. — *Etude du phytobenthos du site d'El Dabaa. Côtes méditerranéennes d'Egypte*. CEA Cadarache et Laboratoire d'Ecologie du Benthos, Faculté des Sciences de Luminy, Marseille, Fr. : 1-110.
- BOUDOURESQUE C.F., THOMMERET J., THOMMERET Y., 1980. — Sur la découverte d'un bioconcrétionnement fossile intercalé dans l'herbier à *Posidonia oceanica* de la baie de Calvi (Corse). *Journées Etud. Systém. Biogéogr. médit.*, Cagliari, C.I.E.S.M. édit., Monaco : 139-142.
- BOURCIER M., NODOT C., JEUDY DE GRISSAC A., TINE J., 1979. — Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Téthys*, Fr., **9** (2) : 103-112.
- CASTA J.M., 1981. — *Les Agriates. Etude préalable à l'aménagement*. Ass. Amis Parc nat. rég. Corse et Conserv. Esp. litt. Riv. lac. édit., Fr. : 1-103.
- CAYE G., 1980. — *Sur la morphogénèse et le cycle végétatif de Posidonia oceanica (L.) Delile*. Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Aix-Marseille II : 1-121.
- CINELLI F., 1983. — Observations en plongée sur les peuplements à *Penicillus capitatus* et sur la floraison de *Posidonia oceanica* de l'île d'Elbe (Méditerranée occidentale). *Rapp. P.V. Réunion*.

- Commis. internation. Explor. sci. Médit.*, Monaco, **28** (18) : 169-170.
- ISSEL R., 1918. — Capitolo XIV et Capitolo XV : La vita nelle praterie di Posidonia. *Biologica marina*, Ital. : 405-457.
- JEUDY DE GRISSAC A., 1975. — *Sédimentologie dynamique des rades d'Hyères et de Giens (Var). Problèmes d'aménagements*. Thèse Doctorat Spécialité Géol., Univ. Aix-Marseille, **2** : 1-87, 40 fig. et 11 tabl. h.t.
- LEDOYER M., 1962. — Etude de la faune vagile des herbiers superficiels de Zostéracées et de quelques biotopes d'algues littorales. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, Fr., **25** (39) : 117-235.
- LEFEVRE J.R., VALERIO C., MEINESZ A., 1984. Optimisation de la technique de la photographie aérienne pour la cartographie des herbiers à Posidonies. *First internation. Workshop on Posidonia oceanica beds*, C.F. BOUDOURESQUE, A. JEUDY DE GRISSAC et J. OLIVIER, edit., G.I.S. Posidonie, Fr.
- LE GALL J.Y., 1969. — Etude de l'endofaune des pelouses de Zostéracées superficielles de la baie de Castiglione. *Téthys*, Fr., **1** (2) : 395-420.
- MEINESZ A., 1980. — *Contribution à l'étude des Caulerpales (Chlorophytes) avec une mention particulière aux espèces de la Méditerranée occidentale*. Thèse Doct. Sci. Univ. Nice, Fr. : 1-262.
- MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C., 1983. — Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. océanogr.*, Fr., **59** (2) : 155-172.
- MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R., 1981. — Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de Phanérogames marines. Leurs applications sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Vie Milieu*, Fr., **31** (1) : 27-34.
- MEINESZ A., SIMONIAN M., 1983. — Cartes de la végétation sous-marine des Alpes Maritimes (côtes françaises de la Méditerranée). II. La végétation mixte à *Cymodocea nodosa-Zostera noltii-Caulerpa prolifera* et la limite supérieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* entre Juan-les-Pins et Golfe Juan. *Ann. Inst. océanogr.*, Fr., **59** (1) : 21-35.
- MOLINIER R., 1955. — Aperçu de bionomie marine sur les côtes septentrionales de la Sardaigne. *Bull. Stat. Acqui. Pêche Castiglione*, N.S., Algeria, **7** : 373-400.
- MOLINIER R., 1956. — Aperçu bionomique préliminaire sur les peuplements marins du Golfe de Saint-Florent (Corse). *Bull. Centre Et. sous-mar.* Fr., **4** : 42-51, 2 pl. h.t.
- MOLINIER R., 1960. — Etude des biocénoses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, Netherl., **9** (3-5) : 121-192, 217-312, 1 fig. et 2 tabl. h.t.
- MOLINIER R., 1962. — *Notice explicative de la carte des groupements végétaux terrestres et des biocoénoses et biotopes marins du Cap Corse*. Inst. géogr. nation., Fr : 1-10, 1 carte.
- MOLINIER R., PICARD J., 1951. — Biologie des herbiers de Zostéracées des côtes françaises de la Méditerranée. *C.R. Acad. Sci.*, Fr., **20** (233) : 1212-1215.
- MOLINIER R., PICARD J., 1952. — Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. océanogr.*, Fr., **27** : 157-234.
- MOLINIER R., PICARD J., 1983. — Etudes biologiques sur les herbiers de Phanérogames marines à l'Ouest d'Alger. *Bull. Stat. Acqui. Pêche Castiglione*, N.S., Algeria, **4** : 7-34.
- MOLINIER R., PICARD J., 1954 a. — Nouvelles recherches bionomiques sur les côtes méditerranéennes françaises. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, Fr., **13** : 9-19.
- MOLINIER R., PICARD J., 1954 b. Eléments de bionomie marine sur les côtes de Tunisie. *Bull. Stat. Océanogr. Salammbô*, Tun., **48** : 3-47, Fig. 1-6.
- MOLINIER R., PICARD J., 1956. — Aperçu bionomique sur les peuplements marins littoraux des côtes rocheuses méditerranéennes de l'Espagne. *Bull. Trav. publ. Stat. Acqui. Pêche Castiglione*, N.S., Alg., **8** : 251-268.
- MOLINIER R., ZEVACO C., 1962. — Etudes écologiques et biocénologiques dans la baie du Brus. Fascicule 3. Etude statistique et physiologique de la croissance des feuilles de Posidonie (*Posidonia oceanica* Delile). *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, **59** (1234) : 1-46, 1 pl. h.t.
- MOSSE R.A., 1983. — *Variations cycliques dans les écailles de Posidonia oceanica : rhizomes plagiotropes et orthotropes*. Laboratoire d'Ecologie du Benthos et Parc national de Port-Cros, Fr. : 1-276.
- PERES J.M., PICARD J., 1963. — Aperçu sommaire sur les peuplements marins benthiques entourant l'île de Port-Cros. *Terre Vie*, Fr., **110** (4) : 436-448.
- PERES J.M., PICARD J., 1964. — Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, Fr., **31** (47) : 5-137.
- PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., 1982. — *Mise en évidence de variations cycliques dans les écailles de Posidonia oceanica*. Laboratoire d'Ecologie du Benthos et Parc National de Port-Cros, Fr. : 1-193.
- VICENTE N., 1975. — Pour la sauvegarde de la lagune du Brus. *Bull. Observ. Mer.*, Fr. : 1-12.

(Manuscrit reçu le 18 juin 1984,
accepté le 11 janvier 1985.)