

# DESTRUCTION DE L'ÉTAGE INFRALITTORAL DES ALPES-MARITIMES (FRANCE) ET DE MONACO PAR LES RESTRUCTURATIONS DU RIVAGE

par Alexandre MEINESZ \* et Jean-Robert LEFEVRE \*\*

\* Laboratoire de Biologie et d'Ecologie Marines

\*\* Laboratoire d'Ecologie des Régions arides,

U.E.R. Domaine Méditerranéen, Université de Nice, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex

## RÉSUMÉ

*A la suite des nombreuses restructurations du rivage des Alpes-maritimes et de Monaco, la surface de l'étage infralittoral (5 327 ha situé entre 0 et — 20 m) a été réduite dans des proportions importantes. 456 ha soit 8,6 % de l'étage ont été irréversiblement détruits par recouvrement (digues et terre-pleins); 239 ha (plans d'eaux des ports et des plages alvéolaires) soit 4,5 % ont été endommagés par les modifications de l'hydrodynamisme, du substrat et par la présence de pollutions liées à l'activité portuaire. Afin de préserver les zones les plus riches et de limiter l'aménagement anarchique de la côte, nous proposons de créer un plan d'occupation de l'étage infralittoral.*

## I. — OBJET DE L'ÉTUDE

La vocation touristique du département des Alpes-Maritimes a entraîné le développement de structures d'accueil pour différentes activités liées à la mer. Ainsi, ces dix dernières années ont vu l'édification de nombreux ouvrages gagnés sur le domaine maritime et actuellement la plupart des communes littorales projettent leur extension sur la frange côtière. Ces restructurations (ports de plaisance, plages alvéolaires, terre-pleins), représentent une nouvelle menace pour l'équilibre écologique du bord de mer.

## SUMMARY

*Destruction of the infralittoral zone by coastal development in the area of Alpes Maritimes (France) and Monaco (Occidental Mediterranean coast)*

*The initial infralittoral zone (between 0 and — 20 meters) of Alpes-maritimes and Monaco coast, was covering an area of 5327 hectares. Now 695 ha have been destroyed or seriously altered: 456 ha disappeared under dikes and earth platforms and 239 ha were damaged included inside the harbours or the half closed artificial beaches.*

En effet, chaque ouvrage gagné sur la mer détruit sa propre surface de vie sous-marine; dans les plans d'eaux des ports, les fonds totalement modifiés et endommagés représentent souvent des zones polluées par l'activité portuaire (fig. 1).

Or, la frange côtière située entre 0 et — 20 m est sans aucun doute la zone marine la plus riche en faune et en flore dont l'action naturelle de fixation des fonds, d'oxygénation et de filtration de l'eau contribue à maintenir la pureté des masses d'eaux littorales.

On trouve sur ces fonds des milliers d'espèces qui ne peuvent pas se développer à de plus grandes pro-

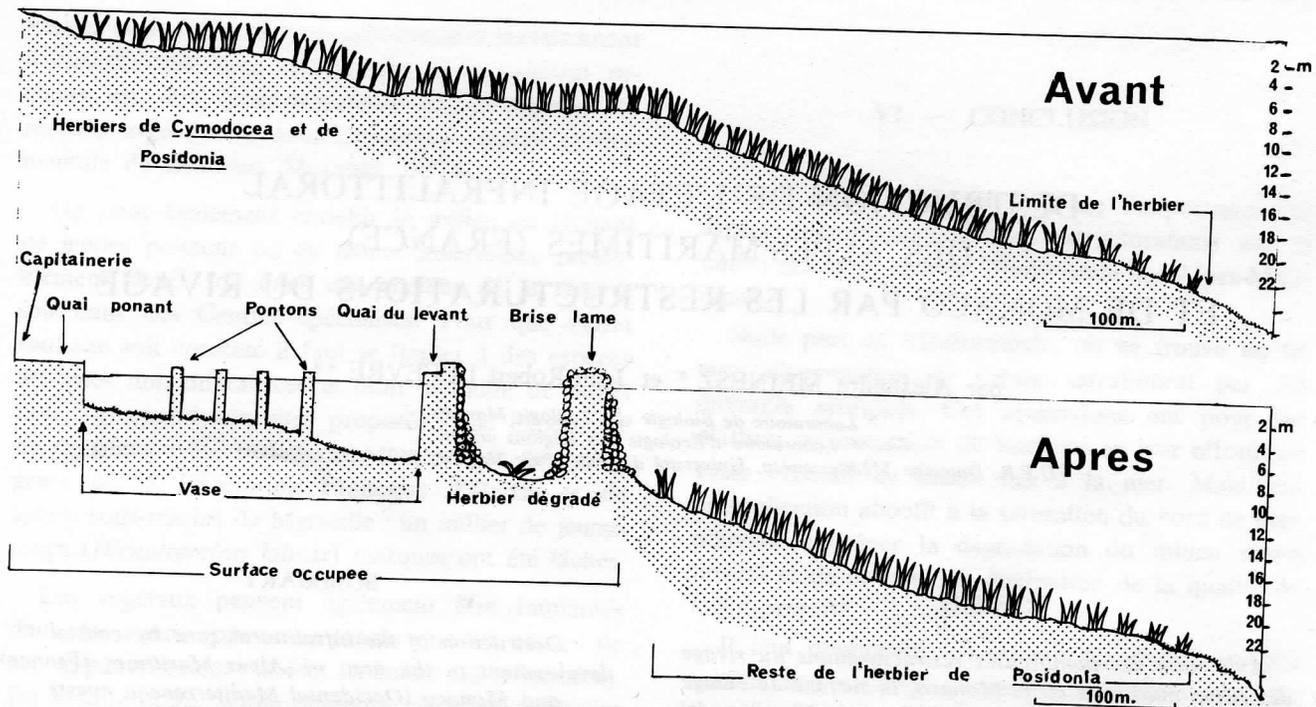


FIG. 1. — Exemple de disparition de l'herbier de *Cymodocea* et réduction de l'herbier de *Posidonia* par une restructuration. Coupe perpendiculaire au quai ponant du port de Beaulieu-sur-mer (Alpes-Maritimes).

fondeurs. Ainsi, la plupart des algues et toutes les phanérogames sous-marines constituent une végétation qui s'éclaircit ou s'arrête aux alentours des — 20 m. Cette répartition très stricte de la flore sous-marine est liée à la pénétration de la lumière (à — 20 m il n'y a plus que 5 % de la lumière de surface et à — 120 m l'énergie lumineuse est si atténuée qu'aucun végétal ne peut plus se développer.

Cette zone de vie intense correspond à l'étage infralittoral : entre Menton et Théoule sa limite inférieure se situe dans certaines zones turbides comme l'embouchure du Var, aux environs de — 10 m, tandis que dans les eaux claires du Golfe-Juan, elle peut atteindre — 30 m, comme le témoigne la présence d'herbiers à cette profondeur. Dans le département des Alpes-Maritimes, nous avons retenu la limite moyenne de — 20 m qui correspond à celle de la majorité des herbiers de la phanérogame marine *Posidonia oceanica*. L'étage infralittoral présente également une faune très riche : on y trouve de très

nombreux invertébrés se nourrissant le plus souvent par filtration de l'eau ou à partir de la couverture végétale. De nombreux poissons carnivores ou herbivores se fixent, se nourrissent ou se reproduisent dans cette zone.

La côte des Alpes-Maritimes et de Monaco présente un plateau continental très exigu, la surface de l'étage infralittoral est donc peu importante. Ainsi chaque ouvrage gagné sur la mer détruit un pourcentage élevé de cette zone de vie intense du littoral.

Il n'est pas facile d'évaluer avec précision l'importance et l'ampleur de la perturbation écologique provoquée par une modification du milieu naturel. Cependant, dans ce cas, il est relativement aisé de mesurer les surfaces occupées ou modifiées par les aménagements. Ces mesures font l'objet de cette étude, la comparaison de ces surfaces occupées à celles de l'étage infralittoral nous permet d'évaluer l'ordre de grandeur de l'impact sur la vie sous-marine littorale.

## II. — MÉTHODOLOGIE

Pour le calcul des surfaces nous avons analysé plus de 60 cartes et plans.

Deux méthodes ont été utilisées :

- l'une consiste à reproduire les cartes sur un papier cartonné homogène, puis à découper les zones à mesurer et de les peser sur une balance de précision (Metler H 10 w; précision  $\pm 0,1$  mg). Par comparaison avec une surface étalon on obtient les résultats.
- l'autre consiste à déterminer sur la carte, à l'aide d'un papier millimétré transparent, la surface de

la zone à mesurer, puis de ramener cette surface à l'échelle de la carte.

La différence entre les résultats des deux méthodes avoisine 1,5 %; pour nos résultats définitifs nous avons considéré leur moyenne.

Les cartes utilisées pour les calculs de l'étage infralittoral sont essentiellement celles du service hydrographique de la Marine au 1/14 400<sup>e</sup>; celles utilisées pour le calcul des restructurations sont d'origines diverses à une échelle toujours égale ou supérieure à 1/5 000<sup>e</sup>.

Le calcul de l'étage infralittoral a été effectué de la ligne de côte naturelle jusqu'à l'isobathe — 20 m. Les surfaces obtenues ne tiennent pas compte ni de la morphologie du fond ni de la dénivellation. Nous

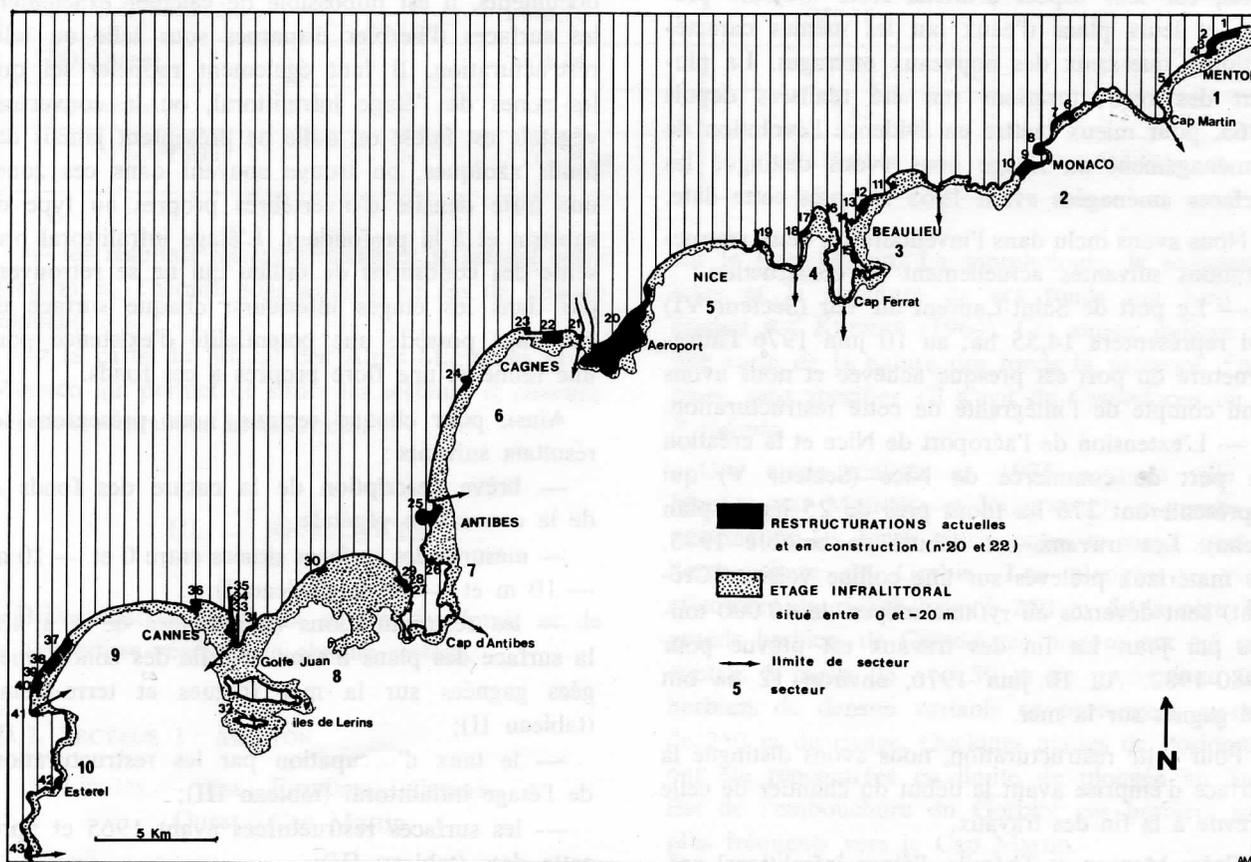


FIG. 2

COTE DES ALPES-MARITIMES. — Destruction de la zone littorale sous-marine par les restructurations.

avons distingué l'étage infralittoral compris entre 0 et — 10 m de celui situé entre — 10 m et — 20 m. Dans le calcul des restructurations nous avons mesuré uniquement la surface gagnée sur la mer. Pour les ports et plages alvéolaires, nous avons tenu compte des plans d'eaux. Pour les digues, nous n'avons pas tenu compte des surfaces immergées.

43 restructurations occupant l'étage infralittoral ont été inventoriées, les aménagements du rivage occasionnés par la construction des routes du bord de mer (Promenade des Anglais à Nice, la Croisette à Cannes) ainsi que « l'engraissement » de certaines plages n'ont pas été considérés. (Difficulté d'évaluation dans ces zones de rivage naturel le plus souvent instable).

Nous avons cependant tenu compte des vieux ports, car leur aspect artificiel reste toujours présent et leurs plans d'eaux ont les mêmes caractéristiques que ceux des nouveaux ouvrages. La plupart des restructurations ont été réalisées depuis 1965, pour mieux mettre en évidence l'évolution de l'aménagement du rivage nous avons distingué les surfaces aménagées avant 1965 et après cette date.

Nous avons inclus dans l'inventaire les deux restructurations suivantes actuellement en construction :

— Le port de Saint-Laurent du Var (Secteur VI) qui représentera 14,55 ha; au 10 juin 1976 l'infrastructure du port est presque achevée et nous avons tenu compte de l'intégralité de cette restructuration.

— L'extension de l'aéroport de Nice et la création du port de commerce de Nice (Secteur V) qui représenteront 276 ha (dont près de 25 ha de plan d'eau). Les travaux ont débuté en octobre 1975, les matériaux prélevés sur une colline voisine (Crémat) sont déversés au rythme moyen de 40 000 tonnes par jour. La fin des travaux est prévue pour 1980-1982. Au 10 juin 1976, environ 12 ha ont été gagnés sur la mer.

Pour cette restructuration, nous avons distingué la surface d'emprise avant le début du chantier de celle prévue à la fin des travaux.

Entre Menton et Théoule, l'étage infralittoral présente des aspects variés : herbiers, fonds rocheux, sableux ou vaseux. Plus de 200 plongées en scaphan-

dre autonome ou en apnée effectuées depuis 10 ans dans ce département, ainsi que l'analyse des rares références bibliographiques concernant les fonds, nous ont permis de découper le littoral des Alpes-Maritimes en 10 secteurs homogènes sur le plan écologique.

Bien entendu, les limites naturelles (caps, pointes) de ces secteurs ne tiennent pas compte des frontières artificielles existantes (territoire, communes, prud'hommes); ainsi, la côte de la Principauté de Monaco est comprise dans le Secteur II.

— L'étage infralittoral des différents secteurs peut présenter une forte, moyenne ou faible couverture végétale. Cependant, la cartographie des herbiers du département est très imprécise (voir le tableau récapitulatif des cartes existantes). En l'absence de ces documents, il est impossible de calculer exactement les surfaces d'herbier disparues sous telle ou telle restructuration. Il faut également rappeler ici que les zones de l'étage infralittoral, où la couverture végétale est faible ou nulle ne présentent jamais des fonds azoïques, on trouve souvent dans ces zones une forte densité d'invertébrés propres au type de substrat et à la profondeur. L'étage infralittoral présente des conditions de milieu qui ne se retrouvent pas dans les étages inférieurs; chaque surface de cet étage possède une potentialité d'existence pour une faune et une flore propres à ces fonds.

Ainsi, pour chaque secteur, nous présentons les résultats suivants :

— brève description de la nature des fonds et de la couverture végétale;

— mesures des surfaces situées entre 0 et — 10 m; — 10 m et — 20 m (tableau I);

— les restructurations (numérotées de 1 à 43), la surface des plans d'eaux et celle des zones émergées gagnées sur la mer (digues et terre-pleins) (tableau II);

— le taux d'occupation par les restructurations de l'étage infralittoral (tableau III);

— les surfaces restructurées avant 1965 et après cette date (tableau IV);

— le linéaire de côte total et celui occupé par les ports (tableau V);

TABLEAU I

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco. Surface de l'étage infralittoral initial  
(avant les restructurations inventoriées).

Secteurs	Situé entre 0 et - 10 m (en ha)	Situé entre - 10 m et - 20 m (en ha)	Total : situé entre 0 et - 20 m
I) Menton	223,05	143,67	366,72
II) Monaco	187,84	183,34	371,18
III) Beaulieu	210,34	144,96	355,30
IV) Villefranche	77,03	65,40	142,43
V) Baie des Anges-Est	410,57	204,51	615,08
VI) Baie des Anges-Ouest	372,80	164,23	537,03
VII) Antibes	190,69	168,34	359,03
VIII) Golfe-Juan-Lérins	1 085,20	790,10	1 875,30
IX) Cannes	378,96	170,83	549,79
X) Estérel	75,91	79,63	155,54
Totaux	3 212,39 ha	2 115,01 ha	5 327,40 ha

— les résultats totaux concernant le littoral entre Menton et Théoule sont donnés en fin de chaque tableau;

— la carte du littoral des Alpes-Maritimes et de Monaco qui permet de situer les secteurs et chacune des restructurations inventoriées.

### III. — RÉSULTATS

Brève description de la nature des fonds et de la couverture végétale de chaque secteur.

#### III.1. SECTEUR I : MENTON.

Limites : Est : Frontière Italienne  
Ouest : Cap Martin.

— Fonds sableux ou vaseux à faible déclivité dans la baie Est et Ouest de Menton, côte rocheuse

sur le Cap Martin. La morphologie, la sédimentologie et la structure de ces fonds ont bien été étudiés par KREMER (1964). Cet auteur indique sur une carte de la nature des fonds la présence d'herbiers, sans spécifier s'il s'agit de *Cymodocea* ou de *Posidonia*.

Une étude réalisée en 1975 pour la ville de Menton par MEINESZ et FALCONETTI a permis de reconnaître les fonds situés entre le vieux port et l'embouchure du Gorbio. Les plongées ont été effectuées du rivage jusqu'à 250 m de la côte. De grands herbiers de *Cymodocea nodosa* ont été rencontrés à partir de — 4,50 m de profondeur. Ces herbiers de densité variable se prolongent au-delà de 250 m du rivage. Quelques mattes de *Posidonies* ont été rencontrées en limite de plongée au Sud-Est de l'embouchure du Gorbio; ces herbiers sont plus fréquents vers le Cap Martin.

D'autres plongées effectuées au voisinage du vieux port de Menton ont permis de constater la présence

TABLEAU II

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco. Inventaire et surfaces des Restructurations.

Secteur et N°		Dénomination de la restructuration	Digues et terre-pleins (en ha)	Plans d'eau (en ha)	Surface totale (en ha)
I	1	Menton – Garavan (Port)	10,36	8,04	18,40
I	2	Menton – Plages alvéolaires	3,45	9,98	13,43
I	3	Menton – Vieux port	2,65	3,58	6,23
I	4	Menton – Terre-plein	2,50	–	2,50
I	5	Roquebrune-Cap Martin – Terre-plein	3,45	–	3,45
II	6	Monaco – Le Sporting – Terre-plein	14,25	1,38	15,63
II	7	Monaco – Larvotto – Plages alvéolaires et terre-plein			
II	8	Monaco – Vieux port	5,00	16,75	21,75
II	9	Monaco – Fontvieille – Terre-plein et port	19,88	6,50	26,38
II	10	Cap D'Ail – Terre-plein et port	2,44	4,28	6,72
III	11	Eze – Silva Maris (Port)	0,25	0,53	0,78
III	12	Beaulieu – Plage alvéolaire	1,51	0,68	2,19
III	13	Beaulieu – Nouveau port	4,30	9,90	14,20
III	14	Beaulieu – Les Fourmis (Port)	0,22	1,00	1,22
III	15	Saint-Jean Cap Ferrat – Nouveau port	4,52	5,80	10,32
IV	16	Villefranche – Terre-plein	0,38	–	0,38
IV	17	Villefranche – Vieux port	0,17	0,26	0,43
IV	18	Villefranche – La Darse (port)	1,24	4,00	5,24
V	19	Nice – Port (non compris 7 ha de plan d'eau gagnés sur la terre)	6,93	11,90	18,02
V	20	Nice – Aéroport (avant 1975)	54,00	–	54,00
VI	21	Saint-Laurent du Var – Cap 3000 (Port)	0,28	0,29	0,57
VI	22	Saint-Laurent du Var – Nouveau port	6,63	7,92	14,55
VI	23	Cagnes-sur-Mer – Vieux port	0,43	0,37	0,80
VI	24	Villeneuve-Loubet – Marina Baie des Anges (Port) (non compris 6,95 ha de plan d'eau gagnés sur la terre)	3,25	4,40	7,65
VII	25	Antibes – Port	8,44	37,90	46,34
VII	26	Antibes – La Salis (Port)	0,18	0,87	1,05
VIII	27	Juan-les-Pins – Le Crouton (Port)	0,23	0,27	0,50
VIII	28	Juan-les-Pins – Plage alvéolaire	2,33	0,67	3,00
VIII	29	Juan-les-Pins – Gallice (Port)	3,38	3,85	7,23
VIII	30	Golfe-Juan – Port	1,54	7,38	8,92
VIII	31	Cannes – Mouré Rouge (Port)	1,88	3,03	4,91
VIII	32	Cannes – St. Honorat (Port)	0,39	1,54	1,93
IX	33	Cannes – Myca (Port)	0,42	1,93	2,35
IX	34	Cannes – Bijou Plage (plage alvéolaire)	1,70	2,00	3,70
IX	35	Cannes – Canto (Port)	10,76	10,64	21,40
IX	36	Cannes – Vieux port	5,73	17,44	23,17
IX	37	Mandelieu-La-Napoule – Terre-plein	9,13	0,55	9,68
IX	38	Mandelieu-La-Napoule – Port	6,02	10,25	16,27
IX	39	Mandelieu-La-Napoule – (Plage alvéolaires)	0,68	6,78	7,46
IX	40	Théoule – La Rague (Port)	2,16	5,86	8,02
IX	41	Théoule – Port	0,34	3,39	3,73
X	42	Théoule – Galère (Port)	0,57	1,12	1,69
X	43	Théoule – Figueirette (Port)	0,92	1,37	2,29
		Total : 43 restructurations (Sans les travaux débutés en 1975 dans le secteur V (Aéroport-Port de Commerce))	204,89	213,59	418,48
V	20 bis	Extension de l'aéroport de Nice – Création du port de commerce Travaux en cours débutés en octobre 1975	251,00	25,00	276,00
		Total des Restructurations après la fin des travaux en cours dans le secteur V (1980-1982)	455,89	238,59	694,48
		Soit : 31 ports ou abris 6 plages alvéolaires 6 terre-pleins (des terres-pleins sont souvent associés aux ports et aux plages alvéolaires).			

TABLEAU III

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.  
Taux d'occupation  
par les restructurations de l'étage infralittoral.

Secteurs	Entre 0 et -10 m	Entre -10 et -20 m	Entre 0 et -20 m
I) Menton	19,73 %	0 %	12 %
II) Monaco	24,01 %	13,83 %	18,99 %
III) Beaulieu	13,65 %	0 %	8,08 %
IV) Villefranche	7,85 %	0 %	4,25 %
V) Baie des Anges-Est			
1) avant 1975	17,18 %	0,73 %	11,71 %
2) Après la construction de l'Aéroport Port de commerce	68,93 %	31,78 %	56,58 %
VI) Baie des Anges- Ouest	6,32 %	0 %	4,39 %
VII) Antibes	24,85 %	0 %	13,20 %
VIII) Golfe Juan-Lérins	2,44 %	0 %	1,41 %
IX) Cannes	25,27 %	0 %	17,42 %
X) Estérel	5,24 %	0 %	2,56 %
Côte des Alpes-Maritimes			
1) Sans l'extention de l'Aéroport - Création du port de commerce de Nice (en construction de- puis octobre 1975)	12,19 %	1,27 %	7,95 %
2) Extension de l'Aéro- port - Création du Port de commerce compris (Fin des travaux : 1980- 1982)	18,80 %	4,27 %	13,04 %

de *Cymodocea nodosa* qui pénètre par endroits dans le port. L'algue *Caulerpa prolifera* qui constitue également une végétation gazonnante n'a pas été retrouvée et semble avoir disparu dans ce secteur depuis sa signalisation par RAPHÉLIS en 1925 (MEINESZ, 1972). Ce secteur déjà endommagé dans la partie Est est menacé à l'Ouest par toute une série d'ou-

vrages représentant entre 20 et 30 hectares d'emprise sur la mer.

### III.2. SECTEUR II : MONACO.

Limites : Est : Cap Martin  
Ouest : Pointe Cabuel.

— Les Posidonies sont fréquentes dans tout ce secteur. Leur limite inférieure peut dépasser la profondeur de — 20 m.

Les deux cartes des herbiers de ce secteur publiées en 1928 par OLLIVIER sont vraisemblablement erronées en ce qui concerne leur limite (plus de — 50 m sur ces cartes!).

L'herbier de *Caulerpa prolifera* signalé dans le vieux port de Monaco a disparu (MEINESZ, 1972).

Dans une étude de la plage Mala à Cap d'Ail par ALLENBACH, GLOUX, MORINI et SAGE (1973) on trouve une carte des herbiers effectuée d'après une interprétation d'une photo aérienne. Les herbiers ainsi cartographiés avec précision jusqu'à — 10 m sont certainement des Posidonies.

Ce secteur est gravement endommagé par les restructurations effectuées en Principauté de Monaco où près de 75 % de l'étage infralittoral a été aménagé. L'ouvrage de Fontvieille coupe le secteur en deux car les digues protégeant le terre-plein (qui a totalement fait disparaître la baie de Fontvieille) descendent verticalement à plus de — 20 m réduisant à cet endroit l'étage infralittoral à une paroi verticale de béton.

### III.3. SECTEUR III : BEAULIEU.

Limites : Est : Pointe Cabuel  
Ouest : Cap Ferrat.

— Les Posidonies sont fréquentes dans tout le secteur. Quelques herbiers de *Cymodocea* se rencontrent par petits fonds (Mer d'Eze et Baie des Fourmis).

TABLEAU VI

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.  
Surfaces restructurées avant 1965 et après cette date.

Secteurs	Restructurations réalisées avant 1965	Restructurations réalisées après 1965	Total
I) Menton	6,23 ha (14,16 %)	37,78 ha (85,84 %)	44,01 ha
II) Monaco	21,75 ha (30,86 %)	48,73 ha (69,14 %)	70,48 ha
III) Beaulieu	4,03 ha (14,04 %)	24,68 ha (85,96 %)	28,71 ha
IV) Villefranche	5,67 ha (93,72 %)	0,38 ha ( 6,28 %)	6,05 ha
V) Baie des Angés-Est			
1) Sans les travaux en cours	23,02 ha (31,96 %)	49,00 ha (68,04 %)	72,02 ha
2) Après la fin des travaux en cours	23,02 ha ( 6,61 %)	325,00 ha (93,39 %)	348,02 ha
VI) Baie des Angés Ouest	0,80 ha ( 3,39 %)	22,77 ha (96,61 %)	23,57 ha
VII) Antibes	25,22 ha (53,22 %)	22,17 ha (46,78 %)	47,39 ha
VIII) Golfe-Juan-Lérins	16,26 ha (61,38 %)	10,23 ha (38,62 %)	26,49 ha
IX) Cannes	39,25 ha (40,98 %)	56,53 ha (59,02 %)	95,78 ha
X) Estérel	— (0 %)	3,98 ha (100 %)	3,98 ha
Totaux :			
1) Sans l'extension de l'Aéroport - Création du Port de commerce de Nice (en construction depuis Octobre 1975).	142,23 ha (33,99 %)	276,25 ha (66,01 %)	418,48 ha
2) Extension de l'Aéroport - Création du Port de commerce compris. Fin des travaux : 1980-1982).	142,23 ha (20,48 %)	552,25 ha (79,52 %)	694,48 ha

Une zone de 20 hectares située face au nouveau port de Beaulieu a été cartographiée en plongée avec précision (FALCONETTI, FREDJ, JAUBERT, LAFAURIE, LEGER, VAISSIÈRE, 1974). Cette zone où les Posidonies recouvrent plus de 75 % de la surface a servi de réserve expérimentale de 1970 à juin 1975 (LAFAURIE et MEINESZ, 1974). De nombreuses expériences d'enrichissement du milieu y ont été entreprises. Malheureusement les décrets protégeant cette zone ont été abrogés en juin 1975 par manque de crédits pour la surveillance et l'entretien des balises délimitant la réserve.

— L'algue *Caulerpa prolifera* ainsi que les pha-

nérogames marines *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* ont été implantées avec succès dans la plage alvéolaire de Beaulieu et dans le port des Fourmis (Expériences effectuées en vue de reconstituer une couverture végétale dans les zones vaseuses des ports et des plages alvéolaires) (MEINESZ, 1976).

La densité des bateaux de plaisance liée à la présence de nombreux ports dans (et au voisinage) de ce secteur, menace certaines zones de mouillage. En effet, les ancres de ces bateaux raclent le fond : les herbiers situés face à la plage de Paloma (Saint-Jean Cap Ferrat) ont considérablement été endommagés par le dragage des ancres.

TABLEAU V

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.  
Linéaire de côte total  
et celui occupé par les ports.

Secteurs	Linéaire du rivage (en mètres)	dont côte restructurée en ports (en mètres)	Taux d'occupation linéaire
I) Menton	6 724	1 192	17,73 %
II) Monaco	15 199	3 415	22,47 %
III) Beaulieu	11 527	1 743	15,12 %
IV) Villefranche	8 057	650	8,07 %
V) Baie des Anges-Est	11 146	4 233*	37,98 %
VI) Baie des Anges-Ouest	11 687	1 395	11,94 %
VII) Antibes	9 396	2 394	25,48 %
VIII) Golfe-Juan-Lérins	26 971	1 373	5,09 %
IX) Cannes	12 103	3 563	29,39 %
X) Estérel	6 292	500	7,95 %
Totaux :	119 102	20 558	17,18 %

\* Aéroport compris.  
— Ces mesures ont été effectuées au curvimètre (précision  $\pm 5$  %), sur des cartes au 1/14 000<sup>e</sup>. Pour la côte ayant été restructurée en ports nous avons mesuré le rivage naturel qui a été aménagé (et non les digues extérieures de l'ouvrage).

#### III.4. SECTEUR IV : VILLEFRANCHE.

Limites : Est : Cap Ferrat  
Ouest : Pointe des Sans-Culottes.

— La Rade de Villefranche a été cartographiée par BOURCART (1957). La délimitation des herbiers est peu précise car l'échelle est petite (1/32000). Les herbiers (essentiellement des Posidonies) sont fréquents dans ce secteur et se rencontrent jusqu'à — 28 m. De nombreux témoignages laissent supposer que les herbiers régressent à la limite inférieure. Pour vérifier ces observations une expérience de marquage a été entreprise par un club de plongée (Club Moana de Cagnes-sur-Mer, de la Fédération

Française d'Etudes et de Sports sous-marins). 11 balises de 20 kg ont été disposées par — 28 m de fond à la limite inférieure des Posidonies (face à la plage de Passable) (MEINESZ, 1976).

— Quelques herbiers de *Cymodocea* se rencontrent par petits fonds (Baie de l'Espalmador essentiellement). Les Caulerpes autrefois abondantes dans la rade (et plus particulièrement dans le port de la Darse) ont pratiquement disparu (MEINESZ, 1972).

— Les ceintures de la flore se développant au niveau ont bien été décrites et cartographiées par GUGLIELMI (1969).

#### III.5. SECTEUR V : BAIE DES ANGES-EST.

Limites : Est : Pointe des Sans-Culottes  
Ouest : Rive Ouest du Var.

— Entre la Pointe des Sans-Culottes et le Port de Nice la côte est rocheuse, quelques mattes de Posidonies peuvent encore se rencontrer entre 0 et — 25 m.

Entre la pointe Rauba-Capeu et Carras s'étend une plage de galets. Un sable plus ou moins vaseux se rencontre dès les premiers mètres de profondeur. Entre — 5 m et — 15 m on peut trouver de grands herbiers de la phanérogame *Cymodocea nodosa*. Ces herbiers sont particulièrement denses dans le secteur situé face au littoral délimité à terre par la rue de Rivoli et la rue P. Valéry. Ils n'ont pas été rencontrés face à l'embouchure du Paillon.

La partie Ouest de ce secteur (de Carras à l'embouchure du Var) est constituée d'un vaste plateau de sédiments provenant du Var (environ 450 ha compris entre 0 et — 20 m). Une part importante de ce plateau a été occupée par les travaux d'extension de l'Aéroport de Nice - Côte d'Azur qui de 1930 à 1972 ont réalisé une emprise de 54 ha sur la mer.

Un vaste projet comprenant l'extension de la plate-forme aéronautique et la construction du nouveau port de commerce de Nice est en cours de réalisation; ces travaux portent dès maintenant sur

12 ha et devraient se terminer par une emprise totale de 330 ha dont 25 ha de plan d'eau vers 1980-1982. (Renseignements communiqués par l'Arrondissement du Groupe Transports de la Direction Départementale de l'Équipement).

A cause de la turbidité permanente du Var, cette zone est la plus pauvre en ce qui concerne la flore fixée car elle y est pratiquement inexistante; par contre, on y trouve une faune relativement variée composée de vers, de petits crustacés et mollusques qui sert de nourriture à de nombreuses espèces de poissons (rougets, limandes, soles, etc.) dont l'abondance diminuera dans toute la région à la fin des travaux en cours.

La nature géologique des fonds de ce secteur ont été étudiés successivement par ALLOUC (1969) et par ZARZOZO (1976).

### III.6. SECTEUR VI : BAIE DES ANGES-OUEST.

Limites : Est : Rive Ouest du Var  
Ouest : Pointe Belaye (Fort Carré d'Antibes).

— La côte présente une plage de galets sur tout le secteur avec un sable plus ou moins vaseux à partir de — 1 m.

Dans la zone comprise entre l'embouchure du Var et le port de Cros-de-Cagnes on retrouve un plateau d'alluvions du Var (126 ha entre 0 et — 20 m). De nombreuses restructurations menacent ces petits fonds riches en faune des substrats meubles. Une étude de la faune et de la flore a été entreprise sur le site du port de Saint-Laurent du Var actuellement en construction (MEINESZ et FALCONETTI, 1975).

Une étude sédimentologique et géochimique des sédiments du delta du Var a été également effectuée récemment par SAGE, 1976.

Quelques herbiers de *Cymodocea nodosa* ont été rencontrés à l'Ouest du port de Cros-de-Cagnes. Les Posidonies ont été signalées uniquement à l'extrême Ouest du secteur (face au Fort Carré d'Antibes).

### III.7. SECTEUR XII : ANTIBES.

Limites : Est : Pointe Belaye (Fort Carré d'Antibes)  
Ouest : Cap Gros.

— La côte est essentiellement rocheuse avec de belles plages artificielles de sable (la Salis et la Garoupe). De grands herbiers de *Posidonia* se rencontrent dans ce secteur.

Une étude concernant les sédiments marins de cette zone a été entreprise par NESTEROFF (1965). Cet auteur a également cartographié les herbiers mais la carte au 1/90000<sup>e</sup> est très imprécise.

### III.8. SECTEUR XIII : GOLFE JUAN LÉRINS.

Limites : Est : Cap Gros  
Ouest : Pointe de la Croisette.

— Ce secteur comprend les Iles de Lérins.

Ce secteur présente un large plateau continental. La surface des fonds compris entre 0 et — 20 m (1875 ha) représente le tiers des fonds de cette profondeur de tout le département.

La nature des fonds a bien été étudiée successivement par NESTEROFF (1965) puis par une équipe de géologues de l'Université de Nice : BOURGEOIS, CACAN, MONNET et TOFANI (1975). Ces auteurs joignent à leur étude des cartes des herbiers (respectivement au 1/90000<sup>e</sup> et au 1/32000<sup>e</sup>). L'échelle de ces cartes est trop petite pour une délimitation précise des herbiers et la nature des herbiers n'est jamais donnée dans ces documents.

Dans ce secteur, très riche en flore, les herbiers dominants sont les Posidonies, cependant par petits fonds entre 0 et — 10 m on rencontre de vastes étendues recouvertes par les phanérogames *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* et par l'algue *Caulerpa prolifera*. (De toutes les côtes continentales

françaises de la Méditerranée c'est dans le Golfe Juan où l'algue *Caulerpa prolifera* est la plus fréquente) (MEINESZ, 1972).

### III.9. SECTEUR IX : CANNES.

Limites : Est : Pointe de la Croisette  
Ouest : Vieux port de Théoule.

— Le Golfe de la Napoule est couvert par l'étude de NESTEROFF (1965). Les herbiers cartographiés sont peu nombreux dans ce secteur. On trouve en effet des Posidonies essentiellement entre la Pointe de la Croisette et le Vieux port de Cannes, puis face à l'embouchure de la Siagne et au voisinage des restructurations de Mandelieu - la Napoule. De grands herbiers de *Cymodocea nodosa* se rencontrent fréquemment par petits fonds.

Un grand nombre de restructurations (9) ont été réalisées dans ce secteur (représentant 95,78 ha) où la zone située entre 0 et — 20 m ne représente que 549,79 ha. Le taux d'occupation par les restructurations est donc important (25,27 % de l'étage infralittoral compris entre 0 et — 10 m). La plupart de ces restructurations ont été réalisées sur des fonds d'herbiers, leur disparition est d'autant plus regrettable que l'on observe dans le Golfe de la Napoule de graves dérèglements écologiques ayant pour cause essentiellement le rejet d'eaux domestiques. La présence de six ports de plaisance dans ce secteur n'est également pas favorable au maintien d'une bonne qualité des eaux de ce secteur.

### III.10. SECTEUR X : ESTÉREL.

Limites : Est : Vieux port de Théoule  
Ouest : Limite départementale (ouest du port de la Figueirette).

— Côté rocheuse; couverture végétale importante (essentiellement des Posidonies). Secteur compris dans l'étude de NESTEROFF (1965).

## IV. — ANALYSE DES RÉSULTATS

Après la fin des travaux en cours dans le secteur V, les 43 ouvrages gagnés sur la mer représenteront 18,80 % de l'étage infralittoral compris entre 0 et — 10 m et 4,27 % de l'étage infralittoral compris entre — 10 m et — 20 m, soit 13,04 % de la zone comprise entre 0 et — 20 m. Les restructurations ont donc sensiblement réduit la zone de vie intense de la côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.

— Sur les 694,48 ha gagnés sur la mer, 455,89 représentent des surfaces occupées irréversiblement (terre-pleins ou digues des ouvrages) et 238,59 ha représentent les plans d'eaux des ports (216,55 ha) ou des plages alvéolaires (22,04 ha). Dans ces plans d'eaux, souvent pollués par l'activité humaine, la faune et la flore ont toujours été modifiées sensiblement dans un sens le plus souvent dommageable (appauvrissement qualitatif et quantitatif).

— Ce sont les fonds situés entre 0 et — 10 m qui sont les plus occupés par les restructurations (604,11 ha) contre 90,37 ha entre — 10 et — 20 m. Cette constatation a une grande importance car cela démontre bien que les ouvrages gagnés sur la mer sont réalisés le plus souvent dans des zones à pente douce, par petits fonds où le prix de revient des ouvrages est le moins élevé. Or cette zone superficielle de l'étage infralittoral présente une flore et une faune spécifique (photophilles) qui sont ainsi plus particulièrement menacées.

— 66,01 % des restructurations ont été réalisées depuis 1965 (276,25 ha). Si l'on ajoute l'extension de l'Aéroport de Nice et le port de commerce (actuellement en construction) les restructurations réalisées depuis 1965 représenteront 552,75 ha, soit 79,52 %.

— En ce qui concerne la couverture végétale, les différents secteurs présentent de grandes variations.

Nous pouvons distinguer :

a) Les secteurs à forte couverture végétale (minimum 50 %) (essentiellement des Posidonies) : II -

Monaco; III - Beaulieu; IV - Villefranche; VII - Antibes; VIII - Golfe-Juan-Lérins; X - Estérel.

b) Les secteurs à couverture végétale moyenne (entre 25 et 50 %) (Cymodocées et Posidonies). I - Menton; IX - Cannes.

c) Les secteurs à couverture végétale faible (inférieure à 25 %) (quelques herbiers de Cymodocées; Posidonies très rares ou absentes). V - Baie des Anges-Est; VI - Baie des Anges-Ouest.

— Ces différents secteurs ont un plateau continental plus ou moins exigu; ainsi il faut noter que les fonds compris entre 0 et — 20 m occupent dans le secteur VIII - Golfe-Juan-Lérins : 1 875,30 ha, ce qui représente le tiers de toute la surface de ces fonds dans le département.

— Les taux d'occupation de l'étage infralittoral par les restructurations sont également très inégaux par secteurs; les plus modifiés par les aménagements sont les secteurs VI - Baie des Anges-Est (après les travaux en cours : 56,58 %); VII - Monaco (18,99 %) et IX - Cannes (17,42 %).

Les moins touchés sont les secteurs IV - Villefranche : 4,25 %; X - Estérel : 2,56 % et XIII - Golfe-Juan (1,41 %). Il faut également considérer l'importance d'une restructuration dont la plus grande partie est actuellement en construction : le complexe Aéroport - port de commerce de Nice qui représente 330 hectares.

— La disparition de la vie sous-marine sous une restructuration d'une certaine surface est irréversible et nous avons mesuré l'importance de cette destruction. Malheureusement la dégradation du milieu imputable aux restructurations ne se limite pas à une disparition de surface : toute une série de retombées néfastes est liée à l'aménagement du littoral. Ces retombées sont beaucoup plus difficiles à évaluer.

Nous pouvons citer principalement :

a) *Diminution de l'Oxygénation des eaux littorales:*

La disparition d'un herbier sous une restructuration entraîne une diminution notable de la production d'oxygène. Un herbier sous-marin de *Cymodocea-Caulerpa* dégage entre 13 et 24 grammes (soit 9,1 et

16,8 litres) d'oxygène par 24 heures et par mètre carré (mesures effectuées par — 5 m en septembre à Villefranche-sur-Mer par GESSNER et HAMMER, 1960). En général il est reconnu que la couverture végétale du littoral produit beaucoup plus d'oxygène qu'une surface identique située au large où la production d'oxygène provenant du plancton végétal est de l'ordre de 10 à 100 fois inférieure. Cette production littorale d'Oxygène est souvent indispensable pour maintenir la qualité des eaux pendant les périodes estivales où les masses d'eaux sont peu renouvelées par les courants et peu brassées par l'agitation de l'eau.

b) *Nouvelles sources de pollution chimique ou organique :*

Les plans d'eaux des ports (31 dans le département) sont souvent des zones turbides polluées soit par le rejet des eaux domestiques des navires en stationnement, soit par le rejet de détergents, de combustibles, d'huiles et de peintures antisalissures (AUBERT et AUBERT, 1973). L'eau du plan d'eau ainsi polluée se répand toujours petit à petit à l'extérieur de l'ouvrage.

c) *Dragage des fonds par les ancres des bateaux :*

Chaque embarcation qui mouille son ancre provoque une petite destruction des fonds. Or le nombre d'embarcations est en train d'augmenter considérablement parallèlement à la multiplication des ports de plaisance. Dans les Alpes-Maritimes, on dénombrait 3 500 postes à quai en 1965; en 1975 le nombre d'anneaux s'élevait à 13 500 et on prévoit 20 000 anneaux pour 1985.

Actuellement, les zones de mouillage les plus fréquentées présentent un fond d'aspect désolé où les herbiers ont été raclés par les ancres.

Ainsi, l'augmentation des ports de plaisance et donc de capacité d'accueil de bateaux entraîne, par le mouillage des ancres, la dégradation des zones naturelles du département. (Les exemples les plus frappants sont les mouillages de Paloma (Pointe St-Hospice Cap Ferrat), de l'Espalmador (rade de Villefranche) et entre les Iles de Lérins.

d) *Dérèglements écologiques :*

Un grand nombre de constructions portuaires sont édifiées dans des criques ou baies abritées, ce qui supprime systématiquement un biotope particulier parfois vital à de nombreuses espèces qui fréquentent ces zones à différentes étapes de leur cycle de vie.

De même la disparition d'un fond d'herbier ou d'un fond meuble (sable ou vase) entraîne une diminution notable de la faune vagile (essentiellement les poissons, les céphalopodes et certains crustacés) qui fréquentaient ces lieux d'une manière permanente ou épisodique, pour son habitat ou pour y assumer la nutrition ou la reproduction.

La disparition de ces zones biologiquement importantes entraîne toute une série de dérèglements écologiques qui seront ressentis dans un vaste rayon autour de la zone détruite.

\*\*

Enfin la transformation de la côte, qui perd son aspect naturel et l'augmentation de sa fréquentation ont pour conséquence une série de répercussions d'ordre sociologique.

Ainsi, en ce qui concerne la baignade, il faut considérer que le potentiel d'accès à la mer a été très réduit par la construction de 31 ports, qui représentent 20 500 m de côte sur les 119 000 m de côtes comprises entre Menton et Théoule, soit une occupation linéaire de 17,18 % (tableau V).

Le linéaire de côte non restructuré en ports, présente des zones aptes ou inaptées aux activités balnéaires et bien entendu, beaucoup de ces zones ont subi un aménagement terrestre important (engraissement — accès routier), ce qui a permis la création ou l'amélioration de nombreuses plages. Cependant, on assiste actuellement à une concurrence entre les deux principales activités liées à la mer, que sont la Plaisance et la Baignade. Ainsi, de nombreuses constructions récentes de ports et la plupart des projets actuels portent sur des zones parfaitement aptes à être aménagées pour la baignade. Pour compenser la destruction d'une zone apte à la baignade (et où s'obser-

ve souvent déjà une activité balnéaire) par la construction d'un port de plaisance, on a tendance à jumeler l'ouvrage portuaire avec des plages alvéolaires. Or, si l'intégrité de la surface de plage naturelle (préexistante) peut être recréée et même augmentée, c'est au détriment du linéaire d'accès à la mer et trop souvent de la qualité des eaux de baignade. Pour obtenir un tel gain de surface il faut « engraisser » la plage et protéger les matériaux par une digue, ce qui donne à la plage l'aspect d'une alvéole. Les eaux ainsi cloisonnées sont peu renouvelées et la morphologie de la plage favorise l'accumulation de nombreuses matières organiques d'origine très variées qui se décomposent surtout l'été où les eaux sont stagnantes et chaudes. En outre, une forte sédimentation de matières très fines s'observe également dans ces plages. La vase ainsi formée est vite soulevée par les baigneurs, ce qui donne aux eaux des plages alvéolaires un aspect souvent turbide. Il existe actuellement entre Théoule et Menton six ensembles de plages alvéolaires qui présentent avec plus ou moins d'importance ces inconvénients.

— Pour la plaisance il faut constater que l'augmentation du nombre de bateaux est tel que lors des périodes de pointe on assiste à une saturation de la navigation côtière. Le plaisancier qui quitte le port ne trouve plus de crique ou de baie naturelle relativement isolée. Entre les Iles de Lérins et dans la rade de Villefranche on assiste l'été à un tel encombrement que la navigation maritime y a été réduite à 3 nœuds par un décret, comme dans les ports !

— La pêche professionnelle doit faire face à des problèmes multiples : diminution de la faune, disparition de zones de pêche sous des restructurations, difficultés pour les pêcheurs de pratiquer leur métier pendant la période estivale tant les plaisanciers sont nombreux; la « visite » ou la détérioration des filets par les plaisanciers ou les plongeurs sont fréquents.

Actuellement, lors de chaque restructuration, détruisant une zone de pêche, des indemnités sont versées aux pêcheurs des prud'hommes voisines qui, dans certains ports, sont aussi indemnisées pour le préjudice subi en période estivale.

## V. — MESURES DE PROTECTION ENVISAGEABLES

L'intérêt touristique et parfois social des quarante-trois ouvrages édifiés n'est certes souvent pas discutable, cependant, l'ensemble de la dégradation qu'ils ont provoquée diminue les qualités de l'eau et a modifié l'équilibre écologique naturel. Les effets néfastes sont déjà ressentis par les plaisanciers et les baigneurs.

L'arrêt total de l'aménagement côtier reste encore utopique; cependant, la destruction de l'étage infralittoral peut et doit être limitée.

Cette limitation pourrait être définie par secteur écologique en fonction notamment du pourcentage d'occupation de l'étage infralittoral par les restructurations et de la biologie des fonds concernés. Un véritable plan d'occupation à très long terme de l'étage infralittoral pourra ainsi être défini. L'application rigoureuse de ce plan pourrait réduire efficacement les ambitions concernant le domaine maritime public de toutes les communes littorales. Il pourrait garantir certaines zones indispensables au maintien d'un équilibre écologique déjà très fragile.

Ce plan d'occupation serait infiniment plus utile et important que l'analyse ponctuelle effectuée lors de chaque projet qui permet difficilement de donner un jugement d'ensemble concernant son opportunité dans le contexte d'une côte présentant 43 restructurations réparties sur 120 kilomètres. L'étude écologique ponctuelle et précise effectuée lors de la préparation du dossier d'un projet de restructuration n'est utile que pour adapter éventuellement le projet en fonction des fonds d'un site choisi ce qui permet de préserver des zones écologiquement importantes sur le seul site du projet.

Pour établir ce plan d'occupation de l'étage infralittoral il faut améliorer nos connaissances sur cette zone. La cartographie précise de tous les herbiers qui doivent être protégés doit être entreprise. Le tableau VI montre la pauvreté et l'imprécision de nos connaissances concernant la répartition des her-

biers sur notre côte. Cette cartographie est d'autant plus importante que nombre d'observations laissent supposer que la limite inférieure des herbiers remonte sous l'effet de l'augmentation de la turbidité des eaux littorales. (Ceci a également été constaté sur les côtes des Bouches-du-Rhône et du Var : PERES et PICARD, 1975). Des marquages peuvent également témoigner avec une plus grande précision la régression éventuelle de la limite inférieure des herbiers. Un premier marquage de ce type a été effectué par des plongeurs d'un club local (Club Moana de Cagnes-sur-Mer, affilié à la Fédération Française d'études et de sports sous-marins); 11 balises de béton ont été disposées en juin 1975 à la limite inférieure des Posidonies par — 28 m dans la rade de Villefranche (MEINESZ, 1976).

Parallèlement à ces mesures limitatives concernant l'occupation de l'étage infralittoral, des mesures vigoureuses de protection et d'enrichissement doivent être entreprises.

La principale mesure de protection consiste à créer des réserves. Des réserves sous-marines existent déjà sur les côtes françaises de la Méditerranée : parc national sous-marin de Port-Cros (Var); façade maritime du parc régional de la Corse (entre Calvi et Cargèse); réserve sous-marine entre Cerbère et Banyuls (Pyrénées orientales). Dans ces réserves de grande surface on applique avec plus ou moins de rigueur des interdictions diverses pour protéger la faune et la flore; ces seules mesures suffisent à préserver en ces lieux une vie infralittorale encore très riche.

Dans les Alpes-Maritimes, la physionomie du littoral et la densité de sa fréquentation ne permettent plus la création de réserves importantes. Seules des réserves de petite surface peuvent être implantées sans trop léser pêcheurs ou plaisanciers. Mais pour qu'elles soient efficaces ces réserves doivent être nombreuses et leur richesse doit être entretenue artificiellement.

Un tel réseau de réserves (au moins une par secteur) sur le littoral des Alpes-Maritimes permettrait de maintenir les espèces menacées qui pourraient s'y reproduire et se répandre hors des zones protégées.

TABLEAU VI

*Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.*  
*Connaissances actuelles concernant la cartographie des herbiers.*

Auteurs	Date et n° de la carte (ou page)	Situation de la zone cartographiée	Echelle	Précision
KREMER	1974 Fig. 27 p. 89	Frontière italienne au Cap-Martin.	$\frac{1}{25000}$	Quelques herbiers sont cartographiés mais leur nature n'est pas précisée (Cymodocées ou Posidonies ?).
MEINESZ FALCONETTI	1975	Menton – Baie Ouest, du vieux Port à l'embouchure du Gorbio.	$\frac{1}{2000}$	Levés effectués en plongée sous-marine. Nature des herbiers bien indiquées. Ne couvre pas la limite inférieure.
OLLIVIER	1929	1) Carte du Cap-Martin à Monaco. 2) Carte de Monaco au Cap-Roux.	$\frac{1}{20000}$ $\frac{1}{20000}$	Indique bien la nature des herbiers cartographiés. ( <i>Posidonia Caulerpa</i> ). Cartes cependant peu précises ; la limite inférieure des herbiers de Posidonies semble souvent erronée.
ALLENBACH GLOUX MORINI SAGE	1973	Plage Mala (Cap d'Ail)	$\frac{1}{1000}$	Carte très précise effectuée d'après interprétation d'une photo aérienne qui a permis de cartographier les herbiers (qui sont certainement des Posidonies) jusqu'à - 10 m, ne couvre donc pas la limite inférieure.
FALCONETTI FREDJ JAUBERT LAFABRIE LEGER VAISSIERE	1974	Beaulieu Face au nouveau Port	$\frac{1}{1000}$	Carte très précise, levés effectués en plongée sous-marine. Etat de l'herbier (Posidonies) est précisé. Ne couvre que la surface (10 ha) de l'ancienne réserve (- 15 m maximum).
BOURCART	1957	Rade de Villefranche	$\frac{1}{30000}$	L'échelle choisie donne peu de précision pour la délimitation des herbiers.
NESTEROFF	1965 p. 11	d'Antibes à l'Estérel	$\frac{1}{90000}$	L'échelle choisie est imprécise pour la délimitation des herbiers. Nature de l'herbier pas précisée. (On rencontre dans cette zone avec les Posidonies de vastes surfaces de <i>Cymodocea</i> et de <i>Caulerpa</i> ).
BOURGEOIS CACAN MONNET TOFANI	1975 n° 11	Golfe-Juan du Cap d'Antibes au Cap de la Croisette.	$\frac{1}{32000}$	Beaucoup plus précise que celle de Nesteroff (couvrant la même zone) mais échelle encore trop petite pour la délimitation des herbiers. Nature des herbiers non précisée.

Pour enrichir ces réserves on peut créer des récifs artificiels; un grand nombre d'expériences ont déjà été réalisées par différents organismes en France et hors de France. En effet, la présence de substrat

solide dans l'étage infralittoral est toujours accompagnée d'une flore importante et d'une faune abondante. Des récifs artificiels constitués simplement d'amas de blocs rocheux disposés à des profondeurs

variées entre les herbiers contribueraient certainement à enrichir une zone déterminée où le substrat rocheux est rare (une expérience de ce type a été réalisée avec succès dans l'ancienne réserve expérimentale de Beaulieu, MEINESZ, 1974).

On peut également enrichir le milieu en lâchant de jeunes poissons ou de jeunes invertébrés préalablement élevés soit dans une enclave de la réserve soit dans des Centres spécialisés. Pour que l'effet souhaité soit constaté il faut se limiter à des espèces littorales non migratrices et dont le mode de nutrition correspond aux sites proposés. Une expérience de ce genre a été réalisée récemment par des plongeurs de la Fédération Française d'études et de sports sous-marins de Marseille : un millier de jeunes lousps (*Dicentrarchus labrax*) marqués ont été lâchés.

Les végétaux peuvent également être implantés dans des zones appauvries (après que les causes de cet appauvrissement soient réduites ou éliminées). En Méditerranée, seules quelques espèces constituant une flore gazonnante et persistante sont intéressantes pour des essais d'implantation. Des expériences de repiquage et de semis de Posidonies sont entreprises depuis plusieurs années à Giens (Var) (réalisées par un marin-pêcheur : COOPER aidé par les membres d'une association qu'il a créée). La progression latérale des Posidonies est très lente (approximativement un mètre tous les dix ans). Leur implantation peut donc être prévue pour obtenir des résultats à très long terme.

Nous avons également tenté l'implantation de l'algue *Caulerpa prolifera* par bouturage sur fonds vaseux de ports ou de plages alvéolaires (MEINESZ, 1976). Les premiers résultats sont encourageants : pour 0,76 m<sup>2</sup> de végétation implantée (comprenant l'algue *Caulerpa prolifera* associée aux phanérogames *Cymodocea* et *Zostera*) nous avons obtenu après une saison 28,13 m<sup>2</sup> de couverture végétale. Cette végétation fixe la vase des zones artificiellement cloisonnées et oxygène les eaux peu brassées et peu renouvelées (surtout l'été).

## VI. — CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'importance des aspects dommageables des restructurations sur le milieu marin de la zone infralittorale des Alpes-Maritimes.

Nulle part en Méditerranée, on ne trouve un tel taux d'occupation de l'étage infralittoral par des ouvrages artificiels. Ces réalisations ont pour but d'attirer un maximum de touristes en leur offrant un vaste éventail de loisirs liés à la mer. Mais leur multiplication aboutit à la saturation du bord de mer, pouvant entraîner la dégradation du milieu marin littoral et de ce fait une diminution de la qualité du loisir proposé.

Il faut dorénavant considérer ces restructurations comme une nouvelle atteinte à l'équilibre marin du littoral au même titre que tous les autres types de pollution mais avec comme principale caractéristique, l'irréversibilité de la dégradation.

La côte des Alpes-Maritimes constitue un précédent : de nouvelles réglementations de l'aménagement tenant compte de la vie infralittorale devront être définies et des mesures vigoureuses de protection doivent être décidées.

La faune et la flore se sont déjà considérablement appauvries : la destruction est exprimée en centaine d'hectares et elle concerne plusieurs milliers d'espèces qui vivent uniquement dans les vingt premiers mètres d'eau et qui contribuent à maintenir une bonne qualité des masses d'eaux littorales.

Les hommes ont été sensibilisés, à juste titre, aux effets des grands fléaux affectant le milieu marin : mazout, mercure, boues rouges ou pollution bactérienne. Nous avons la conviction que pour la vie infralittorale des Alpes-Maritimes, la destruction irréversible due aux aménagements côtiers dépasse et de loin les effets conjugués de ces pollutions sur cette zone de vie intense.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLENBACH (M.), GLOUX (B.), MORINI (Y.), SAGE (L.), 1973. — Etude de la plage Mala - Cap d'Ail (A.M.). Publication du Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie de l'Université de Nice, 9 p. et 4 cartes.
- ALLOUC (J.), 1969. — Etude des sédiments actuels du précontinent niçois. Diplôme d'études supérieures. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie, 130 p.
- AUBERT (M.), AUBERT (J.), PINCEMIN (J.M.), DESIROTTE (N.), BRETTMEYER (J. Ph.), 1972. — Restructuration des rivages et pollutions secondaires. Etude de l'eutrophisation de zones portuaires. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, **26**, 53-64.
- AUBERT (M.) et AUBERT (J.), 1973. — Pollutions marines et aménagement des rivages. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, 309 p.
- BOURGEOIS (R.), CACAN (C.), MONNET (M.), TOFANI (R.), 1975. — Les Fonds marins du Golfe-Juan (A.-M.). Thèse de doctorat de spécialité. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie, I, 104 p; II, 294 p; annexe : 32 cartes.
- BOURCART (J.), 1957. — Géologie sous-marine de la Baie de Villefranche. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, **23**, 3, 137-200.
- FALCONETTI (C.), FREDJ (G.), JAUBERT (J.), LAFAURIE (M.), LÉGER (G.), VAISSIÈRE (R.), 1974. — Relevés topographique et biocénotique précis d'un parc expérimental sous-marin (beaulieu-sur-mer, Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **22**, 6, 109-112.
- GESSNER (F.), HAMER (L.), 1960. — Die primärproduktion in Mediterranen *Caulerpa - Cymodocea* - Wiesen. *Botanica Marina*, **2**, 157-163.
- GUGLIELMI (G.), 1969. — Contribution à l'étude des Algues du Cap-Ferrat. Diplôme d'études supérieures. Université de Nice. Laboratoire de Botanique, 99 p.; 55 pl.; 5 cartes.
- KREMER (Y.), 1974. — Littoral et précontinent de Menton (A.-M.). Morphologie, sédimentologie et structure. Thèse de doctorat de spécialité. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie, 160 p.
- LAFURIE (M.) et MEINESZ (A.), 1974. — Création d'un parc sous-marin de repeuplement expérimental (Beaulieu-sur-mer, Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **22**, 6, 103-105.
- MEINESZ (A.), 1972. — Répartition de *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamouroux. Sur les côtes continentales françaises de la Méditerranée. *Téthys*, **4**, 4, 843-858.
- MEINESZ (A.) et FALCONETTI (C.), 1975. — Aménagement de la commune de Saint-Laurent-du-Var. Etude des peuplements benthiques végétaux et animaux. (Etude réalisée sur commande de la Direction départementale de l'Équipement et du Logement des Alpes-Maritimes au Laboratoire de Biologie Générale de l'Université de Nice (Nice), 13 p., 7 pl., 5 photos.
- MEINESZ (A.) et FALCONETTI (C.), 1975. — Aménagement de la Baie Ouest de Menton. Etude des peuplements benthiques végétaux et animaux. (Etude réalisée sur convention entre la ville de Menton et le Laboratoire de Biologie Générale de l'Université de Nice). 16 p. 11 pl., 20 photos.
- MEINESZ (A.) et LEFÈVRE (J.R.), 1976. — Note préliminaire concernant la destruction de l'étage infralittoral des Alpes-Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations du rivage. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, sous presse.
- MEINESZ (A.), 1976. — Note préliminaire concernant quelques expériences de repiquage de végétaux marins, en particulier de l'algue *Caulerpa prolifera* (Forsk.). Lamouroux. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, sous presse.
- MEINESZ (A.), 1976. — Balisage de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* en rade de Villefranche-sur-mer (Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Comm. Int. mer Médit.*, sous presse.
- NESTEROFF (W.), 1965. — Recherches sur les sédiments marins actuels de la région d'Antibes. *Ann. Inst. Océanogr.*, **43**, 136 p.
- OLLIVIER (G.), 1929. — Etude de la flore marine de la Côte d'Azur. *Ann. Inst. Océanogr.*, **7**, 3, 173 p., 2 cartes.
- PÈRES (J.M.) et PICARD (J.), 1975. — Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquatic Botany*, **1**, 133-139.
- RAPHÉLIS (G.), 1925. — Sur la végétation de *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamour., *Rev. Alg.*, **2**, 2, 170-174.
- SAGE (L.), 1976. — Etude sédimentologique et géochimique de sédiments deltaïques. Embouchure du Var. Thèse de spécialité en préparation. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie.
- ZARZOZO (A.), 1976. — Evolution du littoral niçois. Sédimentologie littorale. Quaternaire sous-marin. Thèse de doctorat de spécialité. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie. 214 p.

## AUTRES DOCUMENTS CONSULTÉS :

Statistiques de la Navigation de Plaisance. Secrétariat Général de la Marine Marchande; années 1969 à 1975.

« Arrivée au Port ». De Menton à Villefranche. N° 1, mai 1974, 63 p.

Préparation des schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme. Propositions pour l'aménagement du rivage des Alpes-Maritimes - Département des Alpes-Maritimes. Direction de l'Équipement et du Logement. O.D.E.A.M., avril 1973, 36 p.

## CARTES UTILISÉES

## CARTES DU SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE (S.H.M. et S.H.O.M.)

- 1) Environs de Menton (N° 5208). 1/14 400° (dernière correction : 1969).
- 2) Environs de Monaco (N° 5207). 1/14 000° (dernière correction : 1973).
- 3) Environs de Nice et de Villefranche (N° 5176). 1/14 400° (dernière correction : 1969).
- 4) Rade de Villefranche (N° 4708). 1/7 200° (dernière correction : 1969).
- 5) Golfe-Juan - Iles de Lérins - Antibes (N° 5122). 1/14 400° (dernière correction : 1974).
- 6) Golfe de la Napoule - Rade de Cannes (N° 5113). 1/14 000° (dernière correction : 1974).
- 7) D'Antibes à Menton (N° 5347). 1/49 700° (dernière correction : 1975).
- 8) Du Cap Dramont au Var (N° 5341). 1/49 000° (dernière correction : 1975).

## CARTES DE L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL (I.G.N.)

- 1) Beausoleil (Monte-Carlo). 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 2) Cap d'Ail (Monaco). 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 3) Beaulieu-sur-mer. 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 4) Théoule-sur-mer. 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 5) Nice 1 - 2. 1/25 000° (dernière mise à jour : 1947).
- 6) Grasse 3 - 4. 1/25 000° (dernière mise à jour : 1930).
- 7) Grasse 7 - 8. 1/25 000° (dernière mise à jour : 1959).

## PHOTOCARTE

## DU CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS (C.N.E.X.O.)

- 1) Littoral des Alpes-Maritimes : Nice. 1/25 000° (1972).

## PLANS DU BUREAU D'ÉTUDE DE LA DIRECTION DÉPARTEMENTALE (ALPES-MARITIMES) DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

- 1) St-Laurent-du-Var (N° B 41). 1/2 000° (1975).
- 2) Aéroport de Nice - Côte d'Azur. 1/10 000° (1975).

## PLANS DE LA CELLULE D'INTERVENTION CONTRE LA POLLUTION DES LES ALPES-MARITIMES (C.I.P.A.L.M.) (1974)

- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 1) Port de Menton-Garavan         | : 1/4 000°. |
| 2) Port de Menton                 | : 1/2 000°. |
| 3) Port de Cap d'Ail              | : 1/3 000°. |
| 4) Port de Silva Maris            | : 1/ 588°.  |
| 5) Port de Beaulieu               | : 1/3 000°. |
| 6) Port de St-Jean-Cap-Ferrat     | : 1/1 000°. |
| 7) Port de Villefranche Santé     | : 1/1 000°. |
| 8) Port de Villefranche Darse     | : 1/2 000°. |
| 9) Port de Nice                   | : 1/5 000°. |
| 10) Port de Cros-de-Cagnes        | : 1/1 000°. |
| 11) Port de Marina-Baie-des-Anges | : 1/3 000°. |
| 12) Port Vauban-Anse-St-Roch      | : 1/5 000°. |
| 13) Port de La Salis              | : 1/ 819°.  |
| 14) Port du Crouton               | : 1/1 000°. |
| 15) Port Gallice                  | : 1/2 500°. |
| 16) Port de Golfe-Juan            | : 1/3 000°. |
| 17) Port du Moure-Rouge           | : 1/2 500°. |
| 18) Port Cannes Myca              | : 1/1 000°. |
| 19) Cannes Vieux Port             | : 1/3 000°. |
| 20) Port Canto                    | : 1/4 000°. |
| 21) Port de St-Honorat            | : 1/1 500°. |
| 22) Terre-Plein de La Napoule     | : 1/5 000°. |
| 23) Port de La Napoule            | : 1/5 000°. |
| 24) Port de La Rague              | : 1/5 000°. |
| 25) Port de Théoule               | : 1/2 000°. |
| 26) Port de la Figueirette        | : 1/2 000°. |

## AUTRES PLANS OU DOCUMENTS CONSULTÉS

- 1) Plan du Port de St-Jean-Cap-Ferrat (édité par le port), 1/2 000°.
- 2) Carte de la Baie de Beaulieu - Laboratoire de Biologie Générale. Université de Nice. Édité en 1970, 1/10 000°.
- 3) Cartes de l'Office départemental d'études des Alpes-Maritimes (O.D.E.A.M.). (Schéma directeur d'aménagement urbain : Propositions pour l'aménagement du rivage des Alpes-Maritimes). 2 cartes éditées en 1973, au 1/20 000°.
- 4) Photo aérienne, auteur : Y. COLLET, prise à 5 300 m d'altitude et couvrant le rivage compris entre Menton et Cagnes-sur-Mer, février 1976, échelle approximative : 1/6 000°.