

LE BENTHOS MARIN DE L'ILE DE ZEMBRA (PARC NATIONAL, TUNISIE)

---

**LE BENTHOS MARIN  
DE L'ILE DE ZEMBRA  
(PARC NATIONAL, TUNISIE)**



AOÛT 1986

---

---

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME  
INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE  
AND NATURAL RESSOURCES  
REGIONAL ACTIVITY CENTER FOR SPECIALLY PROTECTED AREAS  
AND  
GIS POSIDONIE

---



---

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT  
Unité de Coordination pour le Plan d'Action pour la Méditerranée,  
Leoforas Vassileos Konstantinou St., 48, 11635 - Athenes - Grèce

UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE  
ET DE SES RESSOURCES  
Avenue du Mont Blanc, 1196 - Gland - Suisse

CENTRE REGIONAL D'ACTIVITE POUR LES AIRES SPECIALEMENT  
PROTEGEES  
RAC/SPA C° INSTOP, 2025 Salammbô, Tunisie

GROUPEMENT D'INTERET SCIENTIFIQUE POSIDONIE  
Laboratoire d'Ecologie du Benthos, Faculté des Sciences de Luminy,  
70 route Léon Lachamp, 13288 Marseille, France

---

Figure de couverture : un banc de saupes (Sarpa salpa); dessin de Fabrice DI-SANTO, d'après une photographie de Jean Georges HARMELIN.

C.F. BOUDOURESQUE, J.G. HARMELIN and A. JEUDY DE GRISSAC  
edit., GIS Posidonie publ., Marseille, France, 1986  
ISBN 2 90 5540-06-0  
Printed in France

This book is to be cited as / Cet ouvrage doit être cité sous la forme suivante :

Le benthos marin de l'île de Zembra (Parc National, Tunisie).  
UNEP-IUCN-RAC/SPA, BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN J.G. et JEUDY DE GRISSAC A. édit., GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. (1986).

This book may be ordered from / Cet ouvrage peut être acquis à l'adresse suivante :

GIS Posidonie, Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille cedex 9, France.

## SOMMAIRE

	page
Les auteurs de l'étude .....	7
1. AVANT PROPOS .....	9
2. L'ILE DE ZEMBRA .....	11
2.1. Histoire .....	11
2.2. Toponymie .....	15
2.3. Géologie .....	15
2.4. Morphologie terrestre, littorale et sous-marine .....	19
2.5. Climatologie .....	19
2.6. Hydrologie marine .....	21
2.7. Statut actuel des îles .....	24
3. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE MILIEU MARIN .....	25
4. MATERIEL ET METHODES .....	29
4.1. Les stations .....	29
4.2. Observations générales .....	29
4.3. Les récoltes sauvages .....	30
4.4. Les relevés phytosociologiques .....	30
4.5. Les herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> .....	31
4.6. Dénombrement de <i>Patella ferruginea</i> .....	34
4.7. Relevés ichtyologiques .....	37
4.8. Sédimentologie .....	37
5. DESCRIPTION DES STATIONS .....	39
5.1. Le port .....	39
5.2. Côté externe des digues du port .....	41
5.3. Anse du Port .....	41
5.4. Sud de Hank-el-Jemel .....	43
5.5. Hank-el-Jemel .....	45
5.6. Anse du Mouillage .....	45
5.7. Ain-Kabar .....	49
5.8. Grotte del Savino .....	51
5.9. Pointe et Anse des Grottes .....	52
5.10. Capo Grosso (Pointe) .....	54
5.11. Capo Grosso (face Ouest) .....	56
5.12. L'Entorche .....	59
5.13. Ed-Dahia .....	62
5.14. Quedra .....	66
5.15. Anse Khar .....	66
5.16. Passe de la Cathédrale et Sud de la Cathédrale .....	68
5.17. Face Nord de la Cathédrale .....	72
5.18. Face Sud-Ouest de la Cathédrale .....	75
5.19. Grotte aux Figeons .....	77
5.20. Faille de Zembretta .....	81
6. LES ALGUES .....	85
6.1. Caractères biogéographiques de la flore algale .....	85
6.2. Les peuplements algaux .....	89
6.3. L'étagement .....	95

7. LES POSIDONIES .....	99
7.1. Répartition et typologie .....	99
7.2. Recherche des paléo-floraisons .....	101
8. PATELLA FERRUGINEA .....	105
8.1. Données générales sur l'espèce .....	105
8.2. Ecologie et densité .....	107
8.3. Structure des populations .....	109
9. LES POISSONS .....	111
9.1. Richesse spécifique .....	111
9.2. Distribution bathymétrique .....	111
9.3. Fréquence des espèces .....	113
9.4. Structure quantitative des peuplements ichtyologiques .....	114
9.5. Particularités biogéographiques .....	115
10. AUTRES GROUPEZ ZOOLOGIQUES .....	117
10.1. Anthozoa .....	117
10.2. Bryozoa .....	120
10.3. Echinodermata .....	123
11. GEOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTOLOGIE .....	127
11.1. Géomorphologie littorale .....	127
11.2. Sédimentologie .....	128
12. CONCLUSIONS GENERALES .....	159
Remerciements .....	165
Bibliographie .....	167
Annexe I : Textes concernant le statut de Zembra .....	179
Annexe II : Inventaire bibliographique des algues marines benthiques des îles Zembra et Zembretta .....	181
Annexe III : Index alphabétique des espèces signalées à Zembra ..	185
Bangiophyceae .....	185
Florideophyceae .....	185
Phaeophyceae .....	188
Xanthophyceae .....	189
Chlorophyceae .....	189
Bryopsidophyceae .....	189
Spermatophyta .....	190
Porifera .....	190
Hydrozoa .....	190
Anthozoa .....	190
Mollusca .....	191
Crustacea .....	192
Bryozoa .....	193
Echinodermata .....	194
Ascidacea .....	194
Osteichthyes (poissons osseux) .....	194
Oiseaux marins .....	195
Mammifères marins .....	196
Annexe IV : Index alphabétique des espèces non rencontrées à Zembra mais citées dans le texte .....	197

## LES AUTEURS DE L'ETUDE

### Editeurs :

Charles F. BOUDOURESQUE (1, 5)  
Jean Georges HARMELIN (3, 5)  
Alain JEUDY DE GRISSAC (4)

Participants à la mission de terrain aux îles Zembra et Zembretta, du 15 au 26 mai 1986 :

Naceur BEN MAIZ (1)  
Karim BEN MUSTAPHA (2)  
Charles F. BOUDOURESQUE (1, 5)  
Jean Georges HARMELIN (3, 5)  
Alain JEUDY DE GRISSAC (4)  
Ezzedine AKKARI  
Ali DARGOUTH

### Analyse des prélèvements :

Naceur BEN MAIZ (1) : algues  
Jean Georges HARMELIN : Bryozoaires  
Françoise LABOREL-DEGUEN : Patella  
Michel MARCHADOUR (5) : sédimentologie  
Gérard PERGENT (1) : Posidonia oceanica

### Illustration et maquette :

Fabrice DI-SANTO (5)  
Vincent GRAVEZ (5)  
Michel MARCHADOUR (5)  
Béatrice TRINKL (5)

### Dactylographie :

Béatrice TRINKL (5)

### Photographies :

Jean Georges HARMELIN (3)  
Alain JEUDY DE GRISSAC (4)

### Adresses :

(1) Laboratoire d'Ecologie du Benthos et de Biologie Végétale Marine, Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille cedex 9, France.

(2) Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et des Pêches (INSTOP), 2025 Salammbô, Tunisie.

(3) Station Marine d'Endoume, Centre d'Océanologie de Marseille, Rue de la Batterie des Lions, 13007 Marseille.

(4) Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), 1196 Gland, Suisse. RAC/SPA C° INSTOP, 2025 Salammbô, Tunisie.

(5) Groupement d'Intérêt Scientifique Posidonie (GIS POSIDONIE), Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille cedex 9 et Le Hameau Agricole, 83400 Porquerolles, France.

## 1. AVANT PROPOS

par A. JEUDY DE GRISSAC et K. BEN MUSTAPHA

Dans le cadre du programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUÉ), et plus particulièrement du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM), les pays contractants de la Convention de Barcelone (15 ii 1976) ont mis en place un protocole relatif aux aires spécialement protégées de Méditerranée (3 iv 1982). Ce protocole prévoit dans ses articles 3 et 4 :

### Article 3

1. Les parties créent dans la mesure du possible, des aires protégées et elles s'efforcent de mener les actions nécessaires pour en assurer la protection et, le cas échéant, la restauration, dans les plus brefs délais.

2. Ces aires sont créées dans le but de sauvegarder en particulier :

- a) - des sites présentant une valeur biologique et écologique,
  - la diversité génétique des espèces ainsi que des niveaux satisfaisants pour leur population, leurs zones de reproduction et leurs habitats,
  - des types représentatifs d'écosystèmes et les processus écologiques ;
- b) - des sites représentant une importance particulière en raison de leur intérêt scientifique, esthétique, historique, archéologique, culturel ou éducatif.

### Article 4

Les Parties au présent protocole élaborent et adoptent lors de leur première réunion, en collaboration si nécessaire avec les organisations internationales compétentes, des lignes directrices et, en tant que de besoin, des normes ou critères communs concernant notamment :

- a) le choix d'aires protégées ;
- b) la création d'aires protégées ;
- c) la gestion des aires protégées ;
- d) la notification de renseignements sur les aires protégées.

Pour réaliser ces objectifs, les premières actions engagées sont les suivantes :

(i) La mise en place d'un Centre Régional d'Activités pour les Aires Spécialement Protégées (RAC/SPA) à Tunis;

(ii) Le recensement de toutes les aires protégées, marines et côtières, existantes et potentielles, de la Méditerranée;

(iii) L'incitation à la création de nouvelles aires protégées;

(iv) La réalisation d'un guide des critères de choix pour la sélection, la création et la gestion de ces aires. Ce guide des critères doit avoir pour base des études de cas réalisées dans divers pays méditerranéens.

La première étude de cas concerne l'île de Zembra (Tunisie); une mission océanographique y a été organisée du 15 au 26 v 1986. Elle avait pour but principal l'évaluation de la qualité du milieu marin et côtier, du point de vue biologique, géologique et paysager, avec comme aspect plus particulier la recherche des espèces rares ou menacées.

Cette mission a pu être réalisée grâce aux efforts conjoints des programmes, organismes et laboratoires suivants :

- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement),
- UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature),
- RAC/SPA (Centre Régional d'Activités pour les Aires Spécialement Protégées),
- GIS Posidonie,
- INSTOP (Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et des Pêches de Salammbô, Tunisie),
- Centre d'Océanologie de Marseille (Station Marine d'Endoume),
- Laboratoire d'Ecologie du Benthos de la Faculté des Sciences de Luminy, Université d'Aix-Marseille II.

## 2. L'ILE DE ZEMBRA

par A. JEUDY DE GRISSAC

### 2.1. HISTOIRE

Les îles de Zembra et de Zembretta (39°6'N, 10°48'E; Fig. 1, 2 et 3) sont les anciennes îles Egimures (ou Aegimures) des romains, nom dont la sonorité se retrouve dans le nom arabe de Djouameur ou Jamour (Jamour-el-Kebir, l'île principale et Jamour-es-Seghir, la plus petite). Le nom de "Zembra", qui est d'origine italienne, pourrait s'expliquer par les alternances de roches de couleurs différentes qui la font paraître zébrée, vue de la mer (Fig. 42 et 43).

Pline, de même que Servius, rapportent que ces îles, jadis habitées, se seraient enfoncées en partie dans la mer. Selon Polybe, c'est sur Zembra que fut signé avec les romains le traité par lequel les carthaginois fixaient les limites de leur domination et interdisaient à tout navire de doubler le Promontorium Pulchri (l'actuel Cap Bon), sans doute dans le but d'empêcher les romains de connaître les empories situées dans le Bysacium et la petite Syrte, et dont la fertilité aurait pu les tenter (WEYLAND, 1926).

C'est dans les îles Egimures que les carthaginois venaient parfois faire des sacrifices et accomplir des cérémonies religieuses (il reste sur l'île de Zembra des tombes puniques); de là leur vient sans doute, tout autant que leur forme, le nom d'"autels de Neptune" qui leur est attribué par les romains. Ces sacrifices ont peut-être été accueillis avec faveur par le dieu des eaux, puisque Neptune manifesta sa satisfaction en faisant jeter par la tempête sur ces écueils la flotte qu'amenaient en 203 av. J.C., contre Carthage, Octavius; celui-ci fut moins heureux que Scipion l'Africain qui, l'année précédente, avait simplement failli y briser ses vaisseaux. Enfin, certains voient dans les îles Egimures la position du naufrage d'Enée, décrit par Virgile (WEYLAND, 1926). On a dégagé, dans le village actuel, à peu de distance de la mer, les restes d'une villa avec une mosaïque.

Plus récemment, on note au XIX<sup>e</sup> siècle l'occupation de l'île par des italiens fuyant la répression de Garibaldi, puis la construction d'un centre de vacances (bungalows et bâtiment de services) qui a fonctionné de 1967 à 1976, et enfin l'installation dans ces mêmes bâtiments d'une unité de l'armée tunisienne à partir de 1977, date de la création du Parc National des îles Zembra et Zembretta.

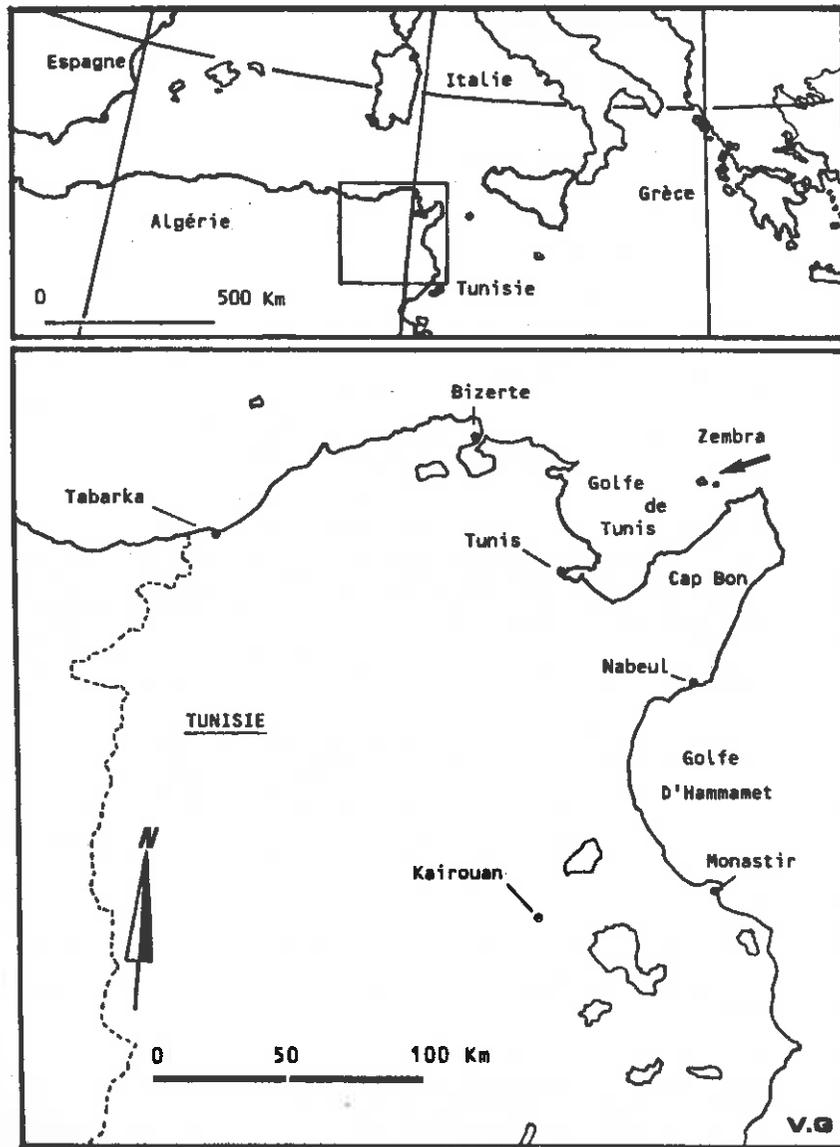


Fig. 1 : Localisation (flèche) de l'île de Zembra (Golfe de Tunis, Nord de la Tunisie).

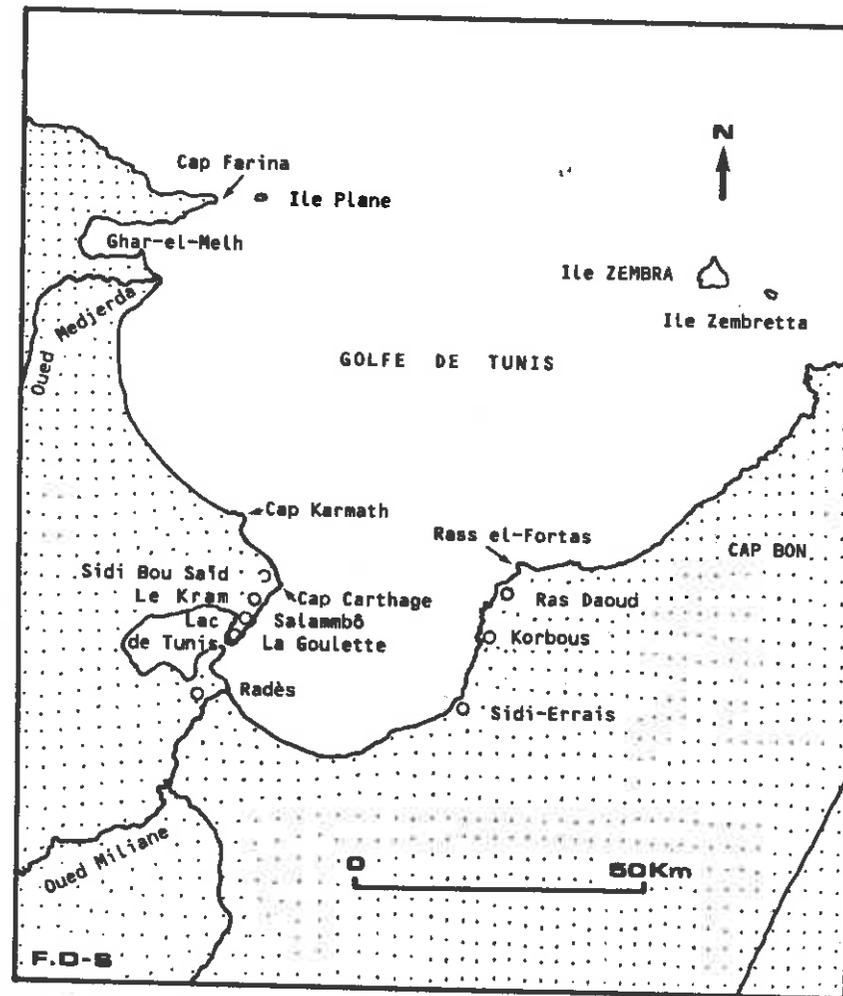


Fig. 2 : Carte de détail du Golfe de Tunis, et position des îles Zembra et Zembretta,

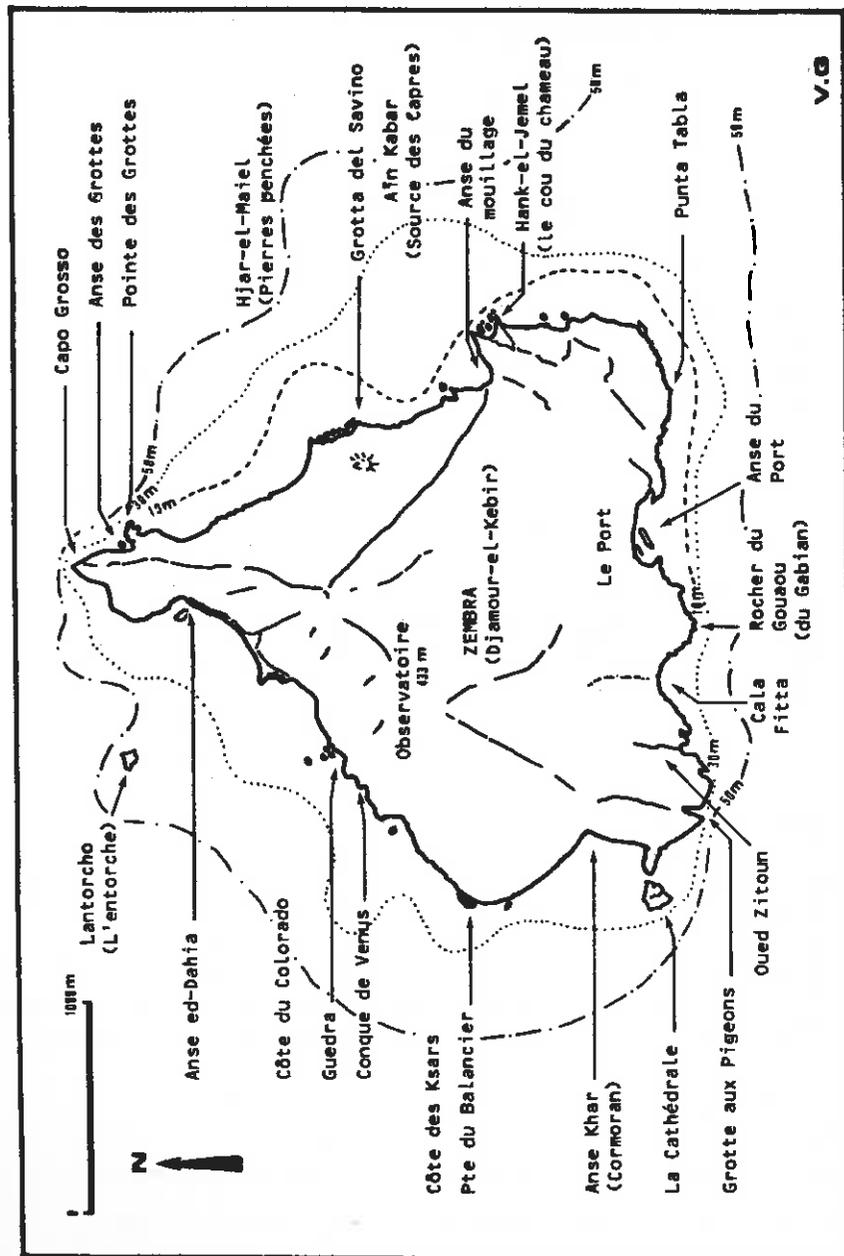


Fig. 3 : Carte de détail de l'île de Zembra (trait de côte d'après carte SHOM).

## 2.2. TOPONYMIE

La toponymie de Zembra, où voisinent des noms arabes, latins, Italiens et français, souvent sans correspondance entre eux, reflète bien l'histoire de ces îles (Fig. 3, Tabl. 1).

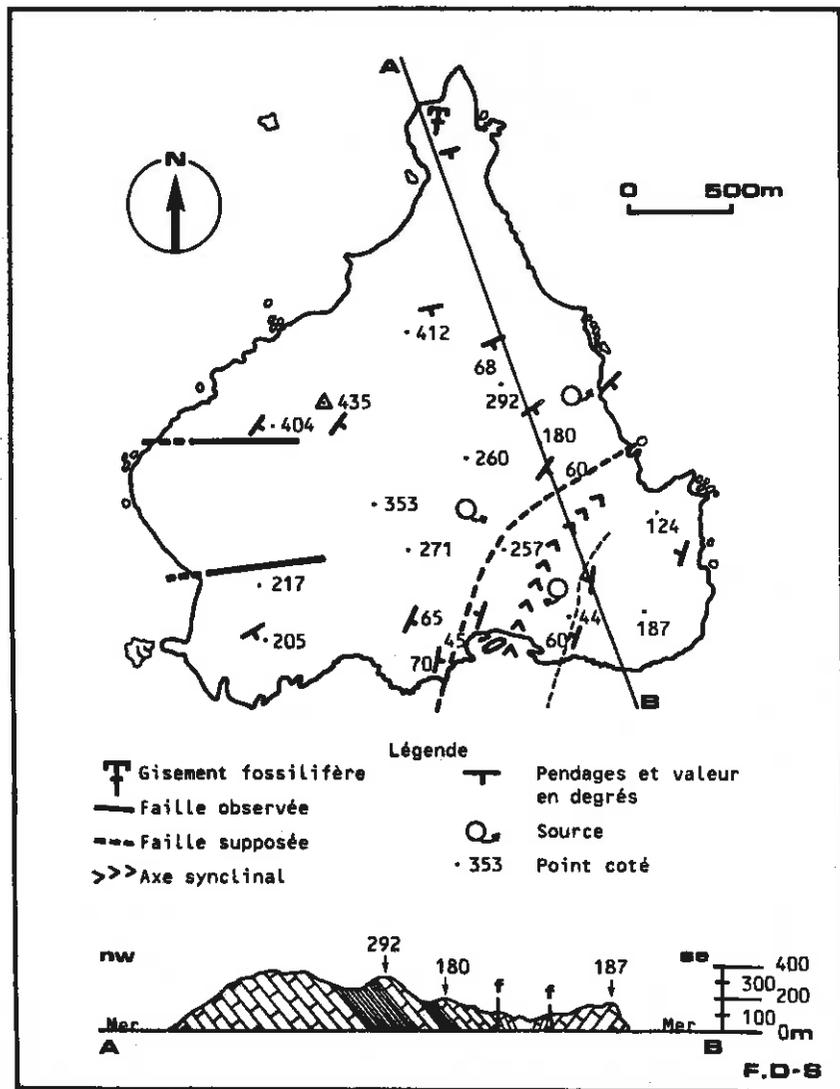
Tabl. 1 : Toponymie des îles Zembra et Zembretta et des lieux-dits qui s'y trouvent, et correspondance entre les noms arabes, latins, français et italiens.

Nom arabe	Nom latin	Nom français	Nom italien
Jamour ou Djouameur	Aegimures ou Egimures		Zembra et Zembretta
Jamour-el-Kebir	Autel de Neptune		Zembra-Simbolo
Jamour-es-Seghir			Zembretta-Simboletto
		Anse du Port	Monte Farconi
Hank-el-Jemel		Les Pierres Plates	Punta Tabla
Ain Kabar		Cou du Chameau	Punta del Camello
Hjar-el-Maïel		Anse du Mouillage	
		Source des Cèpres	Grotta del Savino
Ed-Dahia		Pierres penchées	
Guedra		Pointe des Grottes	Capo Grosso
Ksar		Cap Gros	Lantorcho
Khar		L'entorche	
Qued Zitoun		Anse du Perdu	
		Côte du Colorado	
		Anse des Hermites	
		Conque de Vénus	
		Pointe du Balancier	
		Anse des Cormorans	
		Cathédrale	
		Grotte aux Pigeons	
El Gousou		Rocher du Gabian	Cala Fitta

## 2.3. GEOLOGIE

Le Golfe de Tunis doit son origine à un vaste fossé d'effondrement situé sur le prolongement de la grande transversale de Zaghouan, faille de direction Nord-Sud affectant l'ensemble de la Tunisie et dont l'axe passe à quelques km seulement à l'Ouest de Zembra (CASTANY, 1955); il s'y accumule des sédiments très fins (vases et vases sableuses) apportés par les Oueds Medjerda et Miliane (LUBET et AZOUZ, 1969; AZOUZ, 1973); l'épaisseur des sédiments non consolidés, d'origine surtout Oligocène et Miocène, serait comprise entre 175 m au Sud (fond du Golfe) et 450 m au milieu de la radiale Kamarth-Zembra (MURAOUR, 1959; PI-MIENTA, 1959).

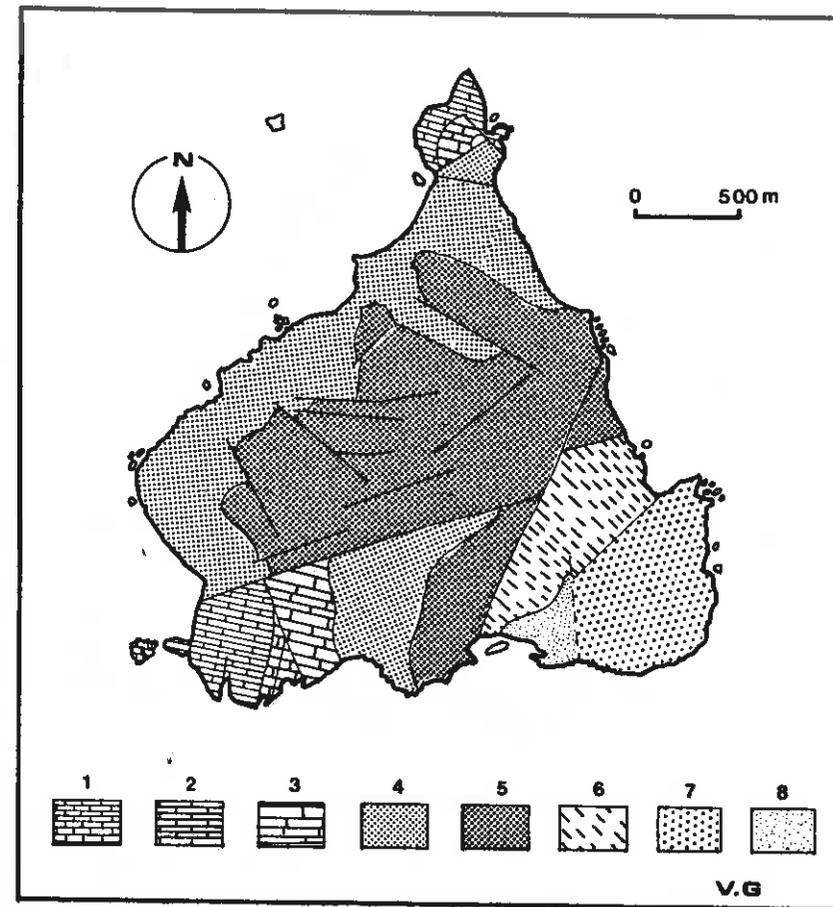
Du point de vue structural, l'île de Zembra présente une série monoclinale faillée de façon importante (ARNOULD et DOLLE, 1954).



L'île de Zembra est constituée par une série stratigraphique allant des calcaires massifs gris coquilliers du Crétacé supérieur aux argiles et grès fins du Miocène (ZARGOUNI et TRUILLET, 1986). La succession peut être détaillée comme suit :

(i) calcaires Turonien supérieur à Coniacien de la Cathédrale (Fig. 4 bis : 1) ;

(ii) calcaires Eocènes du Capo Grosso, de l'Entorche et de la pointe Sud-Ouest (Fig. 4 bis : 2) ;



(iii) bancs de calcaires plus ou moins gréseux et de grès du Stampien (Fig. 4 bis : 3) ;

(iv) suivis par une série gréseuse de l'Oligocène occupant tout le centre de l'île (Fig. 4 bis : 4 et 5) ;

(v) argiles et série argilo-gréseuse du Sud-Est de l'île d'âge Miocène (Fig. 4 bis : 6 et 7) ;

(vi) alluvions récentes (Fig. 4 bis : 8).

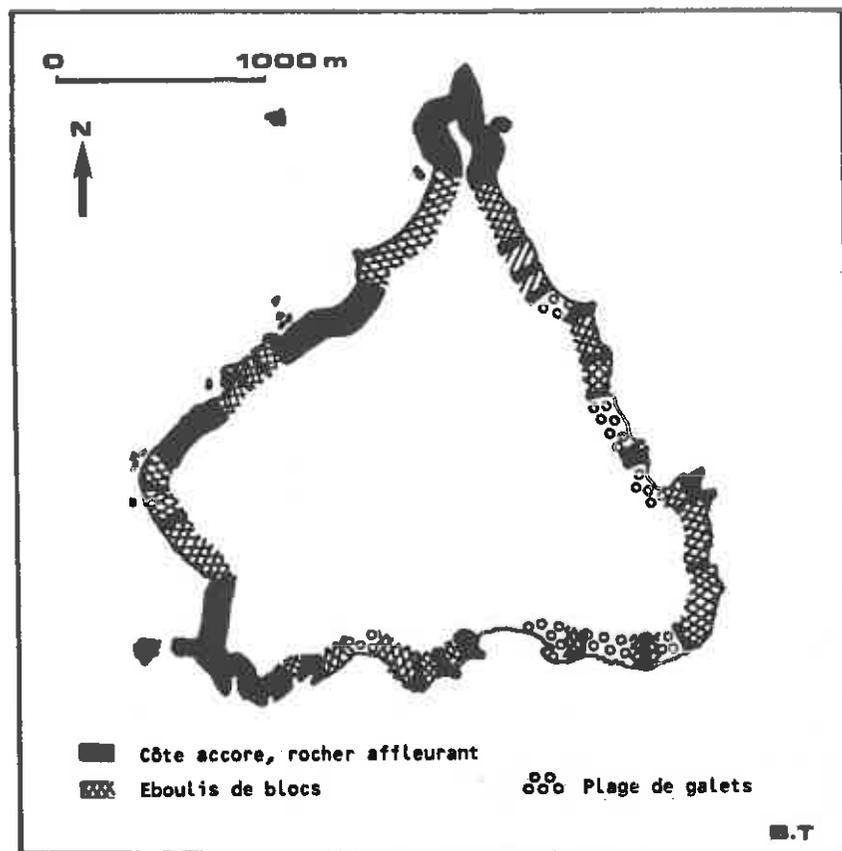


Fig. 5 : Morphologie littoral autour de l'île de Zembra.

#### 2.4. MORPHOLOGIE TERRESTRE, LITTORALE ET SOUS-MARINE

La côte de Zembra est accore, avec des falaises verticales atteignant jusqu'à 200 m de haut (Capo Grosso, Fig. 39), des éboulis importants, et de rares plages de galets et blocs arrondis (Fig. 5). L'altitude moyenne de l'île dépasse les 200 m et elle culmine à 433 m à l'Observatoire (Fig. 39). On peut distinguer trois parties dans l'île :

(i) La côte Ouest, entre la Cathédrale (Fig. 40) et le Capo Grosso (Fig. 39), avec des falaises imposantes (Côte du Colorado, Côte des Ksars : Fig. 42) et des paysages d'une très grande beauté.

(ii) La côte Est, aux formes moins abruptes et aux reliefs moins accusés du Nord vers le Sud; la Pointe des Grottes est creusée de nombreuses grottes aériennes.

(iii) La face Sud, avec la vallée dans laquelle sont installés le village et le port, bordée de part et d'autre par les deux ensembles précédents.

Au regard de la morphologie terrestre et littorale, on aurait pu s'attendre à une morphologie sous-marine plus impressionnante. Localement, autour du Capo Grosso, à l'Entorche (Fig. 57) et dans la zone Cathédrale-Grotte aux Pigeons, des falaises verticales se prolongent jusqu'à 40 à 50 m de profondeur, auxquelles font suite des fonds sableux aux pentes par endroits fortes. Ailleurs, ce sont des éboulis ou des plateaux sableux avec quelques témoins rocheux, dont les pentes sont relativement plus faibles sur les faces Est et Ouest (50 à 70 ‰), mais plus importantes au Sud (125 ‰).

#### 2.5. CLIMATOLOGIE

Le climat régional, d'après les relevés effectués au Cap Bon et à Tunis, présente les caractéristiques suivantes (BELLIL, 1976; BEN ALAYA, 1972) :

(i) La pluviométrie moyenne varie entre 450 et 600 mm par an (valeurs extrêmes 100 et 1582 mm), la saison sèche se situant entre Mai et Août.

(ii) Les températures moyennes annuelles se situent entre 17 et 18°C, avec un hiver peu marqué (Décembre à Mars), un minimum saisonnier compris entre 8 et 11°C et un maximum de 26°C (en Août).

(iii) En fréquences annuelles (Tabl. II), surtout si l'on considère les vents de 1 à 15 noeuds, tous les régimes sont représentés. Pour les vents de 15 à 31 noeuds, les régimes de Ouest à Nord (surtout Nord-Ouest) sont les plus importants. Pour les vents très forts supérieurs à 31 noeuds, on retrouve le régime de Nord-Ouest à Ouest et épisodiquement le régime de Sud-Est (BELLIL, 1976; OFFICE DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1967). Bien que rares, ces coups de vents peuvent avoir sur les fonds des effets très importants.

Les vents de secteur Sud à Ouest sont peu représentés au printemps et en été. A l'automne et en hiver, c'est le secteur Est dans son ensemble qui est le moins bien représenté. Les vents forts sont cantonnés dans la période hivernale (BELLIL, 1976).

Tabl. II : Vents enregistrés à Tunis-Goulette (relevés à 6h, 12h et 18h), pour la période allant de 1951 à 1970. Fréquences selon les directions. C = calme.

Direction des vents	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Fréquence (en %)	12	11	08	09	06	13	13	18	09

## 2.6. HYDROLOGIE MARINE

L'île de Zembra est sous l'influence du courant général de la Méditerranée, des eaux du Golfe de Tunis et des interactions entre les régimes de vent, de houle et la morphologie côtière et sous-marine.

Le courant général de la Méditerranée occidentale (BERNARD, 1958; ALLAIN, 1960; LACOMBE et TCHERNIA, 1960) effectue une rotation léogyre et circule d'Ouest en Est le long des côtes du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie; une branche de ce courant, de direction NW-SE, se dirige vers la Méditerranée orientale, en passant par le seuil Siculo-tunisien : au large du Golfe de Tunis, sa vitesse est estimée à 0.8 noeuds et son épaisseur de 75 à 100 m (GUYOT, 1951). La veine d'eaux atlantiques entrant par Gibraltar et entraînée le long des côtes de l'Afrique du Nord se traduit sur le plan bio-géographique par la présence d'espèces atlantiques.

Le Golfe de Tunis peut être divisé en deux parties :

(i) La partie la plus interne (Tunis-Goulette), où la circulation est réduite; des polluants (ANDREN et HADJ ALI SALEM, 1978) et du matériel fin arrivent en quantité importante (érosion, lac de Tunis), ainsi que des sédiments grossiers mal calibrés provenant de l'Oued Miliane, dont le bassin versant s'étend sur 2000 km<sup>2</sup>, et dont le régime est torrentiel (jusqu'à 200 m<sup>3</sup>/s) avec des crues violentes (JAUZEIN, 1967; LUBET et AZOUZ, 1969).

(ii) La partie la plus externe, fermée vers le large par les avancées de Char-el-Melh - Ile Plane à l'Ouest et de Zembra - Zembretta à l'Est, est soumise aux apports de la Medjerda; ce fleuve, dont le bassin versant s'étend sur 23 000 km<sup>2</sup>, a un débit moyen minimal de 30 m<sup>3</sup>/s, des crues moyennes de 600 à 800 m<sup>3</sup>/s et des crues catastrophiques de 1 500 à 3 500 m<sup>3</sup>/s : on a pu noter des pointes à 2 500 m<sup>3</sup>/s en 1969,

et à 3 500 m<sup>3</sup>/s en Mars 1973 (ANDREN et HADJ ALI SALEM, 1978; KALLEL et al., 1979). L'oued Medjerda apporte des sédiments très fins qui demeurent à proximité de la côte, sauf lors des périodes de grandes crues; l'apport annuel serait de 17 millions de Tonnes de sédiment, ce qui permet de rapprocher la Medjerda des fleuves qui construisent un grand delta (PIMIENIA, 1959).

Bien qu'il n'existe pas de courant permanent dans le Golfe de Tunis, on peut proposer un schéma de circulation moyenne (résultante annuelle) des eaux (Fig. 6A) en fonction de la circulation des masses d'eau à l'extérieur du Golfe de Tunis (GUYOT, 1951), des données de BELKHIR et al. (1983) et d'observations personnelles sur le littoral. Les eaux de la zone Tunis-Goulette, tout comme les eaux de la Medjerda, peuvent donc apporter jusqu'à Zembra des sédiments fins en suspension.

L'île de Zembra, par sa situation à l'entrée Est du Golfe de Tunis, voit venir des trains de houle de directions et donc de distances différentes (Fig. 6B) :

- Pour le secteur 300° à 330°, le fetch est de 880 km depuis les côtes espagnoles.
- Pour le secteur 330° à 350°, le fetch est de 250 km depuis la Sardaigne.
- Pour le secteur 350° à 60°, le fetch est de 500 à 600 km depuis l'Italie.
- Pour le secteur 60° à 90°, le fetch est de 130 à 200 km depuis la côte sicilienne.

Les paramètres de la houle (amplitude et période) arrivant sur un site sont fonction de la vitesse du vent, de sa durée d'action, et de son "fetch" (distance marine sur laquelle il agit) (Tabl. III). Le secteur le plus actif, compte tenu des vents et de l'exposition, est donc le secteur Nord-Ouest (880 km de fetch et vents les plus forts); ceci explique certaines particularités sédimentologiques et biologiques de la face Ouest de Zembra.

Tabl. III : Amplitude H (en m) et période T (en s) de la houle générée par des vents de 20, 30 et 40 noeuds agissant pendant 12 et 25 h avec un fetch de 200 et 500 km. 1 noeud = 1.8 km/h.

Fetch	200 km						500 km					
	Durée d'action du vent											
	12 h		12 h		25 h		12 h		12 h		25 h	
Vitesse du vent (en noeuds)	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T
20	2.0	7.0	3.2	8.8	2.8	9.0						
30	3.5	8.5	5.0	10.5	5.5	11.2						
40	5.3	10.5	6.0	11.5	6.8	12.5						

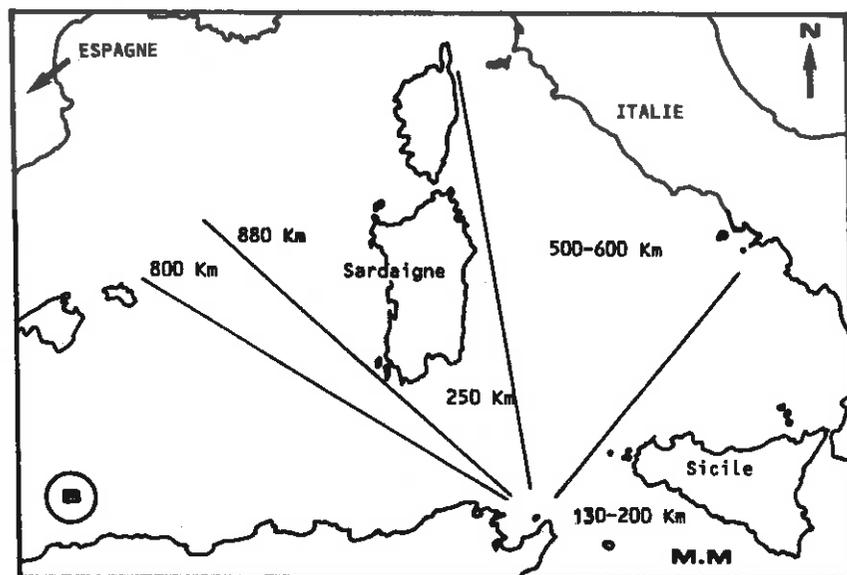
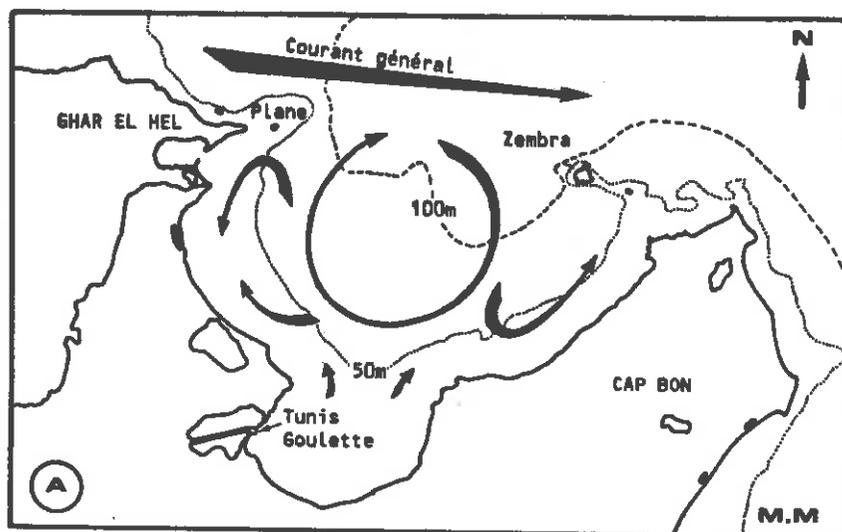


Fig. 6 : Approche de l'hydrologie marine autour de l'île de Zembra. A = Schéma régional de circulation moyenne des eaux (résultante annuelle). B = Fetch et secteurs de houle atteignant l'île de Zembra.

La marée est faible dans le Golfe de Tunis, comme dans la plus grande partie de la Méditerranée; BEN ALAYA (1972) observe, à Salammbô et à Sidi-Bou-Saïd, une dénivellation maximale de 0.6 m.

Si les eaux sont très turbides à l'embouchure de la Medjerda et devant Salammbô, elles sont beaucoup plus claires devant Korbous et surtout au milieu du Golfe, entre Cap Carthage et Rass-el-Fortass (Tabl. IV), où la profondeur de disparition du disque de Secchi atteint 33 m en Octobre (BEN ALAYA, 1972).

Tabl. IV : Profondeur de disparition (en m) du disque de Secchi en diverses stations du Golfe de Tunis (d'après BEN ALAYA, 1972).

Stations	Janvier	Mars	Juin	Octobre
Embouchure de la Medjerda	0.8	1.2	1.7	2.5
Salammbô	1.8	2.8	16.0	14.0
La Goulette, face au port	1.2	1.0	2.5	1.5
Radès	1.2	0.8	2.5	1.5
Korbous	17.0	16.0	24.0	30.0
Milieu du Golfe	15.2	14.5	25.0	33.0

Les eaux superficielles (50 premiers mètres) du Golfe de Tunis sont généralement d'origine atlantique (salinité un peu inférieure à 37 ‰), surtout en hiver et au printemps, ou résultent du mélange d'eau atlantique et méditerranéenne (salinité comprise entre 37 et 37.5 ‰) (AZOUZ, 1973). Les données de BRANDHORST (1977), dont les stations 64 et 146 sont situées à proximité de Zembra, de LUBET et AZOUZ (1969), dont la station 4 est située dans l'axe Medjerda-Zembra, et les cartes de GUYOT (1951), confirment ces conclusions.

Dans une station située au centre du Golfe de Tunis, dans l'axe Medjerda - Cap Bon, où la température pourrait être comparable à celle des eaux qui baignent Zembra, la température des eaux de surface est de 14.6°C en hiver et 22.3°C en été (AZOUZ, 1973) (Tabl. V). Ces valeurs ne sont pas en contradiction avec celles que l'on peut déduire, pour l'eau de surface de Zembra, des cartes publiées par BRANDHORST (1977 : 16°C en Avril-Mai, 21°C en Juin-Juillet, 22°C en Septembre-October) et par GUYOT (1951 : 14.7°C en Mars, 22°C en Juin).

Tabl. V : Température des eaux (en °C) dans le centre du Golfe de Tunis (37°03'30''N, 10°36'E), en 1969-1970 (d'après AZOUZ, 1973). Profondeur en m.

Profondeur	Saison	Hiver	Printemps	Été	Automne
0		14.6	16.0	22.3	19.8
20		14.8	15.4	22.0	19.0
50		15.1	15.2	20.0	17.3
100		14.4	14.3	15.6	15.2

## 2.7. STATUT ACTUEL DES ILES

Les îles de Zembra et Zembretta constituent depuis 1977 un Parc National terrestre, avec un Parc Marin sur 1.5 miles autour de Zembra (loi du 1<sup>er</sup> iv 1977, décret 77-340, ANNEXE I). Depuis cette date, la gestion de l'île a été confiée aux militaires et les locaux du Centre de vacances sont occupés et entretenus par une garnison réduite en hiver (10 hommes environ, et les familles des officiers), plus importante en été (séjour d'officiers). On note en outre la présence d'un garde forestier qui surveille plus particulièrement la faune et la flore terrestres.

L'accès de l'île n'est autorisé qu'en cas d'urgence et pour des groupes dûment accrédités ayant demandé une autorisation au Ministère de la Défense Nationale. Des séjours d'étude et de reconnaissance ont été effectués au cours des dernières années par des scientifiques (Université de Tunis, groupes étrangers et représentants de l'Association des Amis des Oiseaux - Tunis) ou par des organismes associatifs (Club de Plongée de La Marsa).

## 3. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE MILIEU MARIN

par C.F. BOUDOURESQUE

Les peuplements benthiques des côtes continentales du Golfe de Tunis, à la sortie duquel se trouve l'île de Zembra, ont fait l'objet de nombreux travaux; nous mentionnerons en particulier les travaux de LUBET et AZOUZ (1969) et AZOUZ (1973) sur le peuplement des fonds meubles, de CHAMBOST (1928) et MOLINIER et PICARD (1954) sur les biocénoses superficielles et les herbiers de Phanérogames marines, de BEN ALAYA (1969, 1972) sur les herbiers de Phanérogames marines, de BEN ALAYA (1970, 1972) sur la flore algale, de BOUDOURESQUE (1970) sur les peuplements algaux du Cap Bon, de PRUNUS et PANTOUSTIER sur les Isopodes littoraux. La cuvette profonde du golfe est recouverte par une couche sablo-vaseuse interrompue dans certains endroits par un fond coralligène (notamment dans la région de Rass-el-Fortass) ou par un banc rocheux dans l'axe Cap-Farina-Zembra (AZOUZ, 1968); les sédiments sont occupés en majeure partie par les biocénoses du Détritique Côtier (DC) et des Vases Terrigènes Côtiers (VTC) (LUBET et AZOUZ, 1969; AZOUZ, 1973).

Relativement proche de Tunis, épargnée par l'urbanisation, l'île de Zembra et ses paysages exceptionnels a attiré de nombreux scientifiques dont les observations ponctuelles sont malheureusement dispersées dans une multitude de publications.

La flore algologique de Zembra a été étudiée par BOUDOURESQUE (1970, 1973) et BEN MAIZ (1984); on trouve également quelques espèces mentionnées de Zembra et Zembretta dans les travaux de BOUDOURESQUE et DENIZOT (1975), FELDMANN (1931a) et HAMEL (1939); au total, 83 taxons ou stades (2 Bangiophyceae, 53 Florideophyceae, 17 Phaeophyceae, 4 Chlorophyceae et 7 Bryopsidophyceae) sont mentionnés de ces îles (cf ANNEXE II).

Les Scléractiniaires (Anthozoa) de Zembra ont été étudiés par ZIBROWIUS (1980), qui y observe Astroides calycularis, Balanophyllia europaea, Caryophyllia inornata, Cladopsammia rolandi, Cygnia annulata, Hoplantia durotrix, Madracis pharensis, Phyllangia mouchezii, Polycyathus muelleræ, Leptopsammia pruvoti.

Dans un travail sur les Gastéropodes du Golfe de Tunis, FEKIH et GOUGEROT (1974) mentionnent 43 espèces et variétés de Zembra : Alvania cancellata, A. cimex, A. montagui var. algeriana, Bittium reticulatum, Buccinulum corneum, Cantharus d'orbigny, Cerithiopsis tu-

bercularis, Chauvetia minima var. mamillata, Clanculus corallinus, Columbella rustica, Conus mediterraneus, Coralliophila babelis, Diodora gibberula, D. graeca, D. italica, Fissurella nubecula, Folinia costata, Gibberula clandestina, G. miliaria, Gibbula umbilicaris, Gourmya vulgata, Hinia costulata, H. incrassata, Hyalina secalina, Melanella polita, Monodonta mutabilis, Murex brandaris, Naytiopsis granum, Neverita josephina, Patella caerulea, P. rustica, Payraudeautia intricata, Pirenella conica, Rissoina bruguieri, Roxania utriculus, Smaragdia viridis, Sphaeronassa mutabilis, Tornus subcarinatus, Tricolia pulla, T. speciosa, Triphora perversa, Trunculariopsis trunculus, Turbonilla rufa.

La patelle géante Patella ferruginea, espèce endémique de la Méditerranée et dont l'aire géographique n'a cessé de se rétrécir au cours des dernières décennies, est signalée de Zembra, mais aussi des côtes du Golfe de Tunis (Tunis, Korbous) et de l'extrémité du Cap Bon, par ARNOULD (1955).

Sur la face Sud de Zembra, entre 7 et 15 m de profondeur, FOREST et GUINOT (1956) ont récolté les Crustacés Décapodes et Stomatopodes suivants : Athanas laevirhynchus, Palaemon xiphias, Pontonia pinnophyllax, Pagurus pridauxi, P. cuanensis, Illa nucleus, Macropipus arcuatus, M. barbarus, M. corrugatus, Xantho pilipes, Lambrus massena, Maia verrucosa, Pisa tetraodon, Inachus dorhynchus, Macropodia longirostris.

Dans son travail sur les Echinodermes de Tunisie, CHERBONNIER (1956) mentionne de Zembra les oursins réguliers Arbacia lixula, Psammechinus microtuberculatus et Paracentrotus lividus; il précise que ce dernier est représenté par de très nombreux individus sur les rochers battus de la côte Nord. L'auteur mentionne également, récoltés sur les fond sableux de la côte Sud, entre 7 et 15 m de profondeur, les oursins irréguliers Echinocardium flavescens, Echinocyamus pusillus et Brissus unicolor (ces deux derniers uniquement morts) et l'holothurie Holothuria tubulosa. Dans les fonds vaseux circalittoraux situés à l'Ouest de Zembra, AZOUZ (1968) signale l'abondance d'Astropecten irregularis subsp. pentacanthus.

Selon DELEUIL (1954, 1955), le cormoran huppé Phalacrocorax aristotelis niche en grand nombre à Zembra et Zembretta. Le puffin cendré Calonectris diomedea niche à Zembra : il occupe l'île de Février à Octobre, puis les jeunes se dispersent au large; le puffin yelkouan Puffinus puffinus, qui sillonne en tous sens le golfe de Tunis, niche peut-être à Zembretta. Le goéland Larus argentatus quant à lui niche de façon certaine, en très grand nombre (peut-être 1000 individus), à Zembretta. Le goéland d'Audouin Larus audouinii est présent en hiver et au printemps. Des Fou de Bassan Sula bassana jeunes et adultes se posent chaque année sur les îles, tandis que des macareux moines Fratercula arctica et même des pingouins macropptères Alca torda y ont été vus irrégulièrement.

Le phoque moine Monachus monachus existait encore à Zembra et Zembretta en 1973 (BOULVA, 1975); l'individu de 1.3 m de long qui s'est noyé dans un trémail posé au fond du Golfe de Tunis (Radès) en Février 1971 (BEN OTHMAN et al., 1971) venait sans doute de Zembra plutôt que de la Galite comme le suggèrent les auteurs. Les derniers phoques moines de Zembra auraient été tués en 1976 par des touristes italiens (ASFLOUR, comm. verb.); la mention de "25 couples signalés récemment à Zembra", dans un travail fort mal documenté (HUNNAN, 1980), n'est pas à prendre en considération.

BELLAIR (1954) a étudié le sable de l'Anse du Port; la proportion de calcaire n'est que de 5% (débris de coquilles); la majorité des grains a un diamètre compris entre 60 et 200 µm; en dehors du quartz, qui est dominant, le seul minéral abondant est un pyroxène du type augite; à un gros stock d'origine locale s'ajoutent des éléments d'origine volcanique lointaine.

#### 4. MATERIEL ET METHODES

par C.F. BOUDOURESQUE, J.G. HARMELIN et A. JEUDY DE GRISSAC

L'ensemble des observations, à l'exception de celles concernant les étages supralittoral et médiolittoral, et les premiers centimètres de l'Infralittoral, ont été réalisées en plongée en scaphandre autonome. L'étagement adopté est celui exposé par MOLINIER et PICARD (1953), PERES et MOLINIER (1957) et PERES et PICARD (1964); les profondeurs sont lues sur un bathymètre de précision (au delà de 3 m de profondeur), ou mesurées par rapport au zéro biologique, limite entre les étages médiolittoral et infralittoral (en deça de 2.5 m de profondeur).

##### 4.1. LES STATIONS

Les stations explorées (Fig. 3) sont numérotées de 1 à 20 :

1. Intérieur du port
2. Côté externe des digues du port
3. Anse du Port
4. Sud de Hank-el-Jemel
5. Hank-el-Jemel
6. Anse du Mouillage
7. Aïn Kabar
8. Grotta del Savino
9. Pointe et Anse des Grottes
10. Pointe du Capo Grosso
11. Côté Ouest du Capo Grosso
12. L'Entorche
13. Ed Dahia
14. Guedra
15. Anse Khar
16. Passe et face Sud de la Cathédrale
17. Face Nord de la Cathédrale
18. Face, Sud-Ouest de la Cathédrale
19. Grotte aux Pigeons
20. "Faille" de Zembretta

##### 4.2. OBSERVATIONS GENERALES

Transects : Un certain nombre d'observations ont été réalisées le long de lignes droites, de la côte vers le large, et sont résumées schéma-

tiquement sur des transects (ou radiales) et des blocs diagrammes. Dans la majorité des cas, il ne nous a pas été possible, compte tenu du temps disponible, de dérouler un ruban gradué sur le fond (MEINESZ et SIMONIAN, 1983); le profil des transects a été reconstitué approximativement, à partir des notes prises en plongée (profondeurs, pente, cap, etc), et du positionnement sur la carte du début et de l'extrémité du transect. Lorsque les transects sont basés sur des mesures précises, cette indication figure en légende ("cotés exactes"). Seules quelques espèces dominantes ou remarquables ont été figurées sur les transects; leur taille est toujours plus ou moins fortement exagérée; les symboles adoptés, identiques pour une espèce ou un peuplement donné tout au long de ce rapport, ne sont généralement pas rappelés sur les figures, et sont regroupés Fig. 7.

Echelle simplifiée d'abondance : En dehors des relevés phytosociologiques, nous avons exprimé l'abondance des espèces par RR (très rare), R (rare), AC (assez commun), C (commun) et CC (très commun).

Bio-concrétionnements : Nous parlons de bio-concrétionnement lorsque des individus morts de bio-constructeurs potentiels persistent sous les individus vivants, et que l'épaisseur du concrétionnement atteint ou dépasse 1 cm.

Visor et trottoir : Un visor est, à la base d'une falaise, une corniche surmontant une encoche; l'encoche entaille, sur une profondeur variable, la base de la falaise un peu au dessus du niveau moyen de l'eau. Un trottoir est un replat taillé par l'érosion (biologique et/ou mécanique) à la base d'une falaise, aux environs du niveau moyen de l'eau; le trottoir peut être "matelé" si une couche de bio-concrétionnement repose sur le replat d'érosion (DALONGEVILLE, 1980a); si l'érosion agit non seulement au dessus mais également au dessous du trottoir, celui-ci peut être surplombant; nous distinguons donc les trottoirs, constitués par de la roche mère en place, des bio-constructeurs ou encorbellements (par exemple à Lithophyllum lichenoides = L. tortuosum).

#### 4.3. LES RECOLTES SAUVAGES

Les Récoltes sauvages (notées RS.1 à RS.25 et RB.1 à RB.15) sont des prélèvements de faune et/ou de flore sans but quantitatif, effectués dans le cadre d'une plongée donnée, dans plusieurs biotopes différents ou dans un biotope plus particulier; ces récoltes sont destinées à vérifier la détermination d'espèces non identifiables in situ, et à compléter l'inventaire en ce qui concerne les espèces de petite taille.

#### 4.4. LES RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES

Les Relevés phytosociologiques (notés RP.1 à RP.16) sont des estimations quantitatives de la flore réalisées in situ dans des peuplements

aussi homogènes que possible (physionomie, espèces) occupant un biotope en apparence homogène (substrat, pente, exposition). La surface des relevés est généralement de 1 m<sup>2</sup>, matérialisée sur le fond par un cadre constitué par des double-mètres pliants (Fig. 9); cette surface est largement supérieure à l'aire minimale de toutes les phytocénoses étudiées en Méditerranée, qui est généralement comprise entre 200 et 900 cm<sup>2</sup> (BOUDOURESQUE, 1974; BOUDOURESQUE et BELSHER, 1979; CINELLI et al., 1977; COPPEJANS, 1977); dans le Méditerranéen, pour tenir compte de l'étroitesse des ceintures, la surface des relevés est inférieure à 1 m<sup>2</sup>.

L'Abondance et la Sociabilité de chacune des espèces susceptibles (par leur taille) d'être discernées sur le terrain ont été notées selon la méthode de BRAUN-BLANQUET (1928), telle qu'elle a été appliquée au milieu marin par MOLINIER (1960), GIACCONI et DE LEO (1966) et BOUDOURESQUE (1971). Il convient de noter que, de nombreuses algues, même abondantes, n'étant pas discernables sur le terrain (taille, homochromie, sous-strate), les espèces prises en compte dans un tel relevé ne représentent qu'une petite partie (10 à 20 %) des espèces réellement présentes, espèces que seul un relevé par prélèvement intégral au marteau et au burin et analysé au laboratoire serait susceptible de mettre en évidence (BOUDOURESQUE, 1970). Bien que ces relevés concernent essentiellement la flore, quelques espèces animales particulièrement importantes (par exemple Astroides calycularis dans l'Infralittoral, Patella ferruginea et Chthamalus stellatus dans le Méditerranéen) sont prises en compte.

Echelle d'Abondance (le Recouvrement est le pourcentage de la surface du substrat couvert, en projection verticale, par une espèce donnée) :

- + = espèce présente, mais dont le Recouvrement est négligeable;
- 1 = Recouvrement < 5%;
- 2 = Recouvrement compris entre 5 et 25 %;
- 3 = Recouvrement compris entre 25 et 50 %;
- 4 = Recouvrement compris entre 50 et 75 %;
- 5 = Recouvrement > 75 %.

Echelle de Sociabilité : la Sociabilité est notée de 1 (individus très régulièrement dispersés sur la surface du relevé) à 5 (tous les individus sont agglomérés en une tache unique); dans le cas des espèces coloniales, les colonies sont traitées comme un individu unique.

#### 4.5. LES HERBIERS A POSIDONIA OCEANICA

Lépidochronologie : Les bases (pétioles) des feuilles de Posidonia oceanica persistent sur les rhizomes, après la chute des limbes; elles portent alors le nom d'écailles. CROUZET (1981), PERCENT et al. (1983) et BOUDOURESQUE, CROUZET et al. (1983) ont mis en évidence, le long des rhizomes, des variations cycliques dans l'épaisseur des écailles. Chaque cycle, qui par convention (des écailles les plus anciennes aux plus récentes) va d'un minimum d'épaisseur (inclus), le point d'inversion, au minimum suivant (exclus), correspond à une année

<b>CYANOBACTERIA</b>	
	Cyanobactéries épilithes
	Cyanobactéries : corrosion en cupules
<b>FLORIDEOPHYCEAE</b>	
	Corallina elongata
	Corallinaceae en lames
	Delesseriaceae
	Laurencia elongata
	Nematium helminthoides
	Peyssonnelia non calcifiés
	Phyllophora nervosa
	Plocamium cartilagineum
	Schottera nicaeensis
<b>PHAEOPHYCEAE</b>	
	Cladostephus hirsutus
	Colpomemia sinuosa
	Cystoseira spinosa
	Cystoseira stricta
	Cystoseira zosteroides
	Dictyota dichotoma
	Dilophus fasciola
	Nemoderma tingitanum
	Padina pavonica
	Ralfsia verrucosa
	Sargassum vulgare
	Stypocaulon scorparium
<b>BRYOPSIDOPHYCEAE</b>	
	Codium bursa
	Halimeda tuna
	Udotea petiolata
	Valonia utricularis

<b>SPERMAPHYTA et formations liées aux phanérogames marines</b>	
	Cymodocea nodosa
	Posidonia oceanica
	Posidonia émergentes sur plan
	Posidonia immergées sur plan
	Feuilles mortes de posidonies en épave
	Matte morte
<b>FAUNE</b>	
	Astroides calycularis
	Chthamalus stellatus
	Eunicella singularis
	Lophogorgia ceratophyta
	Parazoanthus axinellae
	Patella ferruginea
	Patella rustica
	Peuplement d'éponges (Agelas dominant)
	Scleractiniaires (Cladopsammia dominant)
	Vermes
<b>TYPES DE SUBSTRAT</b>	
	Roche émergée
	Roche immergée
	Sable
	Sable vaseux
	Bio-concrétionnement

Fig. 7 : Récapitulatif des symboles utilisés pour représenter les espèces sur les transects et blocs diagrammes.

(PERGENT *et al.*, 1983); ces "années lépidochronologiques" ne correspondent pas aux années calendaires : à Port-Cros et à faible profondeur, elles vont à peu près de Février à Février (PERGENT *et al.*, 1983); par ailleurs, il s'agit des années de chute des feuilles, et non des années où ont vécu ces feuilles. Les bases des hampes florales se conservent et sont bien reconnaissables entre les écailles (GIRAUD, 1977a); elles sont intercalées entre des écailles épaisses correspondant à des feuilles tombées en été et nées 7 à 10 mois plus tôt (THELIN et BOUDOURESQUE, 1983), c'est à dire à l'automne précédent; un reste de hampe florale intercalé entre les écailles de l'année lépidochronologique 1985 témoignera donc d'une floraison ayant eu lieu à l'automne 1984 (PERGENT *et al.*, 1986; Fig. 10).

Des lots de 25 rhizomes orthotropes de *P. oceanica* terminés par un faisceau de feuilles (relevés notés RL) ont été récoltés en deux stations : à l'intérieur du port (RL.1 : -0.5 m) et au large du port (RL.2 : -8 à -17 m); les écailles sont arrachées du bas (des années les plus anciennes) vers le haut (le point végétatif et les feuilles vivantes); le nombre de cycles (d'années) rencontrés le long d'un rhizome est variable; seuls les rhizomes comportant au moins deux cycles complets ont été pris en compte. Le nombre d'écailles par cycle et la longueur du tronçon de rhizome correspondant ont été notés.

**Densité des herbiers à *Posidonia oceanica* :** Nous avons utilisé l'échelle de GIRAUD (1977b), basée sur la densité des faisceaux de feuilles au m<sup>2</sup>, légèrement simplifiée par regroupement des deux classes 300-400 et 150-300 faisceaux/m<sup>2</sup> en une classe unique :

- Type I : > 700 faisceaux/m<sup>2</sup>
- Type II : 400-700 faisceaux/m<sup>2</sup>
- Type III : 150-400 faisceaux/m<sup>2</sup>
- Type IV : 50-150 faisceaux/m<sup>2</sup>

Telle qu'elle se présente, avec ses classes très larges, cette échelle peut être utilisée pour une estimation empirique en plongée de la densité de l'herbier, sans dénombrements effectifs.

**Déchaussement des rhizomes de *P. oceanica* :** il a été mesuré en utilisant les conventions proposées par BOUDOURESQUE *et al.* (1980); quand le rhizome est horizontal (plagiotrope), le déchaussement est la hauteur qui sépare le sédiment de la base du rhizome; quand le rhizome est vertical (orthotrope), c'est la distance, diminuée de 2 cm, entre le sédiment et les ligules des feuilles les plus externes du faisceau de feuilles.

#### 4.6. DENOMBREMENT DE *PATELLA FERRUGINEA*

Les individus de *Patella ferruginea* ont été dénombrés (dénombrements notés DP.1 à DP.36) sur des tronçons de côte rocheuse relativement homogènes (pente, exposition) de 2 m de long, séparés d'environ 10 m les uns des autres (Fig. 8). Le plus grand diamètre de chaque individu est mesuré. On note la pente du substrat (en degrés : 0° = plancher

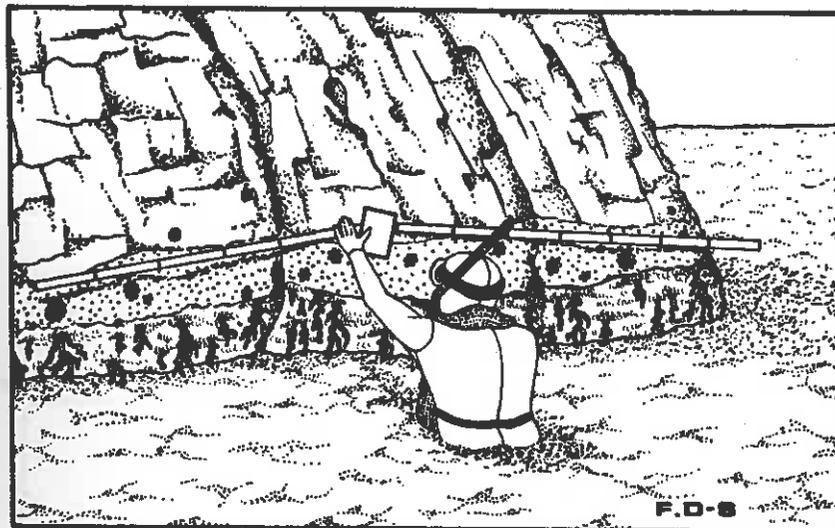


Fig. 8 : Dénombrement des individus de *Patella ferruginea* le long de tronçons de côte relativement homogènes de 2 m de long.



Fig. 9 : Plongeur effectuant un relevé phytosociologique à l'intérieur d'un cadre pliant en bois de 1 m x 1 m.

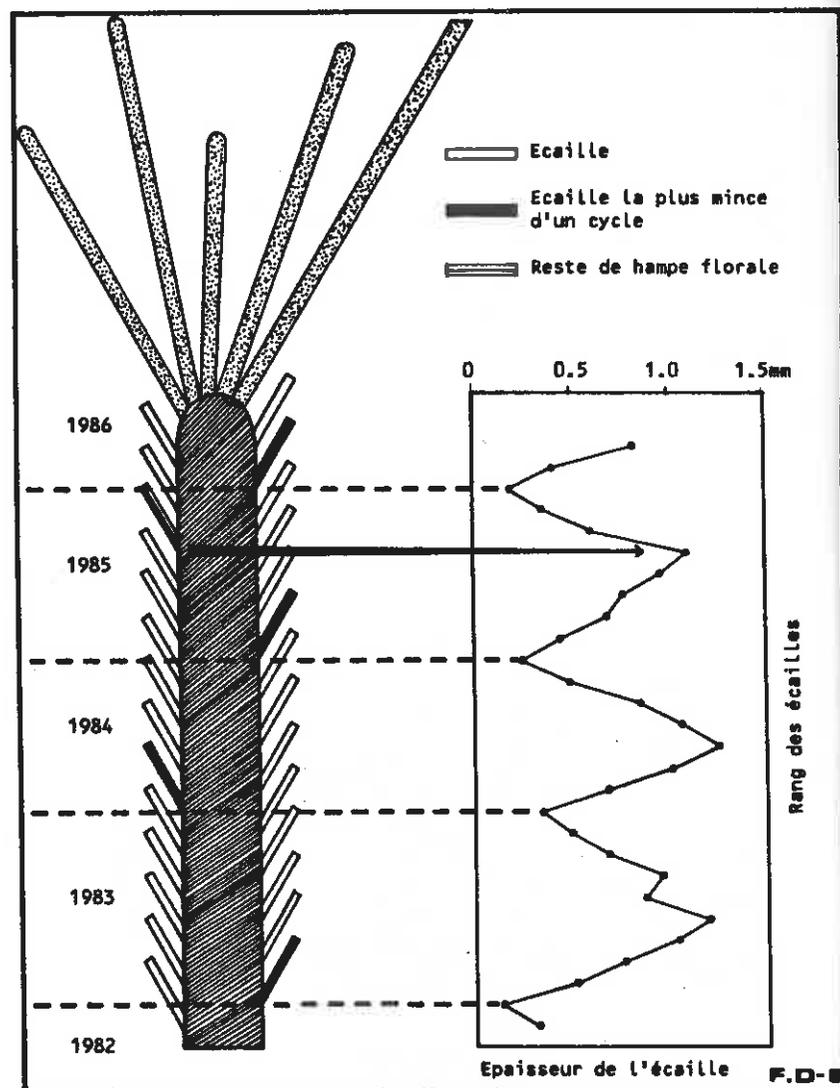


Fig. 10 : Recherche des restes de floraisons (bases de hampes florales) lors de l'analyse lépidochronologique d'un rhizome. Les écailles correspondant à un minimum d'épaisseur dans un cycle sont représentées en noir (à gauche); cycle d'épaisseur des écailles (à droite). Dans l'exemple (fictif) choisi, le reste de hampe florale, intercallé entre des écailles dont les limbes sont tombés entre Février 1985 et Février 1986, correspond à une floraison ayant eu lieu à l'automne 1984.

horizontal,  $90^\circ$  = paroi verticale,  $180^\circ$  = plafond horizontal), l'exposition, l'AVM (amplitude verticale du Méditerranéen, en cm); l'AVM constitue une approche commode de l'intensité de l'hydrodynamisme (BOUDOU-RESQUE et CINELLI, 1976); dans la pratique, c'est l'amplitude verticale de la répartition de *Chthamalus stellatus* qui a été mesurée.

#### 4.7. RELEVÉS ICHTYOLOGIQUES

L'inventaire des poissons a été effectué par relevés visuels. En raison du peu de temps disponible, la plupart de ceux-ci ont été limités à l'identification des espèces rencontrées dans les différentes tranches bathymétriques et secteurs bionomiques des sites explorés. Toutefois, trois relevés quantitatifs ont été faits selon la méthode préconisée par HARMELIN-VIVIEN et HARMELIN (1975) dont les modalités d'application, les possibilités d'exploitation et les biais encourus ont fait l'objet d'une synthèse récente (HARMELIN-VIVIEN et al., 1985). Cette méthode permet la notation rapide et simultanée du nombre et de la taille des individus des différentes espèces rencontrées sur des transects balisés (50 m x 5 m), situés à profondeur constante, grâce à l'utilisation de huit classes de groupement (1, 2-4, 5-9, 10-29, 30-49, 50-99, 100-200, >200) et de quatre classes de taille (petits, moyens, gros, très gros). Elle est utilisée pour le suivi des populations ichthyologiques du Parc National de Port-Cros (HARMELIN, 1984).

#### 4.8. SEDIMENTOLOGIE

Des échantillons de sédiments meubles (notés RG.1 à RG.16) ont été prélevés en plongée en 16 points, à l'aide de petits bocaux de verre de 20 cm<sup>3</sup>, permettant de récolter le sédiment de surface (sédiment mobile) sur une épaisseur de 2 cm.

Au laboratoire, les opérations suivantes ont été effectuées : séchage (étuve à  $50^\circ\text{C}$ ), lavage (sur un tamis de maille 0.063 mm pour séparer la fraction pélitique de la fraction sableuse), puis granulométrie classique (CHAMLEY, 1966). Les résultats sont exprimés en pourcentage de chaque fraction sédimentaire :

- pelites (inférieures à 63  $\mu\text{m}$ ),
- sables fins (de 63  $\mu\text{m}$  à 0.5 mm),
- sables moyens (de 0.5 à 2.0 mm),
- sables grossiers (supérieurs à 2.0 mm).

## 5. DESCRIPTION DES STATIONS

### 5.1. LE PORT

par : Charles F. BOUDOURESQUE

#### Physiographie des fonds

Le port est ouvert au Sud-Est (Fig. 11); il est peu profond (moins de 2 m, sauf au voisinage immédiat de l'entrée), en grande partie encombré par des blocs de rocher de toutes tailles dont certains approchent la surface de 20 cm à marée basse; le reste des fonds est vaseux ou sablo-vaseux. A l'exception du côté Nord-Est, occupé par un quai maçonné, les digues sont constituées par de simples empilements de blocs de rocher.

#### Les peuplements

On trouve, sur substrat meuble et sur blocs, des massifs de *Posidonia oceanica* dont les feuilles, fortement chargées d'épiphytes, émergent; l'un de ces massifs dessine un demi-cercle appuyé contre la digue Est, sorte de récif-barrière isolant un minuscule lagon (Fig. 11). Ce récif-barrière doit son origine à la protection de la digue, et semble en place depuis longtemps. La densité des faisceaux est élevée (Herbier de Type I); les points végétatifs ne sont qu'à 20-30 cm sous le niveau (par basse mer moyenne), de telle sorte que la croissance en hauteur ne se poursuit plus : les rhizomes sont plagiotropes, s'allongent de 3.0 à 4.5 cm/an (valeur estimée par la lépidochronologie), produisent 1 à 4 rhizome orthotropes-fils/an. L'épaisseur de la matse est au moins de 45 cm. A la périphérie des massifs de *P. oceanica*, des rhizomes plagiotropes transgressifs sur le sable vaseux traduisent le dynamisme de cet herbier. Quelques taches clairsemées de *Cymodocea nodosa* ont également été observés.

Les rochers de la digue sont occupés par des peuplements d'algues peu élevés (brousse) : les Phaeophyceae *Padina pavonica* (R), *Zanardinia prototypus* (RR) et *Colpomenia sinuosa* (C) en position photophile, la Rhodophyta *Vidalia volubilis* (RR) et les Chlorophyta *Udotea petiolata* (R) et *Cladophora prolifera* dans les creux sous les blocs; la Chlorophyta *Dasycladus vermicularis*, d'affinités chaudes, constitue des gazons très localisés dans le coin NE du port, où l'échauffement estival des eaux semble très élevé. Un jeune individu de *Pinna nobilis* a été observé à la périphérie de l'herbier à *P. oceanica* (hauteur 20 cm, dont 4 cm au dessus du sédiment).

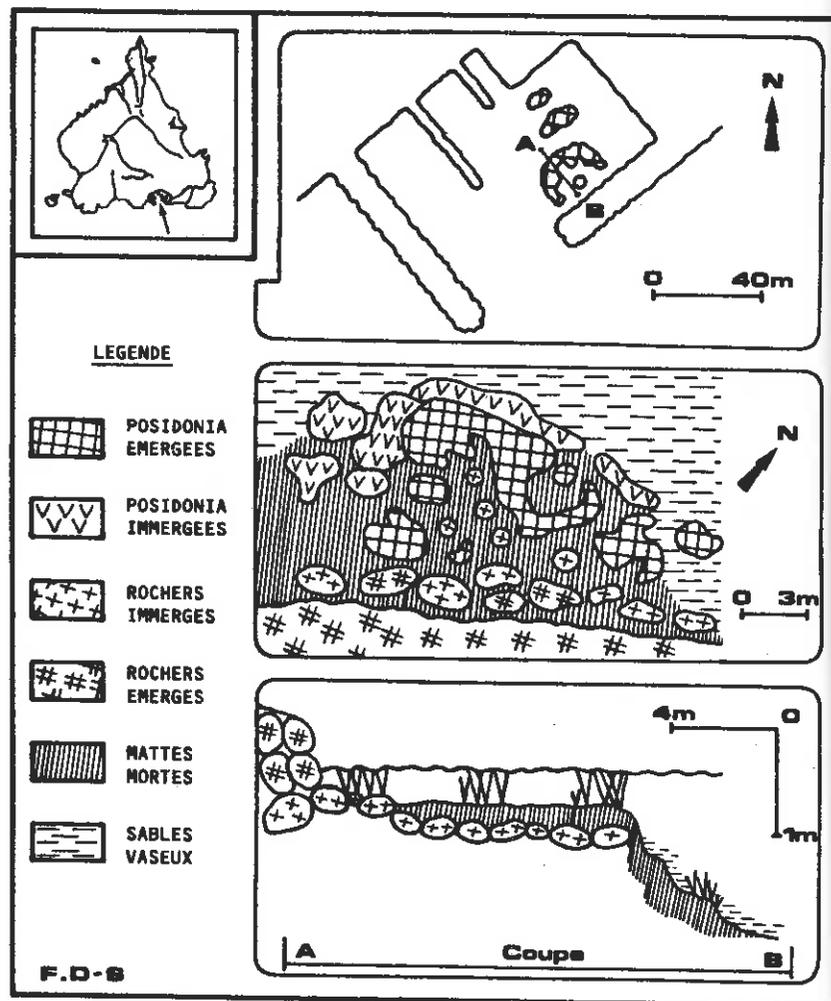


Fig. 11 : Station 1, le port. Plan général (en haut); détail de la zone d'émission de *Posidonia oceanica* (au milieu); coupe AB (en bas).

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues (RS.4).
- Récolte de rhizomes de *P. oceanica* pour recherche des paléo-flo-raisons (RL.1).
- Relevé ichthyologique (RI.1).

#### 5.2. COTE EXTERNE DES DIGUES DU PORT

par N. BEN MAIZ et C.F. BOUDOURESQUE

#### Les peuplements

Le Gastéropode *Littorina neritoides* est abondant dans le Supralittoral; quelques pieds de la Rhodophyta *Nemalion helminthoides* sont présents dans le Médiolittoral; *Patella rustica* (C), *P. coerulea* (R) et *P. ferruginea* (RR) y ont également été observés. Dans l'Infralittoral, les espèces les plus communes sur les blocs des digues sont les Rhodophyta *Corallina elongata*, *Amphiroa rigida* et *Liagora viscida* (CC); on observe des placages de la Bryopsidophyceae *Codium effusum* (C) dans les cavités situées sous les blocs et de grosses touffes d'*Enteromorpha* sp. juste sous le niveau; l'Echinoïde *Arbacia lixula*, généralement rare autour de Zembra, est abondant à l'extrémité de la digue SW, dans quelques mètres d'eau; un individu de *Sphaerechinus granularis* était présent sur un bloc, à -1.5 m. La base de la digue Sud-Est disparaît sous un herbier à *Posidonia oceanica* très dense, qui débute vers 1 à 1.5 m de profondeur; quelques taches de matte morte sont présentes, occupées par la Phaeophyceae *Dictyopteris membranacea* et par la Phanérogame *Cymodocea nodosa*.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues (RS.5).
- Récolte de *Patella* sp. plur. pour détermination (RS.25).
- Dénombrement de *Patella ferruginea* (DP.2 à 9).
- Relevé ichthyologique (RI.2).

#### 5.3. ANSE DU PORT

par Charles F. BOUDOURESQUE et A. JEUDY DE GRISSAC

#### Physiographie des fonds

A l'exception de la frange côtière, où l'on trouve des blocs rocheux plus ou moins recouverts par *Posidonia oceanica*, les fonds sont entièrement meubles, avec une pente forte (Fig. 12 et 13). Le sédiment prélevé à 20 m de profondeur est un sable fin (88%) légèrement envasé (7% de pélites).

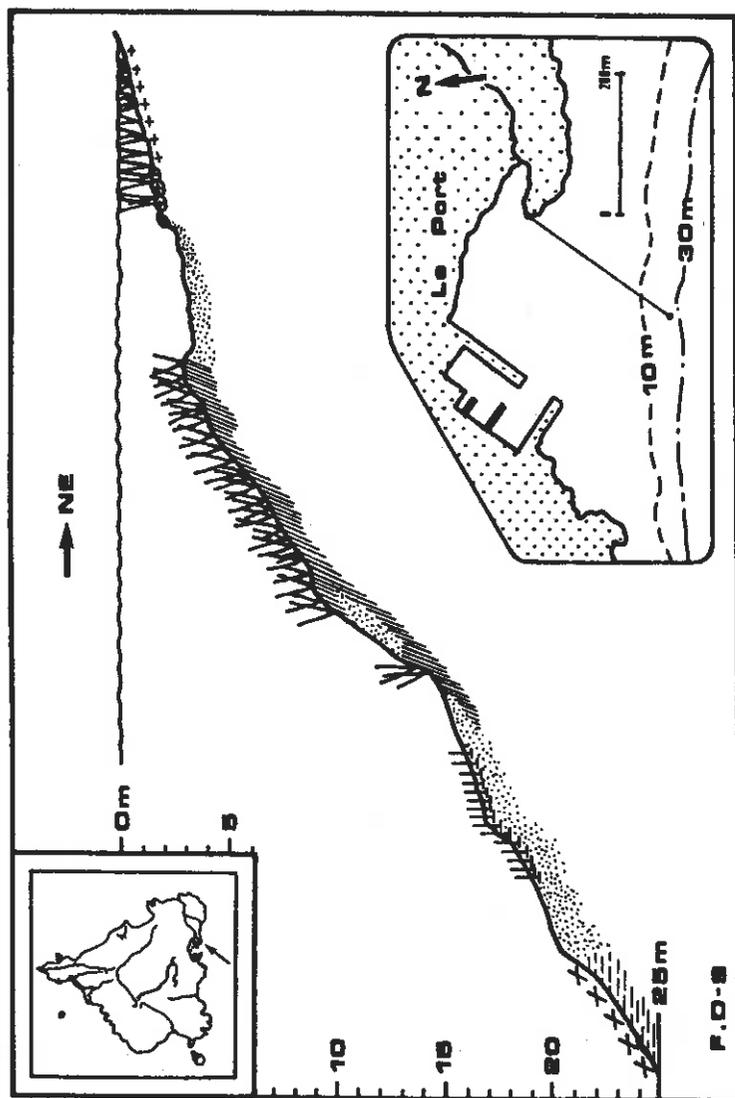


Fig. 12 : Station 3, Anse du port. Aspect schématique des peuplements le long du transect (positionné en bas à droite).

### Les peuplements

Entre 25 et 22 m de profondeur, le fond est constitué par une vase putride noire couverte par une couche de 10 cm d'épaisseur de feuilles mortes de *Posidonia oceanica*. De -22 à -15 m, le sédiment devient sablo-vaseux avec des *Veretillum cynomorium* et quelques spécimens de l'anémone *Condylactis aurantiaca*; de petits substrats durs (coquilles mortes) servent de point de fixation à de grandes algues Phaeophyceae (*Arthrocladia villosa*, *Sporrochnus pedunculatus*) généralement considérées comme liées à des courants de fonds en profondeur; mentionnons également *Gracilaria* sp., *Udotea petiolata*, *Acetabularia acetabulum*, et une tache de *Cymodocea nodosa* entre -20 et -17 m; deux individus de *Charonia nodifera* (triton; le plus gros mesurant 39 cm), ainsi qu'*Arca noae* et *Tonna galea*, ont été observés. En creusant le sédiment sur environ 30 cm, aucune trace de matte morte de *P. oceanica* n'a été observée.

Les premières touffes de *P. oceanica* apparaissent à -15 m (Fig. 12 et 50); elles paraissent isolées sur du sable vaseux; en fait, en creusant le sédiment à proximité ou à plusieurs mètres des touffes, on observe partout des mattes mortes de *P. oceanica*, sous environ 15 cm de sédiment. Ces touffes de *P. oceanica* constituent donc les témoins d'un herbier autrefois plus étendu.

L'herbier est continu de -11 à -3 m (Fig. 12), où il est interrompu par une large plage sableuse, puis reprend de -2 m jusqu'au rivage lui-même (Fig. 13), les extrémités des feuilles pouvant émerger à marée basse (récif-frangeant). La densité de l'herbier augmente rapidement lorsqu'on se rapproche de la côte : il est de Type III à -11 m, et de Type I dès -3 m; il est très déchaussé entre -9 et -3 m (jusqu'à 20 cm de déchaussement), avec une riche flore algale sur les rhizomes (*Udotea petiolata* et *Ulva olivascens* en particulier).

### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues entre -25 et -15 m (RS.8).
- Récolte sauvage d'algues entre -11 et -6 m sur rhizomes de *P. oceanica* (RS.9).
- Récolte de rhizomes de *P. oceanica* pour recherche des paléo-flores, de -8 à -11 m (RL.2).
- Relevé ichthyologique (RI.11).
- Prélèvement de sédiments à -20 m (RC.1).

### 5.4. SUD DE HANK-EL-JEMEL

par A. JEUDY DE GRISSAC

#### Physiographie des fonds et peuplements

Après la côte rocheuse, un éboulis important descend jusque vers 15 m de profondeur. Quelques éléments de l'épave d'une barge allemande

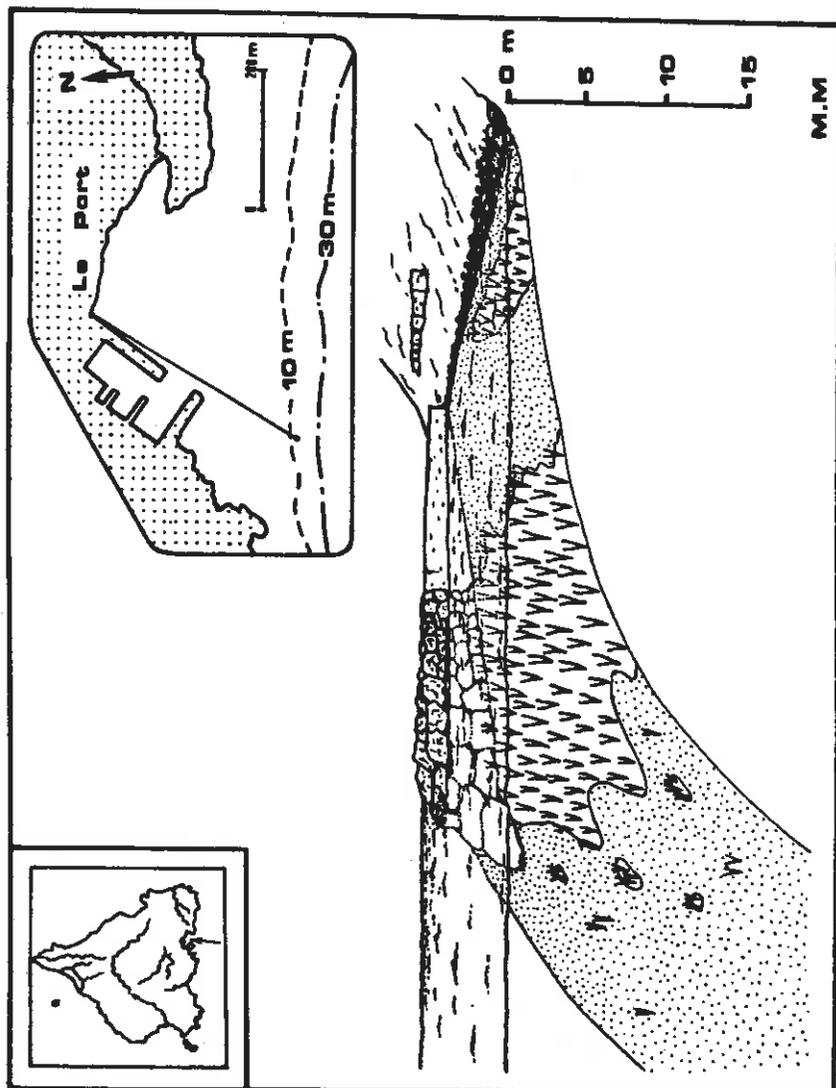


Fig. 13 : Station 3. Anse du port. Bloc bathymétrique montrant les profondeurs bathymétriques

transportant des chars d'assaut subsistent vers 10 m de profondeur. Plus profondément, de -15 à -25 m, le sédiment est meuble (à -20 m : sable fin 65%, sable grossier 25%) avec quelques grandes taches d'herbier à *Posidonia oceanica* sur roche (Fig. 14). Localement, près des roches, on note des accumulations de graviers liées aux courants. Une coupe dans le sédiment, effectuée à -20 m, montre, sur les 30 premiers centimètres, la succession suivante :

0 à -5 cm : sable fin,  
 -5 cm : limite supérieure de la zone réduite,  
 -5 à -30 cm : sédiment nettement plus grossier avec des graviers et petits galets et de nombreux débris biologiques parmi lesquels dominent les Gastéropodes (dont des coquilles et débris d'*Erosaria spurga*) et des restes d'*Astroides calycularis*.

#### Opérations effectuées

- Relevé ichthyologique (RI.27).
- Prélèvement de sédiment à -20 m (RG.2).
- Coupe dans le sédiment sur 30 cm d'épaisseur.

#### 5.5. HANK-EL-JEMEL

par C.F. BOUDOURESQUE

#### Les peuplements

Seuls les peuplements superficiels des substrats durs ont été étudiés. On note la présence du Gastéropode *Littorina neritoides* dans le Supralittoral, la relative abondance de *Patella ferruginea* (au niveau de la ceinture à *Ralfsia verrucosa*) dans le Médiolittoral moyen, et un peuplement dense de la Rhodophyta *Laurencia undulata* à la base du Médiolittoral (Fig. 15). L'Infralittoral débute par une ceinture à *Cystoseira stricta*; l'oursin *Arbacia lixula* est commun entre -0.5 et -4 m.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage (algues et *Patella*) dans le Médiolittoral (RS.22).
- Relevé phytosociologique dans le Médiolittoral (RP.11).
- Dénombrement de *Patella ferruginea* (DP.17 à DP.28).

#### 5.6. ANSE DU MOUILLAGE

par A. JEUDY DE GRISSAC et J.C. HARMELIN

#### Physiographie des fonds et peuplements

L'Anse du Mouillage, ouverte à l'Est, est limitée au Nord comme au Sud (pointe Hank-el-Jemel) par des avancées rocheuses. La plage est constituée de galets et les fonds marins sont en pente douce (Fig. 16). Du

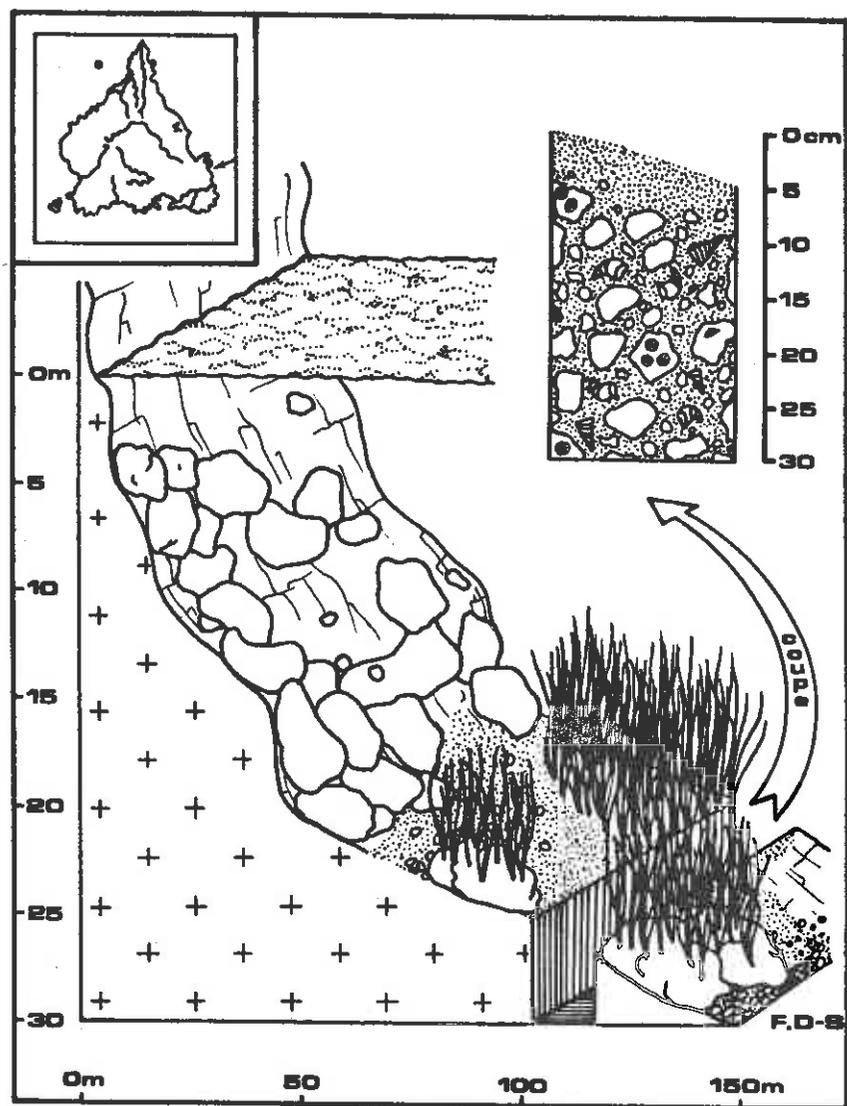


Fig. 14 : Station 4, Hank-el-Jemel. Bloc diagramme montrant l'aspect des peuplements (en bas); profil sédimentaire (en haut à droite).

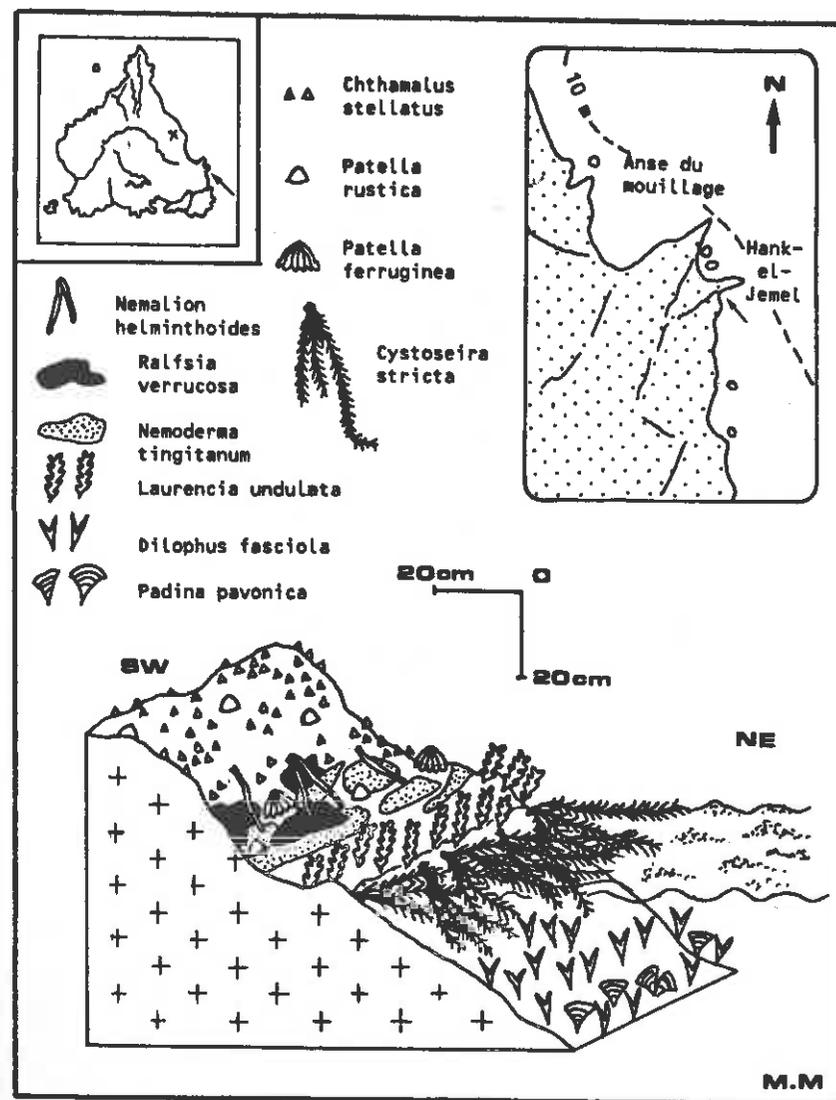


Fig. 15 : Station 5, Sud de Hank-el-Jemel. Aspect schématique des peuplements méditerranéens et de la partie supérieure de l'infralittoral le long d'un transect. Cotes exactes.

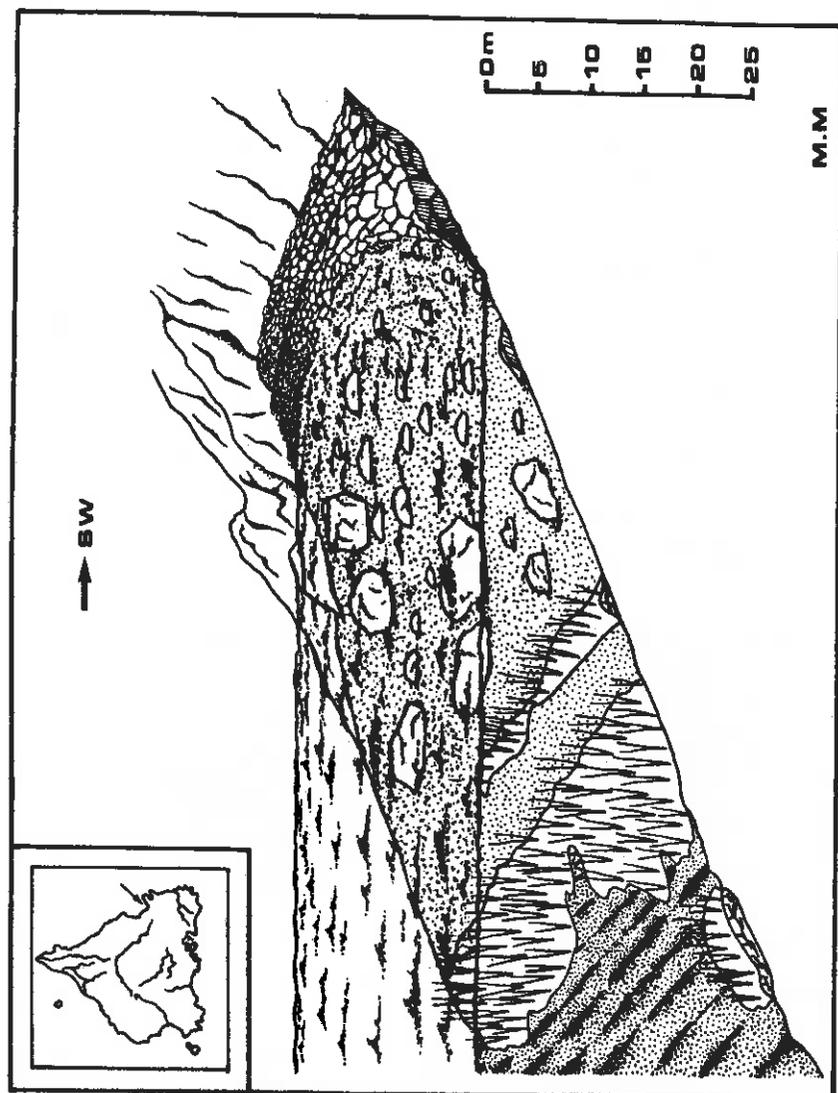


Fig. 16 : Station 6, Anse du mouillage. Bloc diagramme schématisant l'aspect desaffleurements et des types de fonds.

niveau à -7 m, on rencontre des galets bien propres lessivés par le brassage par les vagues. De -7 à -12 m, l'alternance de blocs gros, de galets et de gravier, avec localement une couverture végétale constituée d'algues ou de *Fosidonia oceanica* en placage (Fig. 48), montrent l'atténuation de l'hydrodynamisme. A -13 m une étroite bande d'herbier à *P. oceanica* forme un placage sur roche. Entre -14 et -15 m une bande de sable fin à moyen, essentiellement constitué de quartz, montre des signes de remaniements importants. De -16 à -20 m, l'herbier à *P. oceanica* réapparaît (Fig. 49), parsemé de petits blocs et de galets, occupant la plus grande partie du substrat (sable grossier à moyen), sous forme de petites touffes et de taches. Sa densité va en augmentant avec la profondeur.

Entre -20 et -26 m, deux ensembles distincts sont présents : de l'herbier à *P. oceanica*, installé sur des affleurements rocheux, et de larges taches de sable moyen, marqué par des rides dues aux courants (ripple-marks). Au contact de ces deux ensembles, le sédiment peut être plus graveleux et l'herbier déchaussé.

Entre 7 et 18 m de profondeur ont été notés les algues *Codium bursa* (CC), *Dilophus fasciola* (C), *Padina pavonica* (C), le mollusque *Mantelium hians* et l'échinoderme *Echinocyamus pusillus*. Entre -15 et -25 m, la faune ichtyologique est relativement abondante, avec plus particulièrement : *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Labrus merula*, *Spicara* sp. et de nombreux Labridés. En profondeur (-25 m), sur un bloc de roche recouvert partiellement de *P. oceanica*, on note la présence d'*Anemonia sulcata* (seule station où l'espèce a été vue à Zembra), d'*Holothuria sanctori*, et d'un peuplement d'algues sciaphiles : *Dictyopteris membranacea*, *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata* et *Peyssonnelia* non calcifiés.

#### Operations effectuées :

- Récolte sauvage de Mollusques (RS.21).
- Relevés ichtyologiques (RI.4, RI.12, RI.15, RI.18, RI.20).
- Prélèvements de sédiment (RC.3 à RG.6).
- Relevés photographiques.

#### 5.7. AIN KABAR

par C.F. BOUDOURESQUE

#### Physiographie des fonds

La côte est bordée d'énormes éboulis de plusieurs mètres de diamètre. Ces éboulis se poursuivent sous le niveau, jusque vers 22 m de profondeur, ménageant quelquefois entre eux de petites plages de sable. Au delà, le fond est meuble (Fig. 17).

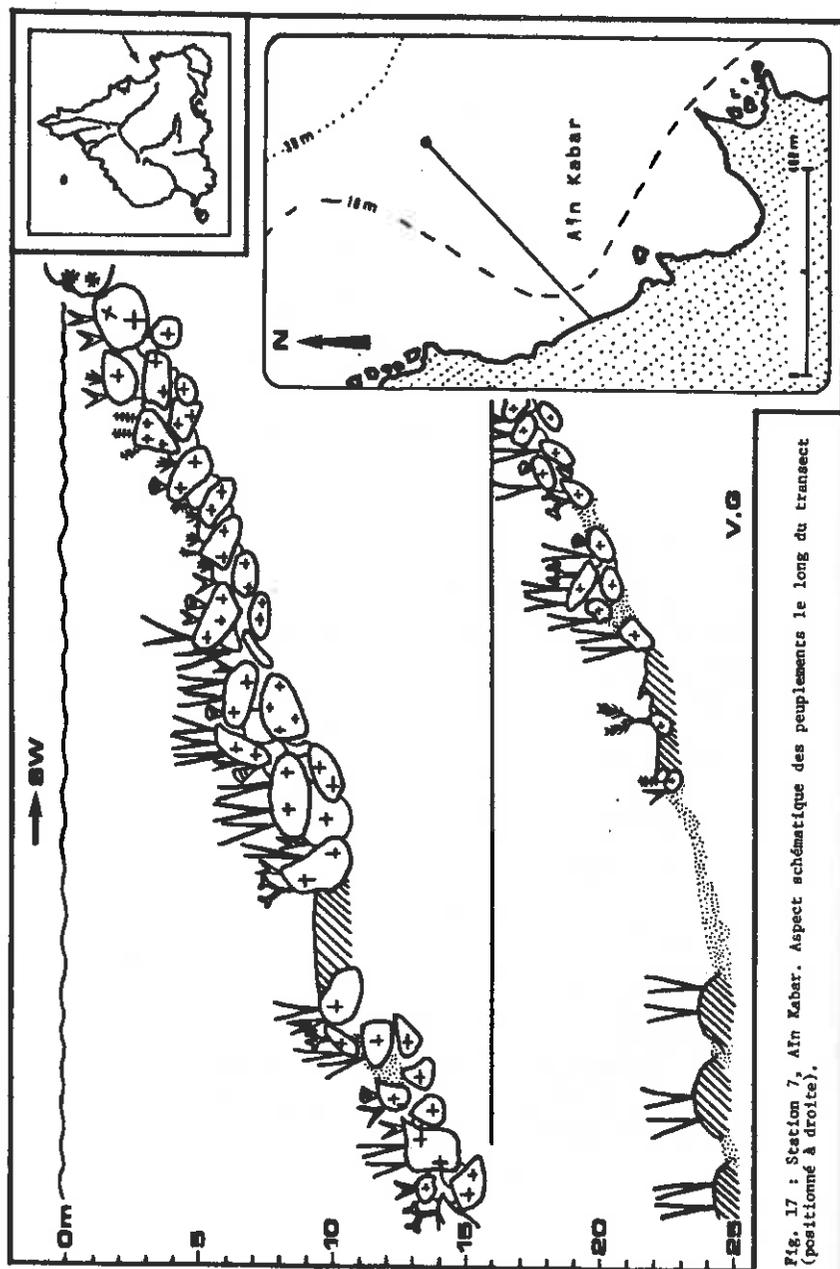


Fig. 17 : Station 7, Ain Kabar. Aspect schématique des peuplements le long du transect (positionné à droite).

### Les peuplements

Entre le niveau et 6 m de profondeur, les blocs rocheux sont colonisés par les Phaeophyceae *Cladostephus hirsutus*, *Styopcaulon scoparium* et *Dilophus fasciola*. De 6 à 8 m de profondeur, les blocs sont en partie reliés entre eux par un herbier à *P. oceanica* sur roche, dense, non déchaussé; sur le dessus des blocs, on trouve des Phaeophyceae photophiles : *Cystoseira balearica*, *Padina pavonica*, *Dilophus fasciola*; une tache de matte morte a été rencontrée à -8 m (Fig. 17). De 8 à 19 m de profondeur, la pente est plus forte, et *P. oceanica* ne constitue plus que de maigres placages sur roche; les dessus des blocs sont surtout occupés par les Phaeophyceae photophiles *Dilophus fasciola*, *Padina pavonica* et *Dictyota dichotoma*, *Zanardinia prototypus* et par la Rhodophyta *Corallina granifera*; les parois verticales des blocs sont colonisées par *Hallimeda tuna* et *Udotea petiolata*. Entre 19 et 23 m de profondeur, la pente devient faible; les blocs sont colonisés par les Phaeophyceae *Cystoseira spinosa*, *Dictyopterus membranacea* et *Dictyota dichotoma* et les Rhodophyta *Corallina granifera*, *Wrangella penicillata* et *Peyssonnelia* sp.; quelques touffes de *P. oceanica* très déchaussées, en placage sur roche, sont présentes. Au contact avec le sable existe une plage (10 à 20 m de large, avec petits tombants d'érosion tournés vers le large) de matte morte de *P. oceanica*. Le sable s'étend de -22 à -25 m où apparaissent des collines isolées de *P. oceanica* (Fig. 17); les collines de cet "herbier de colline" (BOUDOURESQUE, JEUDY DE GRISSAC et al., 1985) sont de taille variée, à divers degrés d'évolution ou de démantèlement. La présence d'un herbier de colline traduit sans doute un hydrodynamisme important. Nous ignorons s'il se prolonge vers le large, au delà de -25 m.

### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues (RS.20).
- Relevés phytosociologiques à -3 et -7 m (RP.9 et RP.10).
- Prélèvements de sédiment (RG.7 à RG.10).

### 5.8. GROTTA DEL SAVINO

par C.F. BOUDOURESQUE

La grotte, dont le porche et les galeries sont en partie aériens, est longue, avec deux diverticules terminés par des plans inclinés; elle pourrait convenir à des moines *Monachus monachus*, qui l'ont peut-être habitée. A l'extérieur de la grotte, dans le Méditerranéen, les *Patella ferruginea* sont très abondants (c'est la plus riche de toutes les stations explorées); on note également la présence de la Rhodophyta *Nemalion helminthoides*.

### Opérations effectuées

- Dénombrement de *Patella ferruginea* (DP.10 à 16).

## 5.9. POINTE ET ANSE DES GROTTES

par J.G. HARMELIN

### Physiographie des fonds

Plongée effectuée perpendiculairement à la côte entre la Pointe des Grottes et l'écueil situé à l'intérieur de l'Anse des Grottes. Le profil, commencé à -20 m, débute par un replat parsemé de blocs et de *Posidonia oceanica* établies sur roches (Fig. 18). Le fond s'infléchit ensuite assez fortement jusqu'à -48 m. Cette paroi verticale parallèle à la côte ne présente pas de grandes cavités mais de petites corniches et anfractuosités ; elle paraît peu envasée et un courant notable était perceptible. Un filet abandonné était accroché aux roches à -45 m et s'étendait en direction du Capo Grosso.

### Les peuplements

En surface, sur un flot battu de l'Anse des Grottes, quelques individus de la moule *Perna perna* ont été observés dans la ceinture infralittorale à *Cystoseira stricta*, en mode battu.

La faune de poissons est assez peu riche avec, dans la zone de 20-25 m (roches + herbiers), des labridés (girelles *Coris julis*, Crénilabres *Symphodus tinca*, *S. mediterraneus* et *S. ocellatus*), des serrans (*Serranus cabrilla*, *S. scriba*), des castagnoles (*Chromis chromis*). La paroi verticale paraît peu fréquentée dans le secteur inventorié : des *Tripterygion* sp. sur l'épibiose sciaphile, un mérou (*Epinephelus guaza*) et un denté (*Dentex dentex*) entre -30 et -40 m.

L'épibiose de la paroi verticale est par contre très riche (Fig. 18). La face supérieure des corniches apparemment construites par un concrétionnement ancien porte une flore algale classique de ce niveau bathymétrique avec une abondance d'*Halimeda tuna*, d'*Udotea petiolata*, de *Peyssonnelia* non calcifiés. Les algues calcaires foliacées apparaissent sur le flanc des anfractuosités à -33 m. La faune d'invertébrés est luxuriante avec de nombreuses éponges, une grande abondance d'Ascidiés composés : *Polycitor crystallinum* et surtout *Pseudodistoma cirnunsense* (dét. P. VASSEUR) qui est l'élément le plus original de cette épibiose. Les Scléroractiniaires sont représentés surtout par *Cladopsammia rolandi*, très abondant dans toutes les anfractuosités, et par *Phyllangia mouchezii* et *Leptopsammia pruvoti*. Parmi la faune de Bryozoaires qui paraît très riche (une vingtaine d'espèces identifiées), trois grandes espèces sont particulièrement marquantes : *Adeonella calveti*, *Schizomavella auriculata* et *Sertella septentrionalis*. Le nudibranche *Peltodoris atromaculata* a été observé à -38 m.

Au contact avec la plaine sableuse (40 à 50 m de profondeur), des algues calcaires foliacées construisent un embryon de Coralligène d'Horizon Inférieur de la Roche Littorale (C.H.I.R.L.), mais il n'est pas sûr que le concrétionnement soit actuellement actif. Ce coralligène porte une riche flore algale, avec en particulier *Rodriguezella bornetii* et *R.*

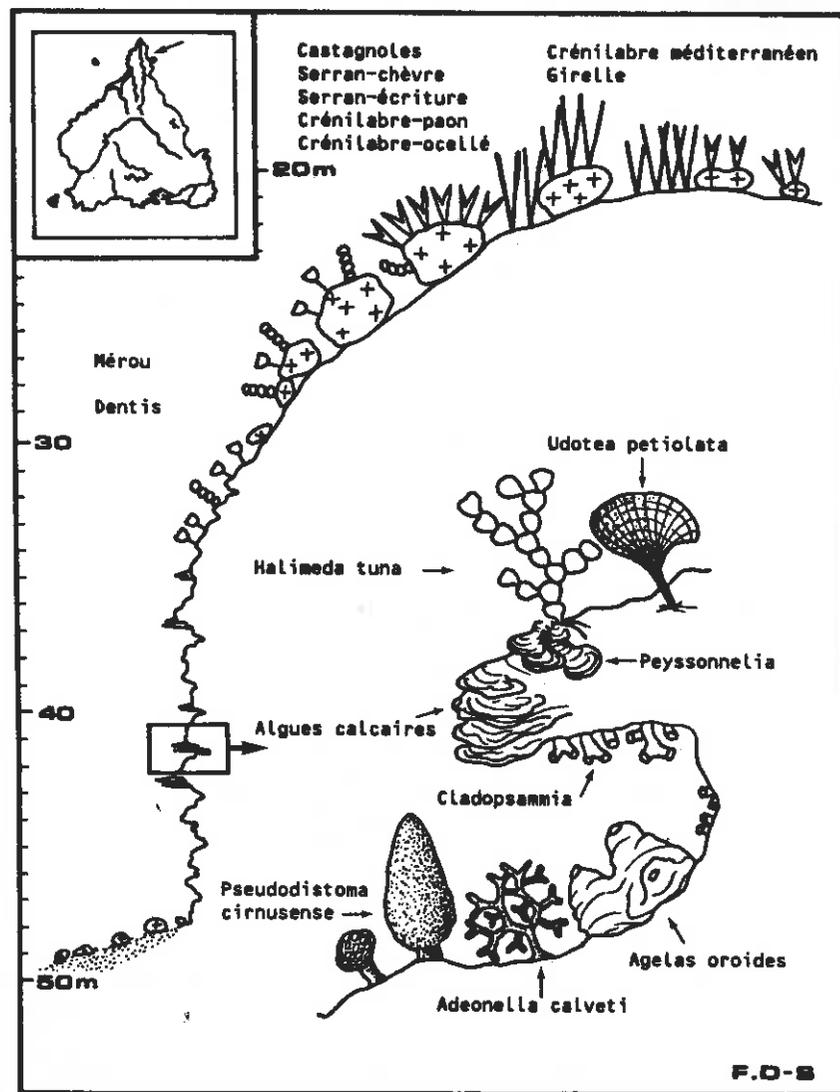


Fig. 18 : Station 9, Anse des Grottes. Aspect schématique des peuplements le long du transect. Détail (en bas à droite) d'une petite cavité.

pinnata, et de nombreuses Ascidies *Pseudodistoma cirnusense*; ce peuplement se poursuit sur plusieurs mètres dans la plaine sableuse, porté par de petits blocs de quelques cm à quelques dizaines de cm de diamètre.

#### Opérations effectuées

- Récoltes sauvages d'algues, vers 0.2 m de profondeur (RS.18) et à 43-45 m (RS.17).
- Récolte de Bryozoaires à -45 m (RB.13).
- Relevés phytosociologiques (RP.14, RP.15, RP.16).
- Relevés ichtyologiques (RI.5 et RI.14).
- Prélèvement de sédiment à -48 m (RG.9).
- Photographies.

#### 5.10. CAPO GROSSO (POINTE)

par J.G. HARMELIN

#### Physiographie des fonds

La plongée s'est effectuée au coin NW du Capo Grosso (Fig. 19). C'est un site de toute beauté caractérisé à l'extérieur par une falaise abrupte qui se prolonge sous l'eau jusqu'à la profondeur de 50 m. Les parois sous-marines sont verticales ou parfois légèrement surplombantes, sans anfractuosités, jusqu'à -25 m. A partir de cette profondeur, la pente s'infléchit et la physiographie du fond devient nettement plus hétérogène avec l'accumulation de très gros blocs rocheux qui se poursuit jusqu'au contact du sédiment à -50 m. Cet empilement de blocs détermine de très nombreux trous et surplombs. On note un ensablement notable des parois en profondeur et une nette accentuation de la charge particulière de l'eau en-dessous de 35 m. Un filet maillant perdu et accroché aux rochers a été trouvé à -48 m ; il barrait apparemment tout le Capo Grosso à cette profondeur car il a été revu au bas du tombant de l'Anse des Grottes (cf § 5.9); bien que sa perte semble ancienne (fouling sur les fils), il continuait à pêcher (Fig. 55) : un mérou de 8-10 kg était pris dedans ainsi qu'un grand homard (*Homarus gammarus*) qui était encore vivant.

#### Les peuplements

Après une ceinture algale de 0.5 à 1 m d'amplitude verticale, les parois verticales sont occupées par un peuplement dense d'*Astroides calycularis* jusqu'à la profondeur de 14 m (Fig. 19). Ce Sclérectiniaire devient épars en-dessous et laisse la place à un peuplement algal jusqu'aux éboulis. Quelques oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* ont été rencontrés dans cette zone entre -15 et -18 m. Les gros blocs accumulés présentent entre 35 et 48 m sur les faces supérieures un peuplement algal très riche en *Udotea petiolata* mêlés à des *Halimeda tuna*, des *Peyssonnelia* non calcifiés et des *Valonia*. Les flancs et les renfoncements des blocs sont très richement couverts d'algues calcaires fo-

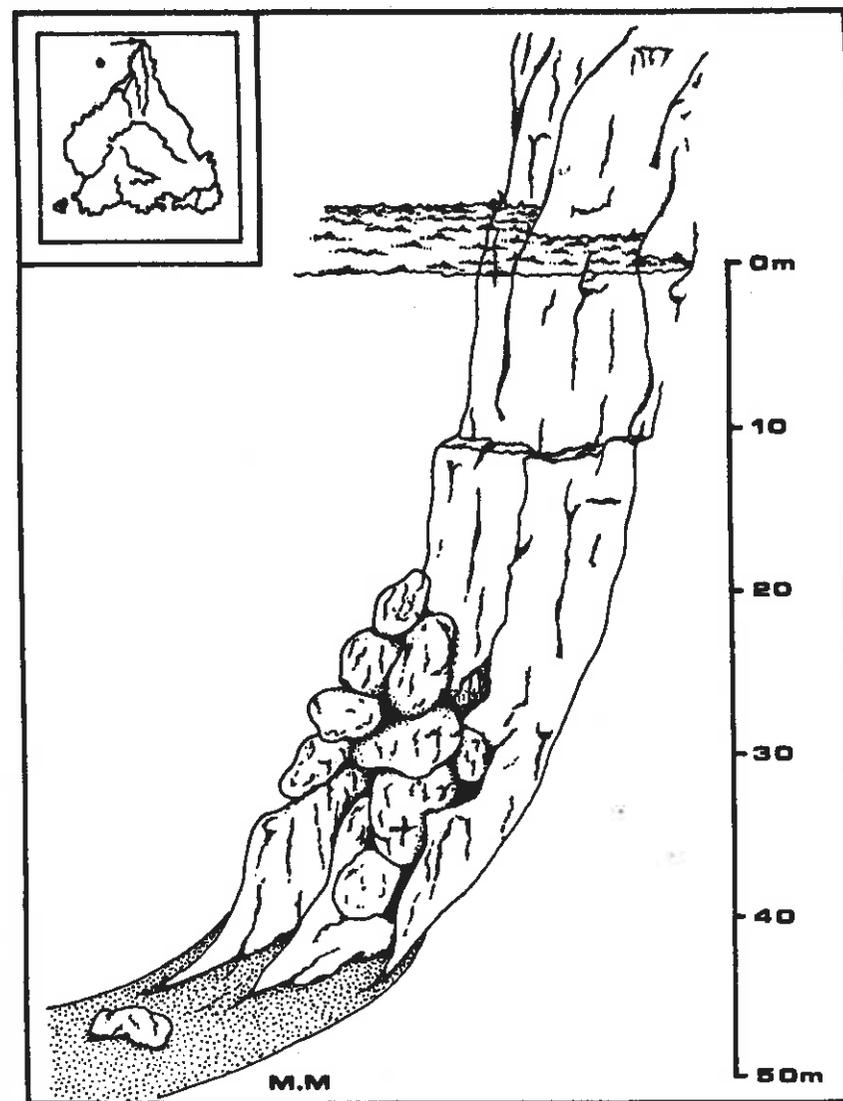


Fig. 19 : Station 10, Capo Grosso (Pointe). Topographie schématique le long du transect.

liacées. La faune fixée comprend de nombreuses éponges avec, en particulier, *Agelas oroides*, des Bryozoaires (*Idmidronea atlantica*, *Adeonella calveti*, *Myriapora truncata*, *Sertella septentrionalis*). Ce fond se caractérise par la présence d'Ascidiés : quelques rares *Halocynthia papillosa*, et de très nombreuses Ascidiés composées pédonculées (*Pseudodysidoma cf. cyrnusense* et *Amaroucium albicans*). Une astérie *Echinaster sepositus* a été vue à -35 m. Le fond d'éboulis de gros blocs à l'extrémité du Cap accueille une faune ichthyologique intéressante : des passages de dentis (*Dentex dentex*) ont été remarqués, les sars (*Diplodus vulgaris*, *D. sargus*) sont nombreux entre -25 et -48 m, ainsi que les corbs (*Sciaena umbra*), abrités sous les blocs. Les barbiers (*Anthias anthias*) apparaissent entre -40 et -45 m, mais restent peu abondants. Les mérours (*Epinephelus guaza*) sont probablement fréquents, ainsi qu'en témoigne la prise du filet abandonné (Fig. 55). Deux grands homards (*Homarus gammarus*) ont été vus à -48 m, à la limite entre les roches et le sédiment.

#### Opérations effectuées

- Récolte d'épifaune et d'épiflore à -45 m (RB.11).
- Relevés ichthyologiques (RI.7, RI.23, RI.26).
- Prélèvement de sédiment à -49 m (RG.12).
- Relevé photographique.

#### 5.11. CAPO GROSSO (FACE OUEST)

par Charles F. BOUDOURESQUE

#### Physiographie des fonds

La falaise du Capo Grosso se prolonge sous le niveau, presque à la verticale avec quelques petits ressauts, sans anfractuosités notables, jusqu'à 33 m de profondeur (Fig. 20 et 21). Un talus de gros blocs éboulés, en pente forte, conduit à la plaine sableuse, vers -40 m.

#### Les peuplements

Le supralittoral remonte très haut (+5 m), avec des Cyanobactéries, ce qui traduit un hydrodynamisme exceptionnellement élevé (Fig. 21). Le médiolittoral commence à +3 m, avec *Chthamalus stellatus* et *Patella rustica*; entre +1 et +0.5 m, les individus ou groupes d'individus de *Ch. stellatus* se trouvent à l'extrémité de petites aiguilles de roche, structure qui semble due à la bio-protection qu'ils exercent sur une roche activement bio-corrodée par ailleurs; un peu plus bas, la falaise est creusée de façon continue, sur toute sa longueur, par une encoche plus ou moins profonde surmontée d'un visor; le fond de l'encoche est tapissé par la Phaeophyceae encroûtante *Ralfsia verrucosa* et par la Chlorophyta *Bryopsis muscosa*.

À la base de l'encoche (Fig. 21), un petit trottoir tapissé de *Corallina elongata*, *Ceramium ciliatum*, et *Valonia utricularis* marque le début de

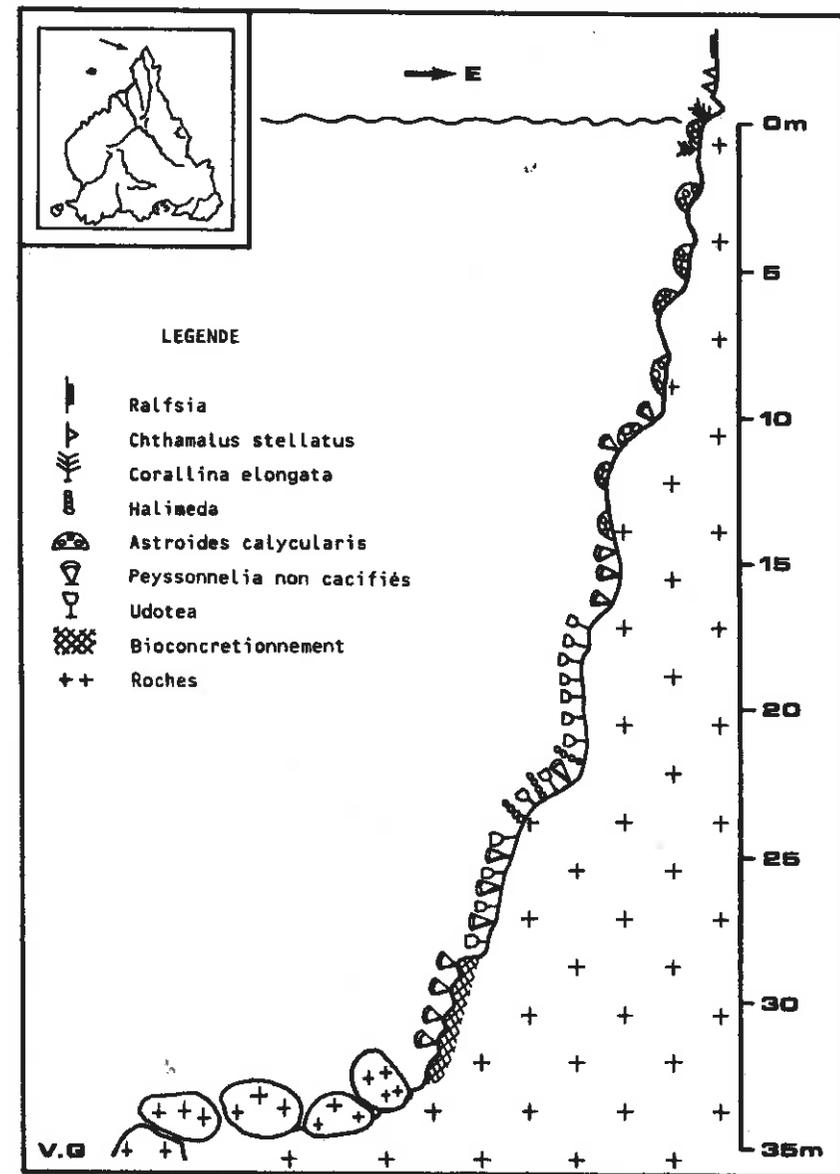


Fig. 20 : Station 11, Capo Grosso (face Ouest). Aspect schématique des peuplements le long du transect.

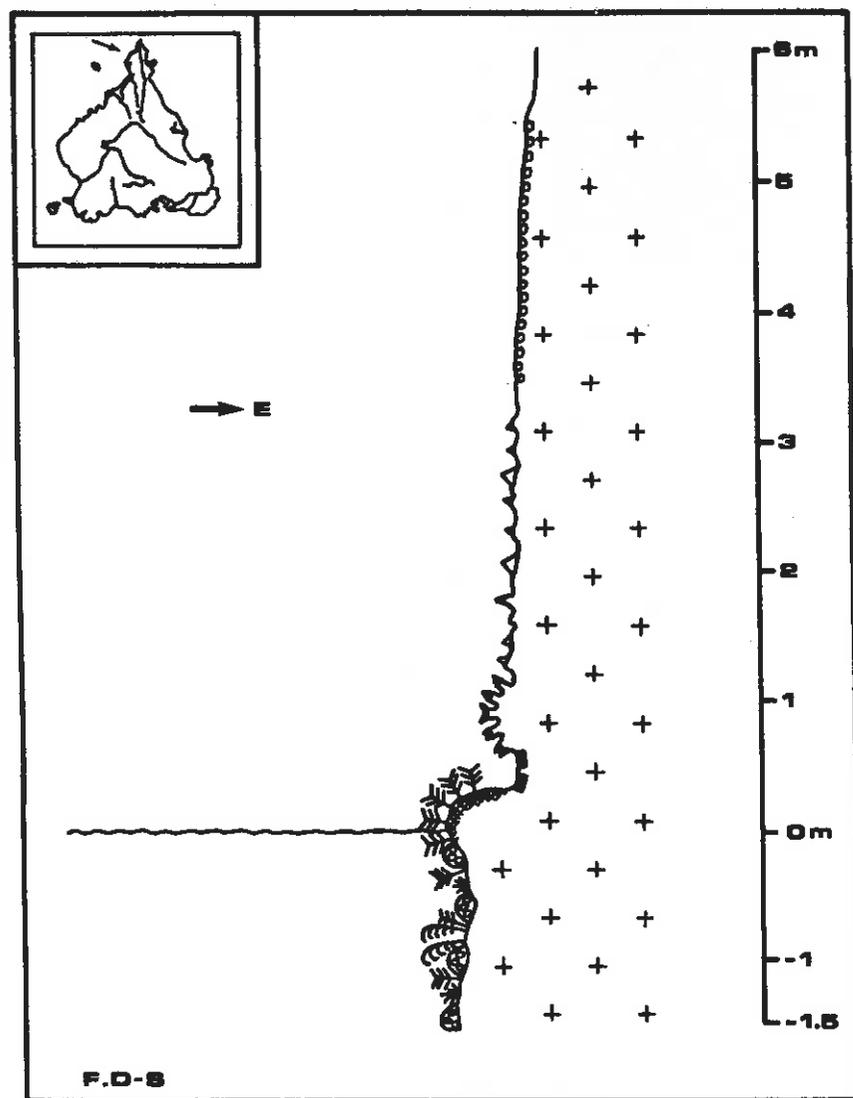


Fig. 21 : Station 11, Capo Grosso (face Ouest). Partie supérieure du transect de la Fig. 12 (détail), aspect schématique des peuplements. Cotes exactes.

l'Infralittoral. Du niveau à -15 m, l'espèce mono-dominante est le Sclé-  
ractiniaire *Astroides calycularis*; entre ses colonies, on trouve la Rho-  
dophyta *Plocamium cartilagineum* près du niveau, la Chlorophyta *Pseu-  
dochlorodesmis furcellata* entre -2 et -7 m, des *Peyssonnelia* non calci-  
fiés au delà. De 15 à 30 m de profondeur, les espèces dominantes sont  
des algues : les Chlorophyta *Halimeda tuna* et *Udotea petiolata*, et des  
*Peyssonnelia* non calcifiés; un Echinoïde *Arbacia lixula* a été observé à  
-17 m et un spécimen d'*Erosaria spurga* (det. M. VERLAQUE) vers  
-24 m; les Corallinaceae sont rares et ne déterminent pas de bio-concré-  
tionnement; il est possible toutefois que, entre 30 et 33 m de profon-  
deur, au pied de la falaise, existe un bio-concrétionnement fossile; sa  
cassure est noirâtre; il est recouvert de *Peyssonnelia* non calcifiés. A  
-35 m, nous observons de nombreuses Ascidiées *Pseudodistoma cirnusen-  
se* sur le dessus des blocs éboulés.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'aigues (RS.16).
- Récolte de Bryozoaires dans une grotte (RB.12).
- Relevés phytosociologiques (RP.1 à RP.8).
- Dénombrement *Patella ferruginea* (DP.1).

#### 5.12. L'ENTORCHE

par J.G. HARMELIN

#### Physiographie des fonds

L'Entorche (Fig. 41) constitue un site exceptionnel par son cadre gran-  
diose, tant sur terre que sous l'eau, et par la richesse de sa faune. Le  
rocher est découpé dans sa partie sous-marine par deux arches immen-  
ses le traversant du Nord au Sud sur une hauteur d'environ 20 m (- 6  
à -25 m) et se rejoignant sur la face Nord (Fig. 22 et 57). Ces arches  
correspondent en surface à deux criques étroites opposées sur les faces  
Nord et Sud (crique du Fer à Cheval). Ces arches et les parois sous-  
marines très abruptes des flancs de l'îlot, qui chutent avec des amon-  
cellements de blocs jusqu'à la profondeur de 50 m, forment un ensemble  
architectural unique qui se classe parmi les plus beaux paysages sous-  
marins de toute la Méditerranée. Par sa position isolée, ce site est très  
exposé aux vents et houles de toutes les directions. Les couloirs formés  
par les arches canalisent les courants, favorisant les peuplements  
rhéophiles et de mode battu. Un filet de pêche abandonné accroché aux  
éboulis a été trouvé sur la face Sud à -40 m.

#### Les peuplements

Les particularités environnementales du site (grande circulation hydrolo-  
gique, abondance de parois ombragées) favorisent un formidable déve-  
loppement du Sclé-  
ractiniaire *Astroides calycularis* (Fig. 45); il est  
présent sur les parois extérieures où il forme une couverture dense et  
dominante jusqu'à 8-10 m de profondeur, et surtout sur les parois

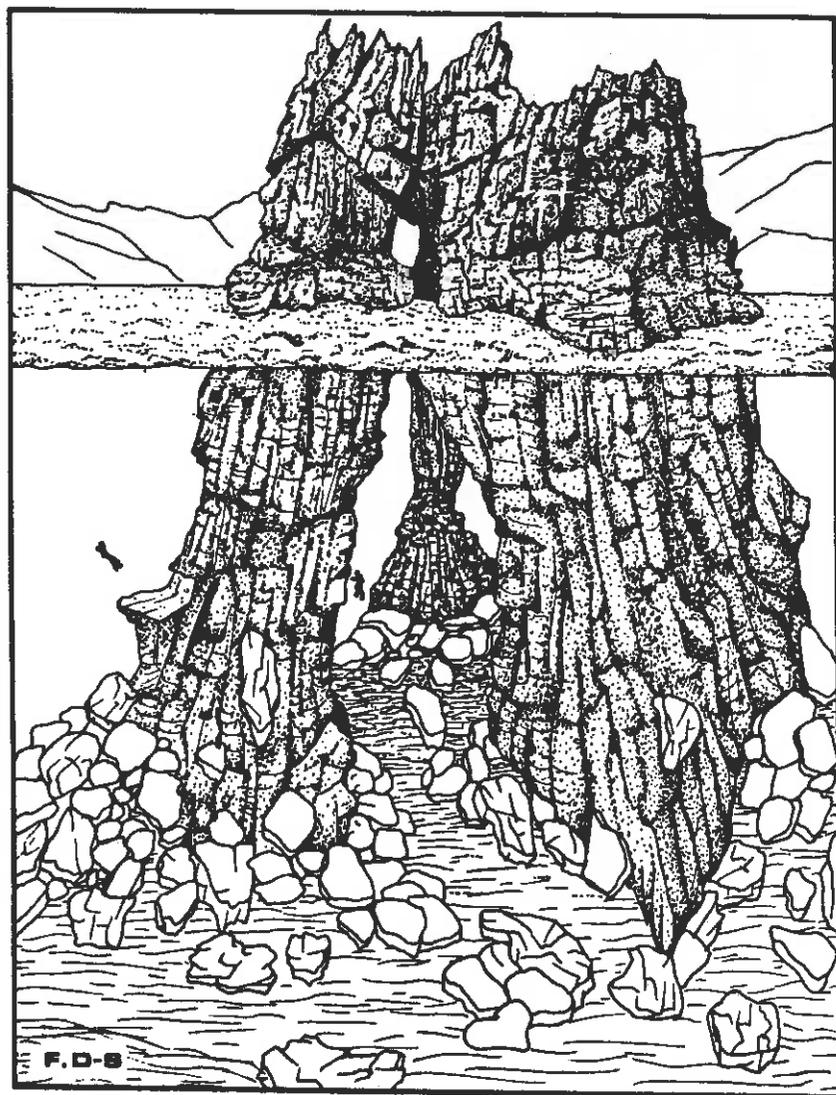


Fig. 22 : Station 12, l'Entorche. Tentative de représentation dans l'espace de l'flot, vu de la face Nord; la crique du Fer à Cheval est sur l'autre face; la profondeur des fonds meubles, au premier plan, est d'environ 50 m.

verticales ombragées de la crique du Fer à Cheval et sous les arches. A la jonction Nord des deux arches, vers -15 m, il couvre même totalement le dessus de gros blocs, cette position étant le signe d'une forte rhéologie (Fig. 59). Dans ces conditions très favorables, il forme de grosses colonies massives jointives. Certaines d'entre elles présentent la particularité jamais notée (H. ZIBROWIUS, comm. pers.) d'être d'une couleur jaune au lieu d'être d'un orange soutenu.

D'autres Scléactiniaires se mêlent aux *A. calycularis* et les remplacent en situation très ombragée, en particulier *Cladopsammia rolandi*, qui est présent dans les recoins des parois verticales des arches et qui forme un faciès important dans une poche obscure au sommet de l'arche Ouest. Cette poche est occupée par deux autres faciès de Cnidaires, à *Polycyathus muelleræ* (Scléactiniaires) et à *Corynactis viridis* (Corallimorpharia). Sur les parois ombragées moins exposées aux courants, les *A. calycularis* laissent la place à un peuplement à dominance d'éponges. Un nombre assez grand de cigales de mer (*Scyllarides latus*) a été rencontré au niveau du peuplement d'*A. calycularis* des arches, ainsi que des murènes (*Muraena helena*). Des troupes très nombreuses de castagnoles (*Chromis chromis*) occupent la masse d'eau sous les arches (Fig. 45), tandis que, sous les blocs, parsemant le fond de la crique du Fer à Cheval, sont établies des familles de corbs (*Sciaena umbra*). Une petite grotte s'ouvrant sur le flanc de cette crique à -10 m abrite de nombreux *Apogon imberbis* dans une chambre obscure dont le peuplement sessile comprend l'éponge hypercalcifiée *Petrobiona massiliana*.

Les parois abruptes peu profondes des pourtours de l'Entorche, couvertes d'un peuplement d'algues (*Plocamium cartilagineum*, *Schottera nicaeensis*, *Pterocladia capillacea*, *Gigartina acicularis*, *Valonia utricularis*) mêlées de colonies éparses d'*A. calycularis*, sont fréquentées par une faune ichthyologique comprenant des espèces bonnes nageuses : oblades (*Oblada melanura*), saupes (*Sarpa salpa*), canthares (*Spondyliosoma cantharus*), sars (*Diplodus vulgaris*, *D. sargus*, *D. puntazzo*), girelles-paon (*Thalassoma pavo*), castagnoles (*Chromis chromis*). Des dentis (*Dentex dentex*) se tiennent à -20 m au dessus de la zone d'éboulis. Une grande araignée de mer (*Maia squinado*) a été rencontrée sur replat à -3 m. Notons également la présence des Echinodermes *Arbacia lixula* (RR) à -11 m et *Ophidiaster ophidianus* (R), du Nudibranche *Peltodoris atromaculata* à -21 m, et de la Phaeophyceae *Zonaria tournefortii* (RR) sous un auvent à -15 m.

Le peuplement de poissons le plus riche a été rencontré sur la face Sud, à l'Ouest des arches, sur un fond de grands blocs, en forte pente, entre -25 et -40 m. Le peuplement est relativement divers (16 espèces) compte tenu du temps réduit d'observation. Il se caractérise surtout par la très grande abondance de certaines espèces de pleine eau comme les jarrets (*Spicara smaris*), les bogues (*Boops boops*), les canthares (*Spondyliosoma cantharus*), les castagnoles (*Chromis chromis*), mais aussi d'espèces liées aux abris des blocs rocheux, en particulier les sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), les corbs (*Sciaena umbra*), les mérus (*Epinephelus guaza*) et les badèches (*Epinephelus alexandrinus* ?).

Sur la face Nord, le fond de gros blocs en forte pente depuis le débouché des arches jusque vers -50 m au moins abrite aussi une riche faune ichtyologique dont les éléments les plus marquants sont les jarrets, les castagnoles dans la masse d'eau, et au niveau du fond, les corbs, les mérous, les canthares, les murènes, les 3 espèces de sars. Des *Anthias anthias* apparaissent dans la partie la plus profonde de ce secteur. Des étoiles de mer *Ophidiaster ophidianus* et quelques rares oursins *Sphaerechinus granularis* sont les éléments les plus visibles de la faune d'Echinodermes de ce fond. Le peuplement fixé sur les blocs à 40-45 m de profondeur comprend des placages d'algues calcifiées occupant environ 50% de la surface sur les parois verticales (placages qui ne semblent pas reposer sur un blo-concrétionnement récent ni ancien), la Phaeophyceae *Halopteris filicina*, des éponges parmi lesquelles *Agelas oroides* a la plus importante biomasse, de nombreux Bryozoaires *Branchus Myriapora truncata*, *Adeonella calveti*, *Idmidronea atlantica*, *Sertella* sp. et de nombreuses Ascidies (*Clavelina* sp. et autres espèces). Au delà débute la plaine sableuse des fonds Détritiques Côtiers.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues entre 0 et -30 m (RS.6).
- Récoltes d'épibiose (RB.1 à RB.4).
- Dénombrements de *Patella ferruginea* (DP.29 à DP.31).
- Relevés ichtyologiques (RI.8, RI.21 et RI.25).
- Relevés photographiques.

#### 5.13. ED DAHIA

par J.G. HARMELIN et C.F. BOUDOURESQUE

Zone explorée : (1) extrémité Nord de la crique, correspondant au début des falaises du Capo Grosso et (2) fond de la crique.

#### Physiographie des fonds

1) Début du Capo Grosso. Paroi subverticale jusqu'à 18 m avec quelques excavations à profondeurs intermédiaires. En surface, le visor est bien marqué. Entre 18 et 28-30 m de profondeur, accumulation de gros blocs sur une pente forte, qui viennent en contact avec du sable (Fig. 23).

2) Fond de la crique. Le visor est également bien marqué. Petits fonds parsemés de gros blocs déterminant de nombreux surplombs et espaces cavitaires de tailles très variées (Fig. 24).

#### Les peuplements

Au niveau de la falaise du Cap (Fig. 23), parois verticales couvertes d'un peuplement algal photophile interrompu au niveau des failles et excavations. A l'entrée de celles-ci (-10 m), le substrat est occupé par des algues sciaphiles [*Halimeda tuna*, *Udotea petiolata*, *Peyssonnelia*,

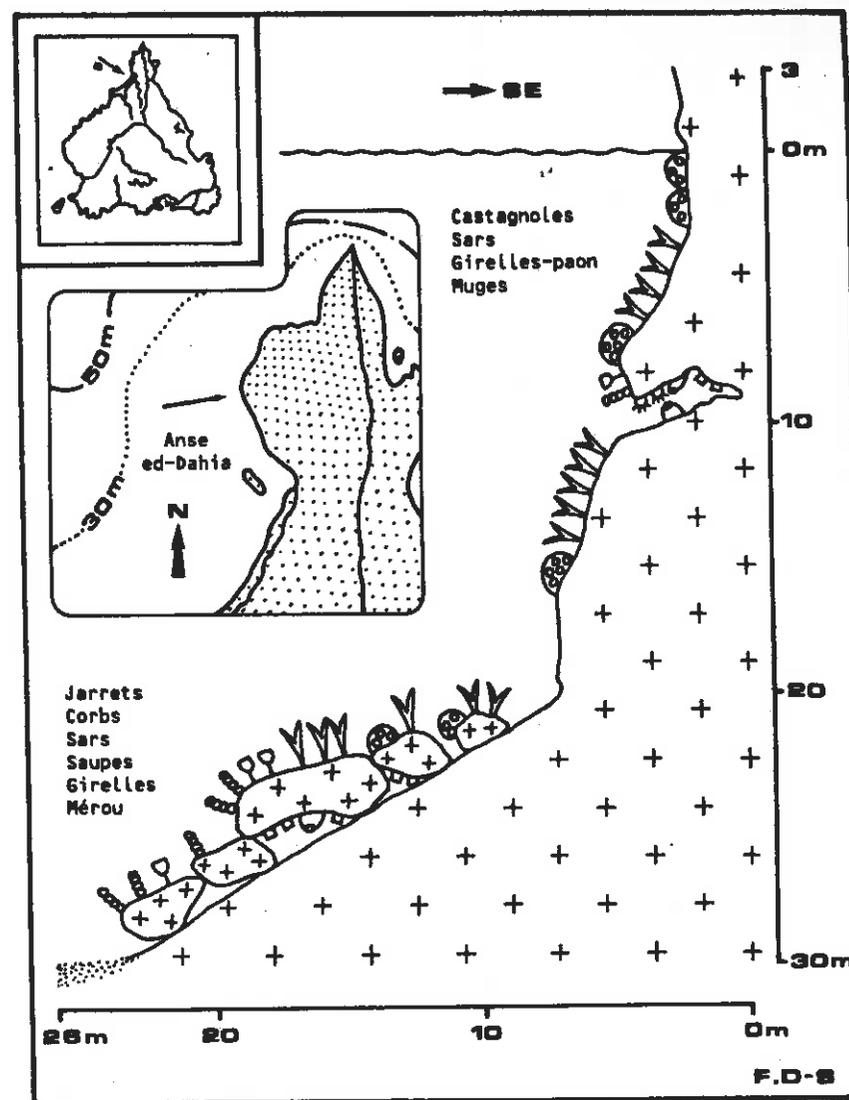


Fig. 23 : Station 13, Ed-Dahia. Aspect schématisé des peuplements le long d'un transect situé à l'extrémité Nord de l'anse.

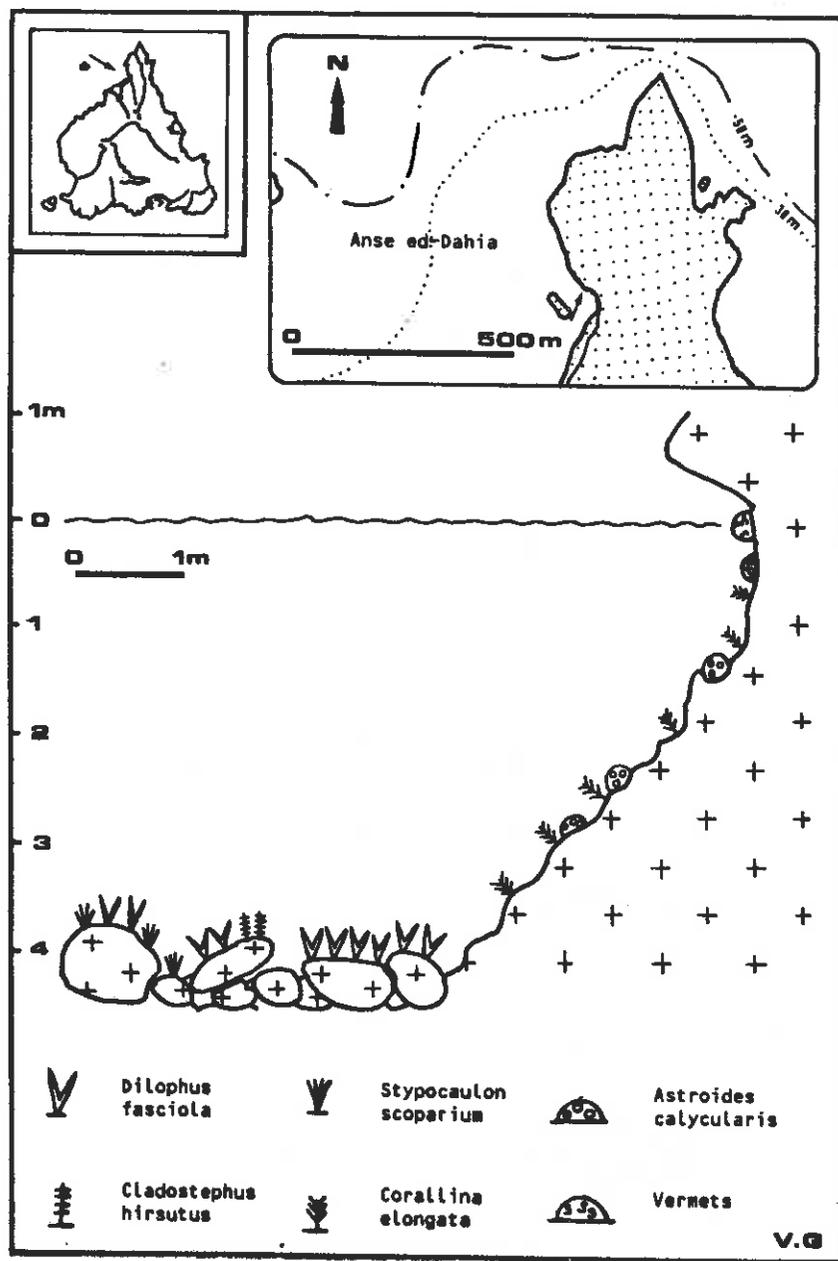


Fig. 24 : Station 13, Ed Dahia. Aspect schématique des peuplements (en bas) le long d'un transect; position du transect (en haut).

Rhodophyta calcifiées) mêlées à des *Astroides calycularis*, qui laissent la place à l'intérieur des cavités à une épibiose animale avec, comme éléments dominants, des zoanthaires *Parazoanthus axinellae* et des éponges (abondance d'*Ageias oroides*). Cette zonation se retrouve en profondeur au niveau de la zone de blocs dont les espaces inférieurs abritent une riche faune sciaphile, tandis que des éléments photophiles, comme l'algue *Dilophus fasciola*, descendent jusqu'à 25 m, de même que *Astroides calycularis*. Le succès de ce Scléactiniaire dans toute la zone est remarquable, y compris au fond de la crique (cf plus loin).

Au fond de la crique (Fig. 24), le Médiolittoral inférieur est marqué par un petit bourrelet à vermetes (*Bivonia triquetra*), peu marqué sur paroi verticale, plus net lorsque la pente est faible (Fig. 25). Les colonies d'*Astroides calycularis* sont éparées sur les parois subverticales, mêlées aux *Rhodophyta* *Corallina elongata*, *Plocamium cartilagineum*, *Pterocladia capillacea*, *Schottera nicaensis*, plus denses sur les parois en surplombs des blocs (-6 m : Fig. 46). Le dessus de ceux-ci montre un riche peuplement algal, où les *Phaeophyceae* *Dilophus fasciola* (Fig. 46), *Stypocaulon scoparium* et *Cladostephus hirsutus* dominent; on note également, sur le dessus des blocs, les *Phaeophyceae* *Dilophus spiralis* et *Dictyota dichotoma*, la *Bryopsidophyceae* *Codium bursa*, et quelques grosses éponges *Hippospongia* sp..

Le peuplement ichthyologique est moyennement riche avec, à faible profondeur (3-6 m), le maximum d'espèces au fond de la crique, au niveau des blocs et écueils : bancs de saupes, nombreux sars à tête noire, girelles-paons, castagnoies, oblades, etc. Une autre concentration de poissons se rencontre au niveau de la bordure profonde de blocs (25-29m de profondeur) avec en particulier des mérous, des corbs, des sars à tête noire, des bancs de *Spicara*, etc (Tabl. XVII).

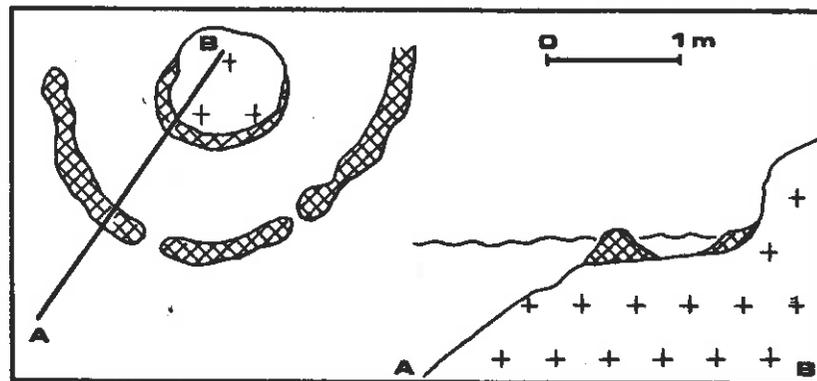


Fig. 25 : Bourrelet à vermetes, sur un gros bloc éboulé, vu de dessus (à gauche) et en coupe (à droite), délimitant une vasque lorsqu'il émerge à marée basse.

Notons enfin l'abondance dans cette station des boules de mazout rejetées à la côte, sans doute en liaison avec le trafic pétrolier entre les deux bassins occidental et oriental de la Méditerranée.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues photophiles entre 3 et 7 m (RS.1).
- Prélèvement d'épibiose sciaphile (25 m).
- Dénombrement de *Patella ferruginea* (DP.36).
- Relevés ichthyologiques (RI.9, RI.10, RI.19).
- Photographies.

#### 5.14. GUEDRA

par A. JEUDY de GRISSAC

#### Physiographie des fonds

Ouverte à tous les régimes d'Ouest, l'Anse Guedra (ou Anse des Marmites), est un remarquable exemple de l'érosion d'une côte par l'action conjointe de l'hydrodynamisme et des galets (Fig. 26). Le fond de l'anse est tapissé par des galets et des blocs façonnés pouvant atteindre 2 m de diamètre qui sont remis en mouvement lors des tempêtes. La paroi est lissée par l'abrasion sur toute la tranche d'eau. Lors des très grosses tempêtes hivernales, certains galets sont éjectés hors de l'eau et viennent retomber sur les terrasses (+2.5 à +3 m) qui surplombent l'anse. Là, au cours du temps, se sont formées d'autres marmites de taille réduite qui entrent en action épisodiquement.

#### Les peuplements

L'hydrodynamisme extrêmement violent se traduit par la remontée du Médiolittoral et du Supralittoral sur les falaises à plusieurs mètres au dessus du niveau de l'eau : *Patella rustica* a été observée jusqu'à +6 m. On note également la présence de *Chthamalus depressus* dans le Supralittoral.

#### Opérations effectuées

- Relevé ichthyologique (RI.6).

#### 5.15. ANSE KHAR

par A. JEUDY de GRISSAC

#### Physiographie des fonds

Dans sa partie Sud, l'anse Khar est bordée par une côte accore, aux falaises très importantes. Exposée aux houles d'Ouest et de Nord-Ouest, cette anse a été dégagée de tout sédiment meuble jusqu'à une pro-

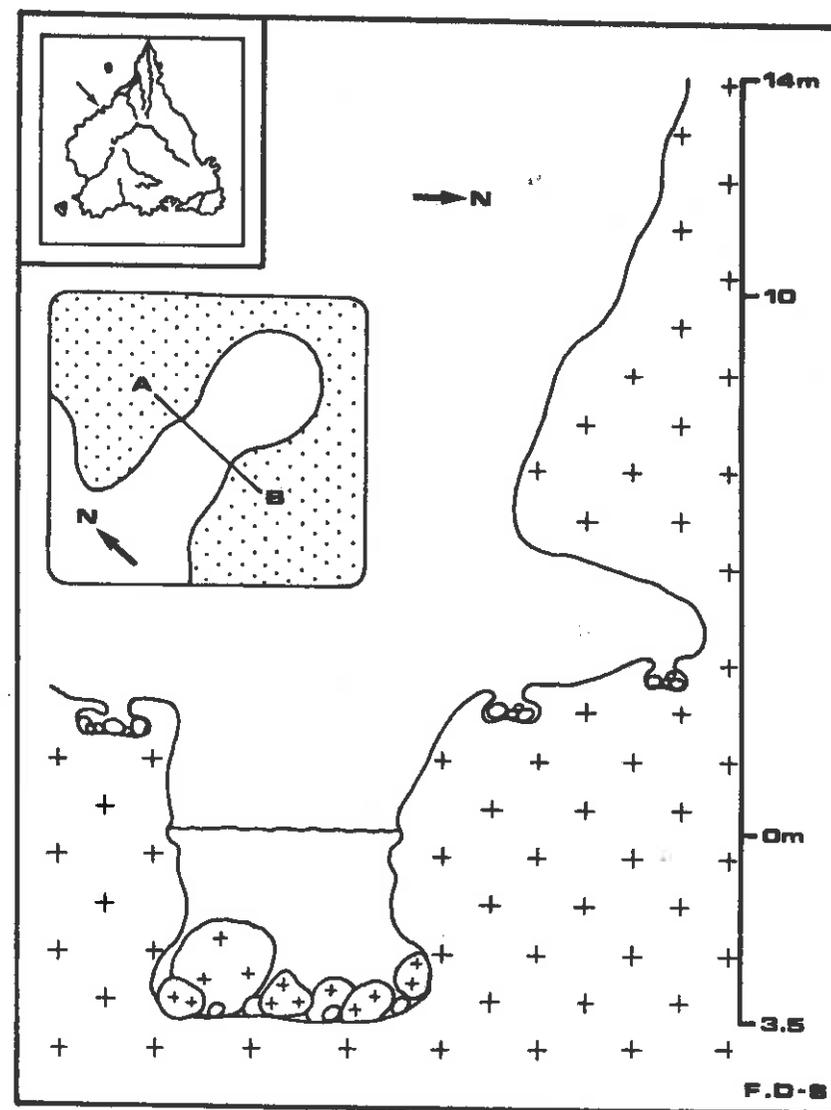


Fig. 26 : Station 14, Guedra. Carte (au milieu) et coupe AB (en bas) schématiques de l'anse montrant les marmites et l'érosion par les galets.

fondeur de 10 m. Le sédiment rencontré à ce niveau est un sable fin à moyen reposant sur un sédiment plus grossier (graviers, galets). La falaise est localement marquée par des surplombs (Fig. 27, coupe BB') ou des grottes dont le polissage presque parfait est effectué par le sédiment lors de tempêtes. L'une d'elles, dont l'entrée est immergée, comporte une salle en partie aérienne éclairée par une faille ouverte dans la falaise (Fig. 27, coupe AA').

#### Opérations effectuées

- Prélèvement de sédiment à -10 m (RG.13).

#### 5.16. PASSE DE LA CATHEDRALE ET SUD DE LA CATHEDRALE

par A. JEUDY de GRISSAC et C.F. BOUDOURESQUE

#### Physiographie des fonds

La passe de la Cathédrale est occupée à partir de 6 à 8 m de profondeur par des blocs et des mégablocs posés sur un substrat rocheux (Fig. 28, coupe AA'). Les faces Nord et Sud de la passe sont nettement différentes :

- Au Nord (Fig. 28, coupe BB'), les blocs ne comportent que peu de végétation et le sédiment qui peut se maintenir est un sable grossier marqué par des ripple-marks.

- Vers le Sud (Fig. 28, coupe BB'), la succession de blocs (servant d'abris à deux mérous) se couvre peu à peu de végétation et même localement de *Posidonia oceanica* vers -10 m. Dès -11 m, on rencontre un sable fin avec une pente forte (dune hydraulique) qui se prolonge jusqu'au delà de -30 m le long de la face Sud de la Cathédrale.

Lors de la plongée, malgré un vent de Nord-Ouest, le courant venait du Sud sur toute la tranche d'eau. La passe est trop peu importante pour fonctionner efficacement du point de vue hydraulique, et l'ensemble Cathédrale-Pointe Sud-Ouest de Zembra constitue une seule avancée qui fait écran pour toute la zone située au Sud. Un schéma des courants peut être proposé (Fig. 29), avec un courant Est-Ouest au Nord et un courant Ouest-Est au Sud de la Cathédrale faisant remonter le sable fin vers le Sud de la passe.

#### Les peuplements

Sur la face Sud de la Cathédrale, sous un visor très marqué, on rencontre d'abord, jusqu'à 2-3 m de profondeur, sur roche sub-verticale, un peuplement dominé par le Scléactiniaire *Astroides calycularis*; de -3 à -25 m, la pente est forte (45° en moyenne), avec un peuplement à dominante végétale : des *Colpomenia sinuosa* (CC) vers 4-6 m de profondeur, des placages de *P. oceanica* vers -7 m, *Zonaria tournefortii* à -10 m, *Cystoseira spinosa* (C) entre -10 et -24 m, *Dudresnaya verti-*

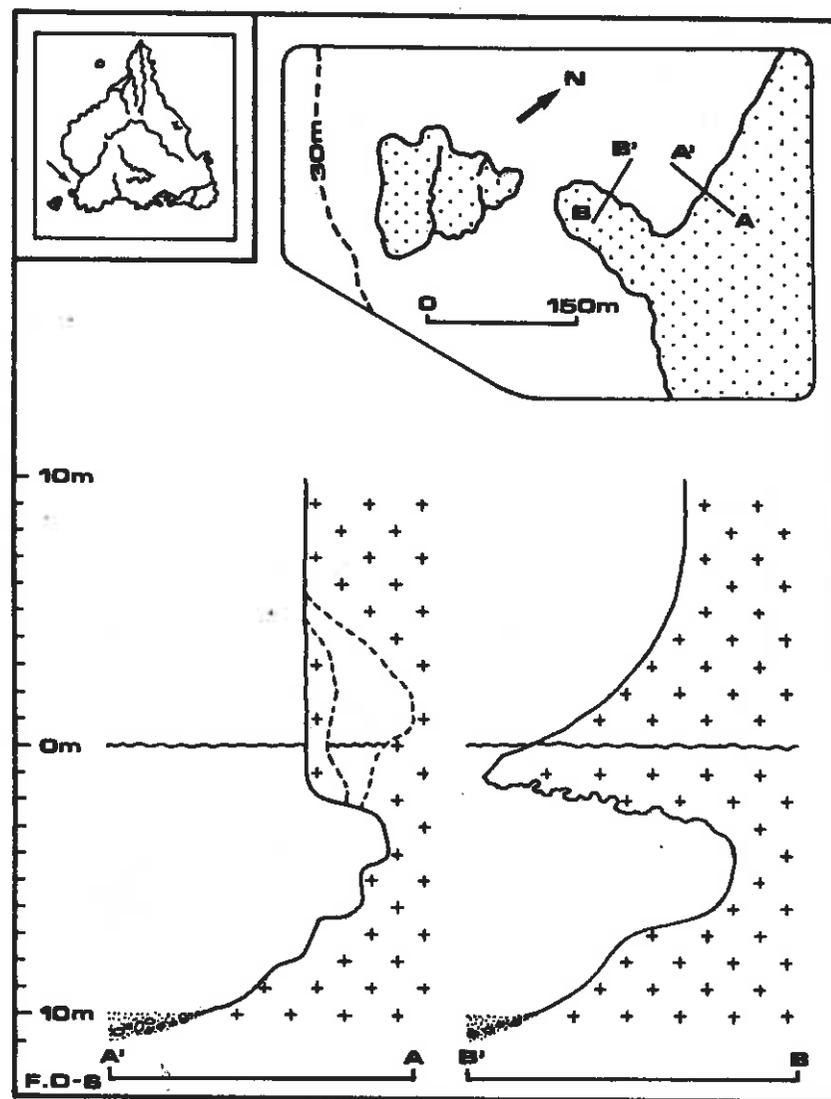


Fig. 27 : Station 15, Anse Khar. Localisation (en haut) des transects AA' et BB' (en bas) : morphologie de la roche littorale.

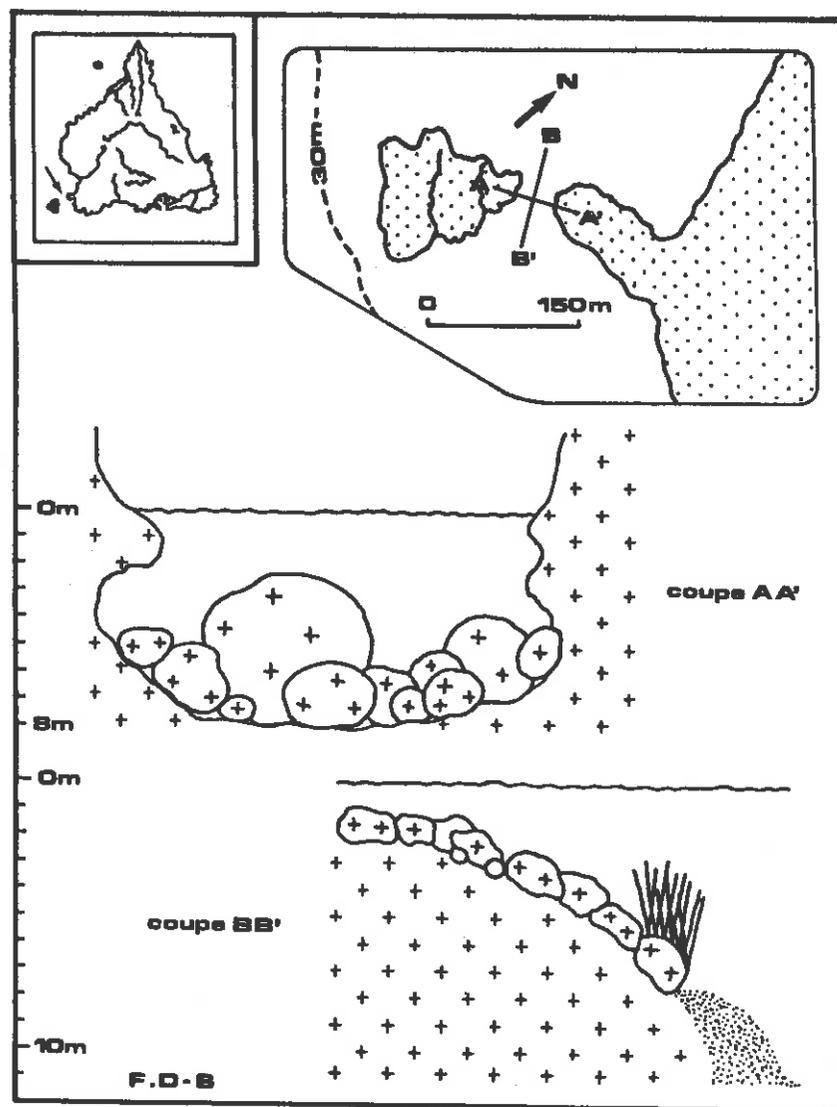


Fig. 28 : Station 16, passe de la Cathédrale. Localisation (en haut) des coupes AA' (au milieu) et BB' (en bas) : morphologie de la roche littorale.

cillata et *Cystoseira zosteroides* vers 22-25 m. Entre -25 et -32 m, profondeur à laquelle la roche littorale rencontre la plaine sableuse, la falaise porte des traces d'un bio-concrétionnement en bourrelets superposés, peu épais et qui ne semble pas actuellement actif (fossile ?). Notons également la présence de l'oursin *Paracentrotus lividus* (C) sur le plancher d'un auvent à -5 m, et des étoiles de mer *Echinaster sepositus* (RR) à -6 m, et *Ophidiaster ophidianus* (R) à -4 et -11 m.

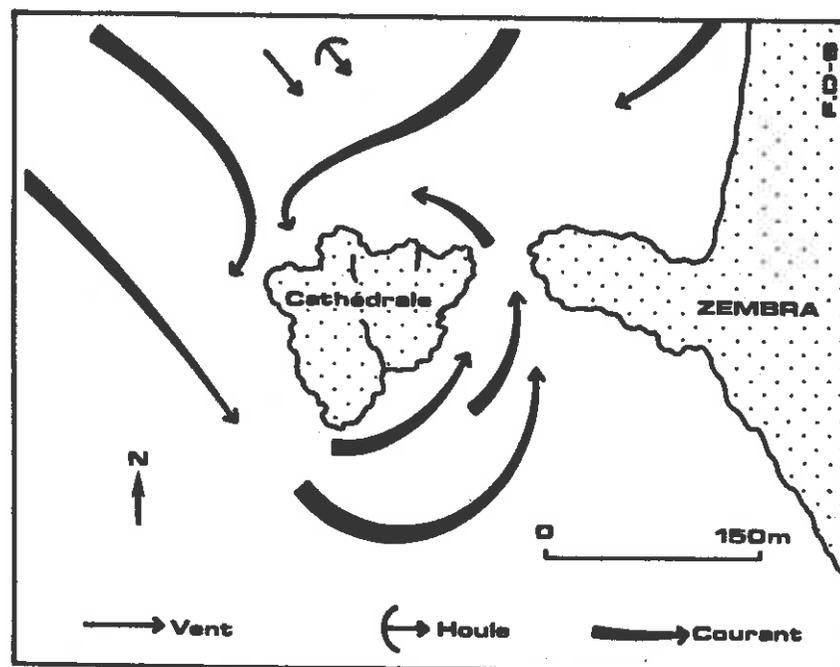


Fig. 29 : Schéma hypothétique de circulation des courants dominants dans les parages de la Cathédrale.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues entre -3 et -10 m (RS.11).
- Récolte sauvage d'algues entre -20 et -32 m (RS.12).
- Récolte sauvage d'algues Corallinaceae entre -3 et -6 m (RS.13).
- Prélèvement de sédiment à -8 m (RG.14).
- Relevés photographiques.

5.17. FACE NORD DE LA CATHEDRALE

par J.C. HARMELIN et C.F. BOUDOURESQUE

Physiographie des fonds

En surface, le visor est très marqué, suivi vers le bas par une encoche et par un trottoir non bio-construit fortement surplombant (1 m de large par endroits). La paroi est ensuite verticale jusqu'à 20 m de profondeur (Fig. 30 et 31), découpée par de grandes failles verticales. Sur la face Nord, vers 15 m de profondeur, la paroi est creusée d'une vaste chambre s'ouvrant par 4 entrées. Le tunnel qui traverserait l'îlot de la Cathédrale (ASFOUR, comm. verb.) n'a pas été découvert. A partir de 20 m de profondeur, la pente s'infléchit et le fond devient cahotique avec l'accumulation de très gros blocs jusqu'à -30 m au moins. Ce site est très exposé d'un point de vue hydrodynamique.

Les peuplements

Au dessus du visor, des paquets de *Chthamalus stellatus* recouvrent l'extrémité d'expansions (en forme de cônes étroits ou d'aiguilles) de la roche-substratum qu'ils protègent de l'érosion ou de la bio-corrosion, réalisant des sortes de "cheminées des fées" de telle sorte que la roche apparaît comme ciselée (Fig. 31). Le fond de l'encoche située sous le visor est tapissé par la Phaeophyceae *Ralfsia verrucosa*. Le trottoir est constitué, dans sa masse, de roche substrat, avec une mince pellicule bio-concrétionnée (bases encroûtantes des *Corallina elongata*). La face inférieure du trottoir est occupée par les Rhodophyta *Schottera nicaensis* et *Pterocladia capillacea*, les Bryopsidophyceae *Cladophora pellucida* et *Valonia utricularis*, et les premières colonies d'*Astroides calycularis*.

Les parois verticales présentent une physionomie classique dans la région avec l'antagonisme entre les peuplements d'algues plus ou moins photophiles et les colonies du Cnidaire *Astroides calycularis* (Fig. 30). Dans les failles verticales, l'*A. calycularis* s'oppose aux algues calcaires qui couvrent de vastes surfaces. Une étoile de mer *Marthasterias glacialis* a été rencontrée à ce niveau, ainsi qu'un peuplement dense d'oursins *Paracentrotus lividus* rassemblés sur un replat. La chambre explorée sur la face N abrite sur les parois en surplomb un peuplement typique des situations semi-obscurées avec de très nombreuses éponges, des Bryozoaires, et une grande abondance du Scléractiniaire *Cladopsammia rolandi*.

Les blocs rocheux de la zone d'éboulis présentent à -27 m sur leurs faces supérieures des touffes de *Posidonia oceanica*, relayées sur les flancs par une couverture algale dominée par des *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata*, *Peyssonnelia* non calcifiés et par des colonies d'*Astroides calycularis*. En position plus ombragée, cette épibiose est remplacée par le Zoanthaire *Parazoanthus axinellae*, puis sur les faces en surplomb ou inverses par une épibiose de type grotte semi-obscurée à base d'éponges, de Scléractiniaires *Cladopsammia rolandi* et *Leptopsammia pruvoti* et

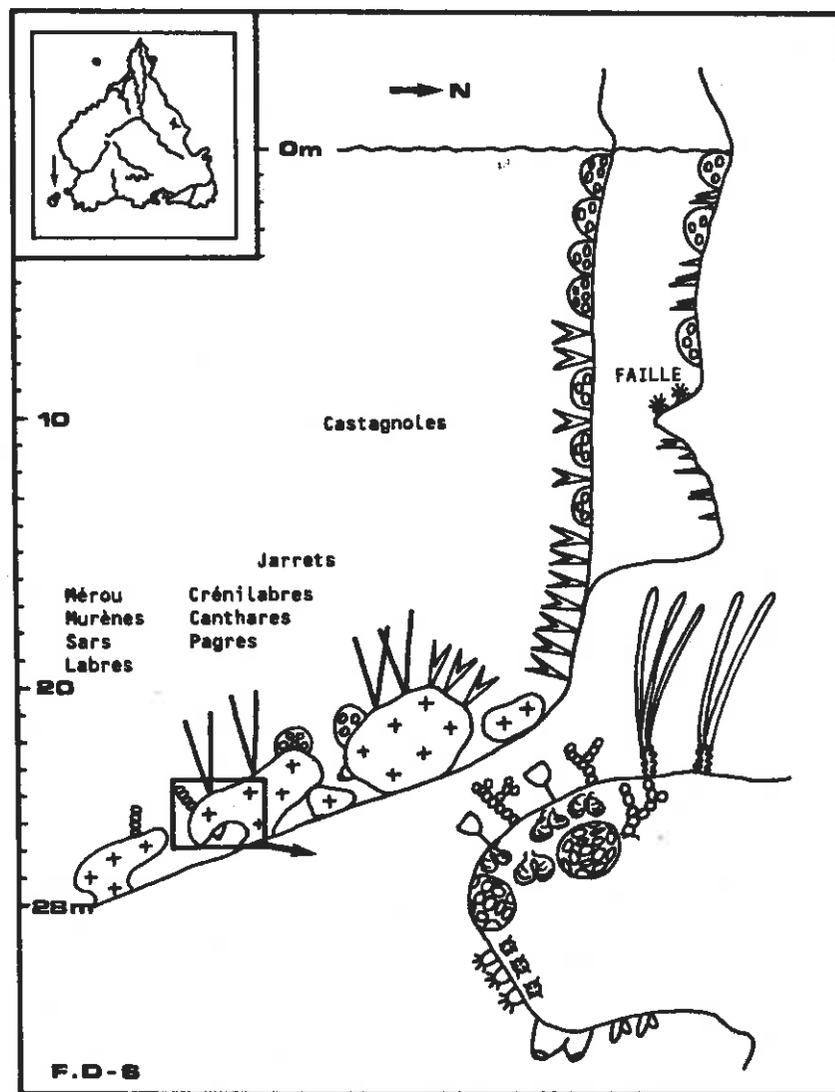


Fig. 30 ; Station 17, face Nord de la Cathédrale. Aspect schématique des peuplements le long du transect; détail du peuplement d'une cavité sous bloc (en bas).

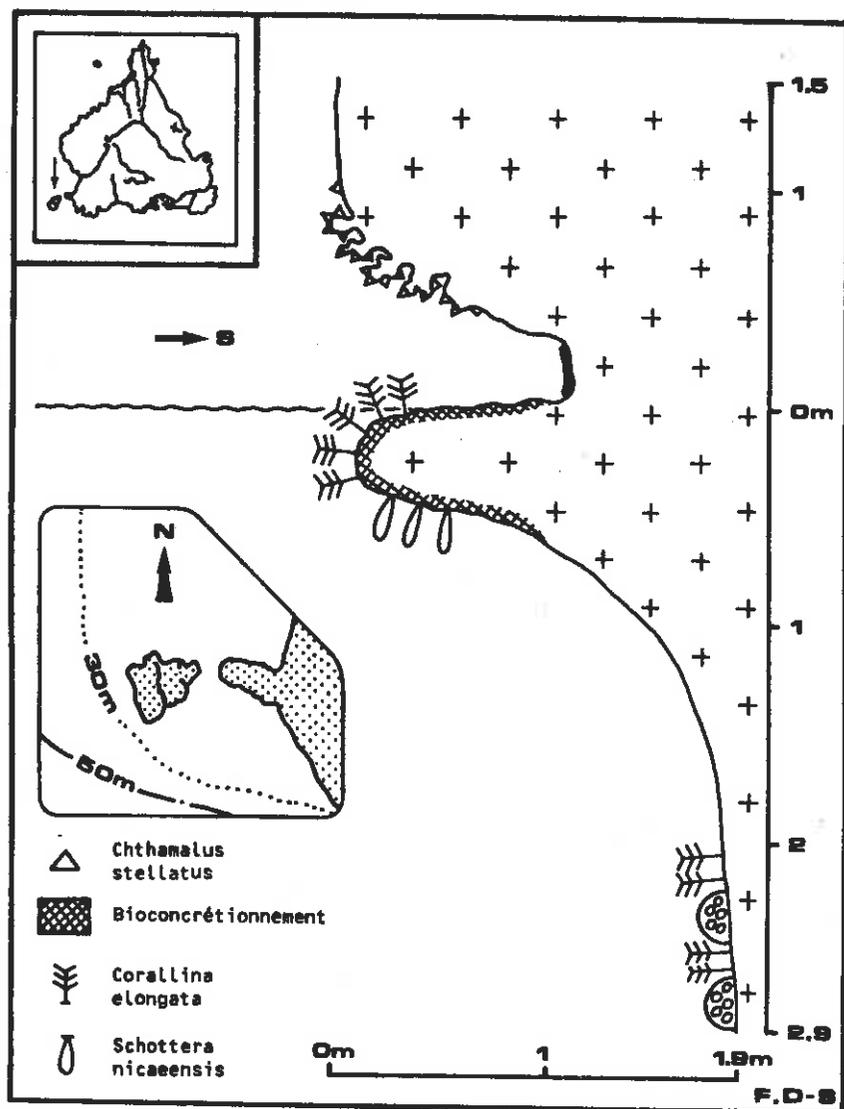


Fig. 31 : Station 17, face Nord de la Cathédrale. Détail des peuplements et du profil de la roche littorale en surface. Cotes exactes.

de Bryozoaires. Parmi ceux-ci, on note la présence de grandes colonies de *Schizomavella auriculata*, *S. linearis*, *Adeonella calveti*.

Le peuplement ichthyologique de cette zone d'éboulis est très riche. On note en particulier la présence de plusieurs mérous, de grosses murènes (*Muraena helena*), de grands labres (*Symphodus tinca*, *Labrus merula*), de nombreux sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) évoluant en bancs, et d'un grand rassemblement de plusieurs centaines de gros pagres (*Sparus pagrus*).

Ce site est certainement l'un des plus intéressants de l'île, mais il n'a pu être exploré que très rapidement.

#### Opérations effectuées

- Récoltes d'épibiose (RB.14 et RB.15).
- Relevé ichthyologique (RI.17).

#### 5.18. FACE SUD-OUEST DE LA CATHEDRALE

par J.G. HARMELIN

#### Physiographie des fonds

Trajet : descente sur la face W, à proximité du coin SW et parcours vers la face S de la face W, paroi d'abord en pente inverse paroi sub-verticale jusqu'à -18 m, puis de 18 à 30-35 m zone d'éboulis de gros blocs en pente forte, ménageant des surplombs et des cavités (Fig. 32). Cette pente rocheuse se termine sur un sable fin assez vaseux. Présence à -20 m au coin SW d'une grande dalle horizontale déterminant un espace cavitaire d'une dizaine de mètres de long reconstituant un environnement de grotte semi-obscur et obscur. Sur la face Sud, blocs épars avec une petite étendue d'herbier à *Posidonia oceanica* et du sédiment entre 20 et 25 m de profondeur, pente rocheuse avec blocs en pente assez forte entre -20 et -6 m.

#### Les peuplements

Face Ouest : sur les parois verticales et surplombantes, on rencontre un peuplement dense d'*Astroides calycularis* (Fig. 58) dont les colonies sont séparées par des bouquets d'algues Rhodophyta et d'*Udotea petiolata* et des Hydraires. La zone d'éboulis entre -18 et -30 m présente une riche couverture algale saupoudrée de vase entre -23 et -30 m. La faune ichthyologique de cette zone accidentée est riche, avec des groupes d'oblades (*Oblada melanura*) au voisinage de la surface et au niveau des blocs de nombreux labridés : les girelles *Coris julis* et les crénilabres (*Symphodus spp.*) sont particulièrement abondants. Un mérou (*Epinephelus quaza*) a été vu sous des blocs, qui abritent également des *Apogon imberbis* et *Triptyerion sp.*

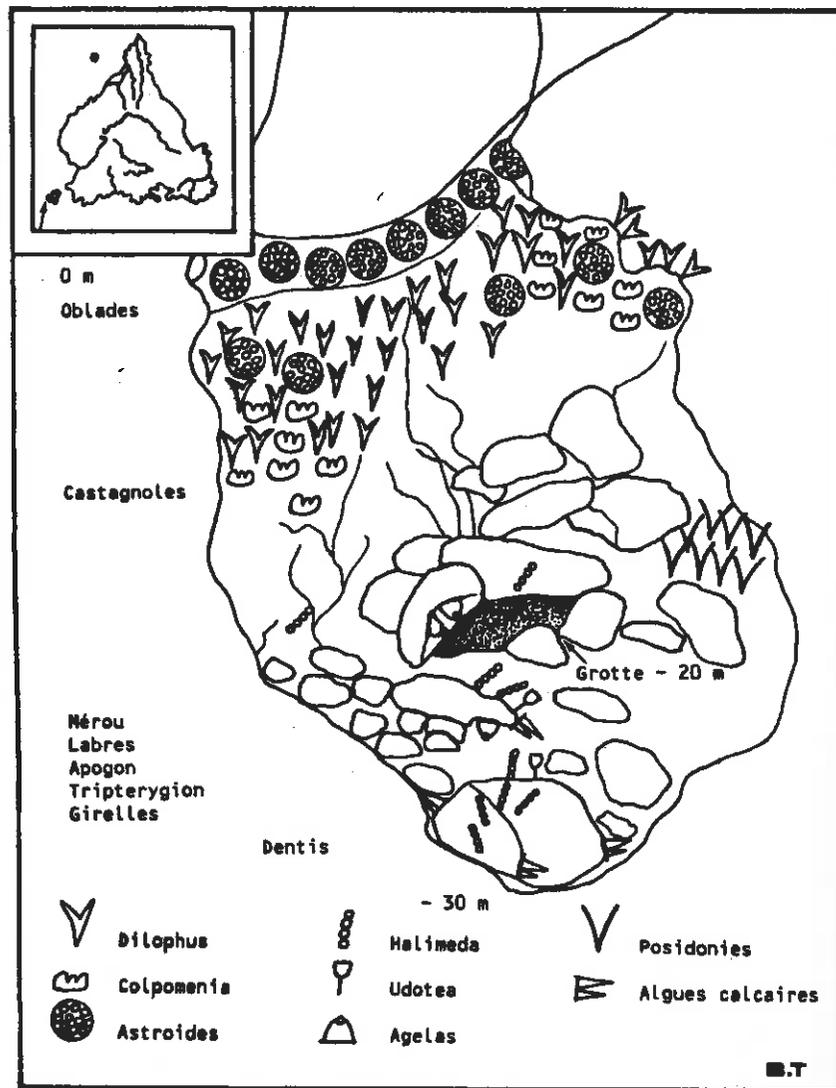


Fig. 32 : Station 18, face Sud-Ouest de la Cathédrale. Vue cavalière du site et des peuplements.

Les grandes dalles du coin SW, à 20-25 m de profondeur, présentent sur la face supérieure une couverture algale éparsée où dominent les Bryopsidophyceae *Halimeda tuna* et *Udotea petiolata* et sur les faces inférieures et en surplomb une épibiose à dominance animale avec une grande abondance en Scléactiniaires *Cladopsammia rolandi* et *Polycyathus muelleriae*, en éponges, en particulier *Agelas oroides* et *Clathrina* sp. ; le Bryozoaire macroscopique le plus abondant est le faux corail (*Myriapora truncata*). Les bords de ces dalles portaient de nombreuses pontes de calmars. La "grotte" à -20 m présente sur le plafond de la partie semi-obscurité un peuplement sciaphile avec comme dominant le Scléactiniaire *Leptopsammia pruvoti*; de nombreux petits Bryozoaires sont également présents (Tabl. XXI), ainsi que de petites colonies du Scléactiniaire *Madracis pharensis*, qui n'est pas associé à des zooxanthelles dans cette station très ombragée. Les parois des parties obscures du fond de la grotte sont noircies par les oxydes de fer et de manganèse. L'éponge hypercalcifiée *Petrobiona massiliana* et le Bryozoaire cryptique *Puellina pedunculata* ont été trouvés à ce niveau, ainsi que de nombreux poissons *Apogon imberbis*. Un grand cérianthe *Cerianthus membranaceus* et des Polychètes tubicoles Sabellidae étaient présents sur le plancher envasé de cette "grotte".

#### Opérations effectuées

- Récoltes d'épibiose (RB.7 à RB.9).
- Relevé ichthyologique (RI.16).
- Prélèvement de sédiment à -32 m (RG.15).

#### 5.19. GROTTES AUX PIGEONS

par J.C. HARMELIN et C.F. BOUDOURESQUE

#### Physiographie des fonds

La zone explorée s'étend depuis le coin Nord de la crique de la Grotte aux Pigeons jusqu'à 300 m environ au Sud de celle-ci. Ce site est d'un très grand intérêt esthétique et écologique. C'est une zone très accidentée avec prolongement sous l'eau de la falaise aérienne jusqu'à la profondeur de 20 à 25 m, la pente rocheuse s'infléchissant ensuite à 45° jusqu'à la rencontre avec un sédiment sablo-vaseux à -35 m dans le Nord et -45 m dans le Sud de la zone (Fig. 33). Cette pente est parsemée de blocs offrant parfois de vastes surplombs, en particulier au Sud de la zone. Dans cette partie Sud, l'hétérogénéité physiographique du fond est accentuée par la présence dans la partie immergée de la falaise (0 à -20 m) d'excavations profondes formant de vastes auvents et se prolongeant par des failles obliques ou verticales et même de petites grottes. Un peu au dessus de la surface, la falaise est partout marquée par un visor surplombant une encoche d'érosion bien nette (0.5 à 1 m de retrait : Fig. 34). Sur toute l'étendue de la zone, on note un changement hydrologique en-dessous de 30-35 m avec remplacement d'une eau limpide par une eau chargée en particules. A ce changement de

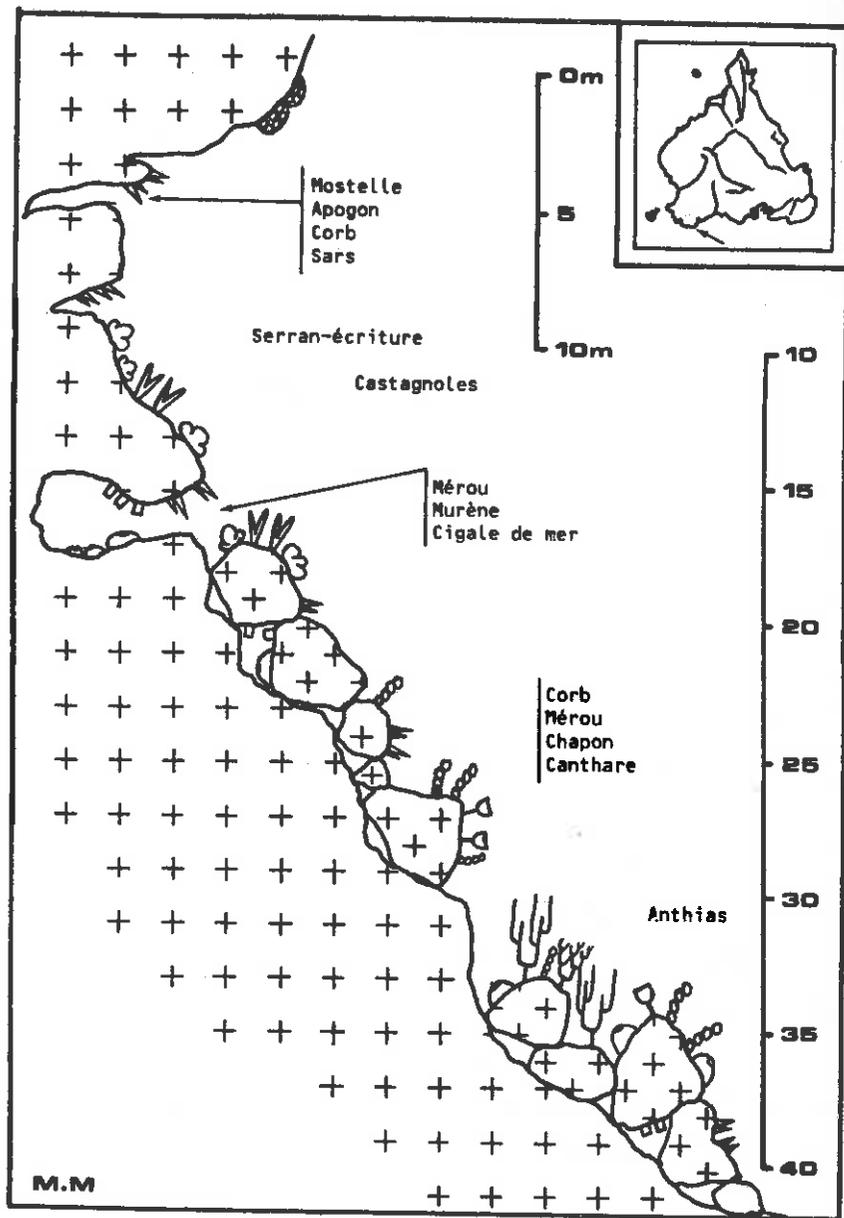


Fig. 33 : Station 19, parages de la Grotte aux Pigeons. Aspect schématique des peuplements le long du transect.

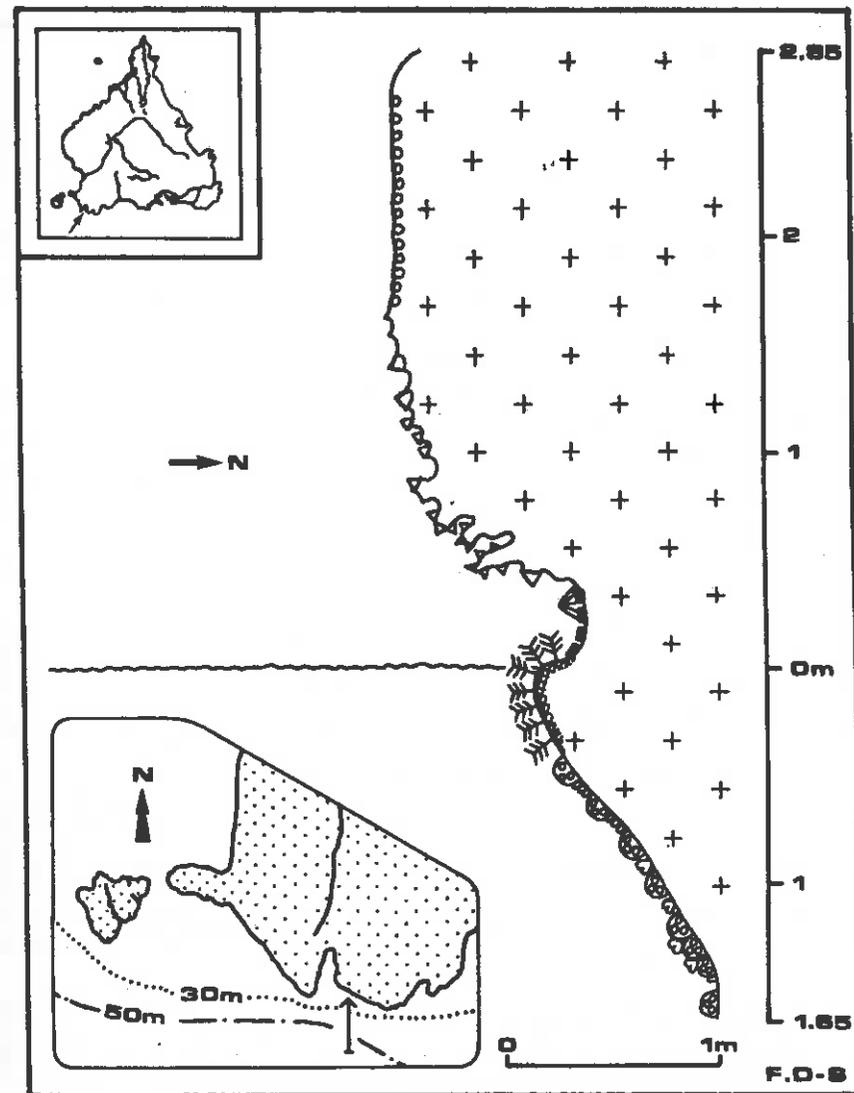


Fig. 34 : Station 19, parages de la Grotte aux Pigeons. Détail de la partie supérieure du transect représenté Fig. 33. Cotes exactes.

masses d'eau correspond une accentuation de la sédimentation fine au niveau des peuplements benthiques.

#### Les peuplements

Le Supralittoral (près de 3 m au dessus du zéro biologique) et le Médiolittoral sont très développés. Au dessus du visor, les *Chthamalus stellatus* réalisent une bio-protection du substrat (contre l'érosion et/ou la bio-corrosion), de telle sorte que des paquets d'individus se trouvent entourer l'extrémité d'expansions de la roche, sortes de minuscules "cheminées des fées". L'encoche située sous le visor est tapissée par la Phaeophyceae encroûtante *Ralfsia verrucosa*; c'est à ce niveau que quelques individus de *Patella ferruginea* se rencontrent (Fig. 34); notons également les algues *Laurencia undulata* et *Grateloupia filicina*.

Le petit trottoir par lequel débute l'Infralittoral correspond à de la roche en place, avec un mince placage de bio-concrétionnement (strate basale de *Corallina elongata* principalement). Il y succède une ceinture d'*Astroides calycularis* en peuplement dense entre 0 et -3 m; entre les colonies se développe un gazon ras constitué par les algues *Valonia utricularis*, *Schottera nicaeensis*, *Plocamium cartilagineum*, *Dalmanella* sp., avec quelques thalles de plus grande taille de *Pterocladia capillacea* (Fig. 34).

Plus bas (Fig. 33), entre -5 et -18 m, sur les parois fortement inclinées, le peuplement est dominé par des algues brunes (Phaeophyceae) : *Colpomenia sinuosa* (Fig. 52), dont le recouvrement est exceptionnellement élevé (parfois presque 100%), *Dilophus fasciola*, *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica*, *Hydroclathrus clathratus*; de petites colonies d'*A. calycularis* (Fig. 52) et quelques individus des oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* se mêlent aux algues dans cette tranche bathymétrique. Les surplombs, failles et auvents qui découpent de place en place la falaise entre -3 et -18 m se caractérisent par une couverture importante en algues calcaires *Lithothamnion* sp. (Fig. 56) et en *Peyssonnelia* ainsi qu'en Scléractiniaires, principalement *Cladopsammia rolandi*. Ces habitats ombragés ou cryptiques abritent les algues *Spatoglossum solieri* et *Dictyopteris membranacea*, l'étoile de mer *Ophidiaster ophidianus*, l'holothurie *Holothuria sanctori*, l'Ascidie *Halocynthia papillosa*, la grande cigale de mer *Scyllarides latus* et une riche faune de poissons : mustelles (*Phycis phycis*), *Apogon imberbis*, murènes, corbs, sars (*Diplodus sargus*, *D. puntazzo*), mérours (*Epinephelus guaza*), serrans écriture (*Serranus scriba* : Fig. 53).

Les grandes dalles en corniche rencontrées à -25 m présentent en face supérieure une épibiose à base d'algues *Halimeda tuna* et *Cystoseira spinosa*, d'Hydroides et quelques agrégats d'*A. calycularis*. En faces verticales et inférieures, le peuplement est essentiellement animal et dominé par des éponges massives (abondance de *Agelas oroides* et *Oscharella lobularis*), le Scléractiniaire *Cladopsammia rolandi* et des Bryozoaires (*Myriapora truncata*, *Adeonella calveti*, *Schizomavella auriculata*). Des poissons *Tripterygion* sp. stationnent sur cette épibiose animale. Des *Posidonia oceanica* éparses établies sur roche sont

rencontrées entre -25 et -30 m au Nord de la zone. Le caractère le plus original de cette zone est la présence des gorgones *Eunicella singularis* et *Lophogorgia ceratophyta* en nombre important en dessous de 30 m, c'est-à-dire dans la couche d'eau profonde chargée en matières en suspension; les gorgones se dressent sur des parois rocheuses où la Rhodophyta *Phyllophora nervosa* est particulièrement abondante. Ces gorgones étaient particulièrement abondantes dans de le Nord de la zone. La partie Sud de la zone, très accidentée par de gros blocs recouvrant la pente rocheuse entre -20 et -45 m, présente de très beaux paysages sous-marins animés par une faune ichthyologique particulièrement riche en individus et en espèces. Des bancs innombrables de castagnoles (*Chromis chromis*) occupent la masse d'eau et de nombreuses espèces intéressantes profitent des abris offerts par les éboulis : mérours, sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), canthares (*Spondyliosoma cantharus*), corbs (*Sciaena umbra*) en groupes nombreux, grand Chapons (*Scorpaena scrofa*), serrans écritures (*Serranus scriba*) très fréquents jusqu'à -25 m tandis que les *Anthias anthias* apparaissent en dessous de 35 m. Ce site se révèle comme l'un des plus intéressants de ceux qui ont été explorés au cours de la mission.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues entre la surface et -10 m (RS.14).
- Récolte sauvage d'algues sur les parois sub-verticales entre -20 et -25 m (RS.10).
- Récolte d'épibiose (RB.5 et RB.6).
- Dénombrements de *Patella ferruginea* (DP.32 à DP.35).
- Relevés ichthyologiques (RI.3, RI.13, RI.24).
- Photographies.

#### 5.20. FAILLE DE ZEMBRETTE

par C.F. BOUDOUKESQUE et J.G. HARMELIN

#### Physiographie des fonds

Le fond est constitué (Fig. 35) par une arête rocheuse, allongée en direction Est-Ouest, à sommet plat, bordée par des tombants sub-verticaux aboutissant à un fond rocheux sub-horizontale sur lequel reposent des blocs de petite taille (< 1 m de diamètre).

#### Les peuplements

Physionomiquement, le peuplement est caractérisé par les grandes Phaeophyceae *Cystoseira spinosa* et *C. zosteroides* et plus particulièrement par la sargasse *Sargassum vulgare* var. *diversifolium* dont les longs rameaux sont maintenus en position verticale par des aérocystes, ainsi que par la gorgone *Eunicella singularis* (Fig. 54) et l'éponge *Axinella polyoides* (Fig. 35). Mentionnons également quelques touffes de *Posidonia oceanica*, les Rhodophyta *Phyllophora nervosa* (C) et *Dudresnaya verticillata* (C), les Bryopsidophyceae *Codium bursa* (R, en haut des

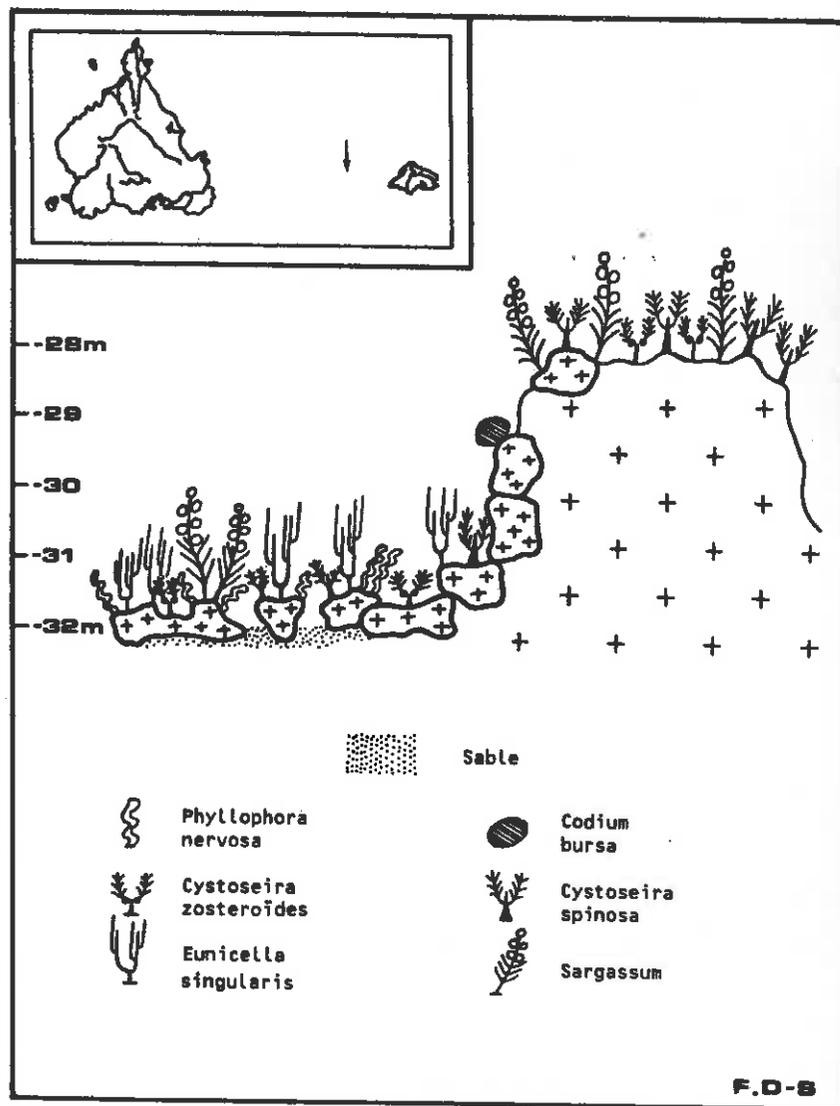


Fig. 35 : Station 20, faille de Zembretta. Aspect schématique des peuplements.

tombants) et *Udotea petiolata* (AC), les éponges *Axinella damicornis* (R) et *Petrosia ficiformis* (R), l'oursin *Sphaerechlinus granularis* (RR), l'étoile de mer *Echinaster sepositus* (RR) et les alcyonaires *Alcyonium acaule* (R) et *A. coralloïdes* (AC).

Sur les parois verticales à un peu surplombantes, le peuplement est dominé par *Parazoanthus axinellae*, des éponges encroûtantes, et les Bryozoaires *Adeoneilla calveti*, *Idmidronea atlantica*, *Scrupocellaria* sp., *Cellaria* sp.

En l'absence de cavités importantes, la faune ichthyologique n'est pas très riche; un mérou (*Epinephelus guaza*) et un grand corb (*Sciaena umbra*) ont été vus; on note l'abondance du sar *Diplodus vulgaris* (Fig. 54) et des castagnoles (*Chromis chromis*), et la présence de *Serranus scriba*, *S. cabrilla*, *Symphodus mediterraneus* et *Spondylisoma cantharus*.

#### Opérations effectuées

- Récolte sauvage d'algues (RS.15).
- Récolte de Bryozoaires (RB.10).
- Relevés phytosociologiques (RP.12 et RP.13).
- Relevé ichthyologique (RI.22).
- Prélèvement de sédiment à -33 m (RG.16).

## 6. LES ALGUES

par N. BEN MAIZ et C.F. BOUDOURESQUE

## 6.1. CARACTERES BIOGEOGRAPHIQUES DE LA FLORE ALGALE

Au total, près de 150 taxons et stades d'algues sont maintenant signalés de Zembra (Annexe II, Tabl. VI, VII, VIII et observations en plongée). Ce chiffre est certainement très inférieur à la réalité : 419 taxons et stades sont signalés autour de l'île de Port-Cros (Var, France), dont les dimensions sont à peine supérieures à celles de Zembra (PERRET-BOUDOURESQUE et BOUDOURESQUE, 1985); bien que cet inventaire soit très incomplet (l'inventaire systématique ne constituait du reste pas l'objectif principal de cette étude), il permet une première approche des caractéristiques biogéographiques du peuplement algal de l'île de Zembra.

La flore algale de Zembra semble relativement proche de la flore des régions les plus froides de la Méditerranée, et en particulier de celle du Golfe du Lion : cinq espèces seulement, présentes à Zembra, sont absentes ou rares dans le Golfe du Lion, sans qu'il s'agisse réellement d'espèces à affinités très "chaude", puis qu'elles apparaissent très tôt aux limites de cette province : Rodriguezella bornetii (présent dans le Sud de la Corse : BOUDOURESQUE et PERRET, 1977), Jania adhaerens (présent aux Lavezzi, entre la Corse et la Sardaigne, et aux Baléares : FRICK et al., 1986; RIBERA-SIGUAN, 1983), Hypnea cf spinella (présent aux Baléares : RIBERA-SIGUAN, 1983), Hydroclathrus clathratus (présent dans les Alpes Maritimes : HAMEL, 1937) et Dasycladus vermicularis (présent à Port-Cros : PERRET-BOUDOURESQUE et BOUDOURESQUE, 1985); on peut y ajouter Cladophora feredayi, mais la validité de cette espèce est douteuse.

En fait, la flore algale de Zembra est surtout caractérisée par l'absence de toute espèce d'affinités pan-tropicales ou même simplement thermophiles, espèces qui sont pourtant banales dans une grande partie de la Méditerranée orientale mais aussi occidentale, et en particulier dans les provinces ligures, thyrréniennes et centro-méditerranéennes (Corse, Sardaigne, Baléares) : les Florideophyceae Halopitys incurvus (Hudson) Batters, Digenea simplex, Rytiphlaea tinctoria (Clemente) C. Agardh, Alsidium corallinum C. Agardh, A. helminthochorton (La Tourette) Kützling, Galaxaura oblongata (Ellis et Solander) Lamouroux et Pseudolithophyllum cablochaë Boudouresque et Verlaque, les Phaeophyceae Discosporangium mesarthrocarpum (Meneghini) Hauck et Dilophus mediterraneus Schiffner, les Bryopsidophyceae Acetabularia parvula Solms-

Tabl. VI : Algues présentes (x) dans les relevés sauvages RS.5 (extérieur du port de Zembra, 0 à -1.5 m), RS.9 (sur rhizomes de *Posidonia oceanica*, Anse du Port, -6 à -11 m) et RS.12 (Face Sud de la Cathédrale, -20 à -32 m). e = épiphyte. § = détermination Marc VERLAQUE.

Espèces	RS.5	RS.9	RS.12
<i>Acrochaetium crassipes</i>	.	x e	.
<i>Acrochaetium microscopicum</i>	x e	.	.
<i>Acrosorium uncinatum</i> var. <i>uncinatum</i>	.	.	x
<i>Acrosorium uncinatum</i> var. <i>venulosum</i>	x	x	.
<i>Amphiroa rigida</i>	x	.	.
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	.	.	x
<i>Arthrocladia villosa</i>	.	.	x
<i>Asperococcus bullosus</i>	.	x	.
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	x	x	x
<i>Callithamniae</i> indéterminée	x	.	.
<i>Ceramium diaphanum</i> var. <i>diaphanum</i>	x e	.	x
<i>Chaetomorpha aerea</i>	x	.	.
<i>Champia parvula</i>	x	.	.
<i>Chylocladia verticillata</i>	.	x	x
<i>Chrysmenia ventricosa</i>	.	x	.
<i>Cladophora laetevirens</i>	x	.	.
<i>Cladophora prolifera</i>	x	.	.
<i>Cladostephus hirsutus</i>	x	.	.
<i>Colpomenia sinuosa</i>	x	.	.
<i>Corallina granifera</i>	x	.	.
<i>Crouania attenuata</i>	x	.	.
<i>Cystoseira balearica</i>	x §	.	.
<i>Cystoseira barbata</i>	x	.	.
<i>Cystoseira spinosa</i>	.	.	x
<i>Dictyopteria membranacea</i>	x	x	x
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>dichotoma</i>	x	.	.
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	x	x	x
<i>Dudresnaya verticillata</i>	.	.	x
<i>Enteromorpha</i> sp.	x	.	.
<i>Erythrocyrtis montagnei</i> (sur <i>Laurencia</i> )	x e	.	.
<i>Erythrotrichia carnea</i>	x e	x e	.
<i>Erythrotrichia simplex</i>	x e	.	.
<i>Fosliella farinosa</i>	x e	.	.
<i>Gracilaria</i> sp.	.	x	.
<i>Griffithsia flosculosa</i>	x	.	.
<i>Halimeda tuna</i>	.	.	x
<i>Halopteris filicina</i>	x	.	x
<i>Halymenia floresia</i>	.	.	x
<i>Herposiphonia tenella</i> fa. <i>tenella</i>	.	x	x
<i>Hypnea</i> sp. (cf. <i>H. spinella</i> )	.	x	.
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	x	.	.
<i>Jania adhaerens</i>	.	.	x
<i>Jania rubens</i>	x	.	.
<i>Laurencia obtusa</i>	x	.	x
<i>Laurencia</i> sp.	.	.	x
<i>Lagora viscida</i>	x	.	.
<i>Meredithia microphylla</i>	.	.	x
<i>Nitophyllum punctatum</i>	x	.	.
<i>Padina pavonica</i>	x	.	.
<i>Peyssonnelia bornetii</i>	.	x	x
<i>Peyssonnelia rubra</i>	.	x	x
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	x	.	.
<i>Phyllophora nervosa</i>	.	x	x
<i>Plocamium cartilagineum</i>	x	x	x
<i>Polysiphonia flocculosa</i>	.	.	x
<i>Polysiphonia sertularioides</i>	.	x	.
<i>Polysiphonia</i> sp.	x	.	.
<i>Rhodymenia ardissoni</i>	.	x	.

Tabl. VI : suite.

<i>Sphacelaria cirrhosa</i>	x	.	.
<i>Stylonema alsidii</i>	x e	.	.
<i>Styopocaulon scoparium</i>	x	.	.
" <i>Trailliella intricata</i> " stadium	x e	.	.
<i>Udotea petiolata</i>	x	.	.
<i>Ulva lactuca</i>	x	.	x
<i>Ulva olivascens</i>	.	x	.
<i>Valonia utricularis</i>	x	.	.
<i>Vidalia volubilis</i>	.	.	x
<i>Zanardinia prototypus</i>	.	.	x

Laubach, *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh, *Penicillus capitatus* Lamarck (et son stade juvénile *Espera mediterranea* Decaisne) et *Caulerpa prolifera* (Forsskaal) Lamouroux, pour n'en citer que quelques unes. Remarquons que cette dernière espèce est pourtant l'une des algues les plus communes dans le Golfe de Tunis (BEN ALAYA, 1970), où elle couvrirait le quart de la surface des fonds (AZOUZ, 1973). Quant à *Dasycladus vermicularis*, bien que présent à Zembra, il y est extrêmement localisé, puis qu'il n'occupe que quelques dizaines de m<sup>2</sup> dans les bordures peu profondes du port.

Egalement surprenante est l'absence des espèces qui, le long de la côte d'Afrique du Nord, traduisent l'influence des eaux atlantiques entrant en Méditerranée par Gibraltar et véhiculées par le courant général : la grande Phaeophyceae *Cystoseira sedoides* (Desfontaines) C. Agardh, pourtant présente à Bizerte (ZAOUALI, 1973) et à Pantelleria (GIACCONE et al., 1972, 1973), et les Florideophyceae *Peyssonnelia coriacea* Feldmann, présente sur la côte orientale de Sicile (GIACCONE et SORTINO, 1974b; FURNARI et SCAMMACCA, 1973b), à Pantelleria (GIACCONE et al., 1973) et à Linosa (CINELLI, DRAGO et al., 1976), et *Calliophyllis laciniata* (Hudson) Kützling.

En revanche, l'absence des Florideophyceae *Rissoëlla verruculosa* (Bertoloni) J. Agardh, *Lithophyllum lichenoides* Philippi (= *L. tortuosum* (Esper) Foslie et *Goniolithon byssoideum* (Lamarck) Foslie, qui caractérisent le bassin occidental de la Méditerranée, n'est pas étonnante : ces trois espèces sont en effet considérées comme absentes de la plus grande partie du bassin oriental : Grèce (GERLOFF et GEISSLER, 1971), Syrie (MAYHOUB, 1976), Turquie (CIRIK, 1978), Egypte (BOUDOURESQUE, THELIN et al., 1983). Bien que présent dans la plus grande partie du bassin occidental de la Méditerranée, et en particulier en Algérie (FELDMANN, 1931) et dans le Golfe de Naples (FUNK, 1927), *Rissoëlla verruculosa* n'a été signalé, en Tunisie, que de la Galite (FELDMANN, 1961); il est également signalé de Sicile (FURNARI et SCAMMACCA, 1970a et b), mais est absent de toutes les îles du Canal de Sicile : Egadi (GIACCONE et SORTINO, 1974a), Pantelleria (GIACCONE et al., 1973), Linosa (CINELLI, DRAGO et al., 1976). *Lithophyllum lichenoides* est lui aussi largement distribué en Méditerranée occidentale et en Adriatique, où il se développe sur les rochers verticaux, exposés au ressac et modérément ensoleillés (H. HUVE, 1963); il a été signalé des îles Egadi (GIACCONE et SORTINO, 1974a)

et Pantelleria (GIACCONE et al., 1973), mais semble absent de Linosa (CINELLI, DRAGO et al., 1976), de la Galite (FELDMANN, 1961) et, d'une façon générale, de toutes les côtes tunisiennes; notons toutefois que *L. lichenoides* vient d'être découvert en trois stations de Méditerranée orientale (ZIMMERMANN, 1982) : Alanya (Sud de la Turquie), Golfe d'Izmir (côtes égéennes de la Turquie) et Ouest de la Crète; il n'y était connu jusqu'alors que fossile, sur des rivages soulevés de l'Holocène de la Crète (THOMMERET et al., 1980). *Goniolithon byssoideum*, enfin, est connu de Corse, d'Algérie, du Golfe de Naples et de Sicile (FUNK, 1927; H. HUVE, 1963).

De même, l'absence de *Goniolithon papillosum* (Zanardini ex Hauck) Foslie semble normale : cette espèce est surtout répandue dans la moitié Nord des bassins orientaux et occidentaux de la Méditerranée (H. HUVE, 1962), avec cependant de curieuses lacunes (Fig. 36) : le Cap Corse (MOLINIER, 1960), les côtes continentales du Var (BOUDOURESQUE, 1971) et la Côte des Albères (BOUDOURESQUE, PERRET-BOUDOURESQUE et al., 1984) par exemple.



Fig. 36 : Répartition de *Goniolithon papillosum* en Méditerranée (d'après H. HUVE, 1962, complété).

Enfin, on note l'absence à Zembra des espèces "orientales", les Phaeophyceae *Cystoseira fucoides* Ercegovic, *C. platyramosa* Ercegovic (cf H. HUVE, 1972), *Sargassum trichocarpum* J. Agardh et les Corallinaceae *Tenarea undulosa* Bory de Saint-Vincent et *Goniolithon trochanter* (Bory de Saint-Vincent) Huvé (= *Nullipora trochanter* Bory de Saint-Vincent : BORY DE SAINT-VINCENT, 1832, p. 206, pl. 54, fig. 2a et b). *Sargassum trichocarpum* est présent en Sicile (FURNARI et SCAMMACCA, 1973b) et à Linosa (CINELLI, DRAGO et al., 1976), et a été retrouvé près de Marseille, à proximité du rejet d'eau chaude de la centrale électrique de Martigues-Ponteau (VERLAQUE, 1977). *Tenarea undulosa*, outre la Méditerranée orientale (Syrie, Turquie, Grèce), est présent

(H. HUVE, 1963) dans le Sud de l'Adriatique : Yougoslavie et Italie (d'Otrante au Capo Santa Maria di Leuca); Il vit dans l'Infralittoral superficiel. Enfin, *Goniolithon trochanter* est largement répandu en Méditerranée orientale (Libye, Crète, Grèce, Turquie) et a été signalé, comme *Tenarea undulosa*, de la presqu'île d'Otrante, dans le Sud de l'Italie (H. HUVE, 1963).

En se basant sur le seul peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels de mode battu de Zembra, et en le comparant à celui de toute une série de régions de Méditerranée occidentale, BOUDOURESQUE (1970) montrait que, dans l'espace factoriel des régions, Zembra se plaçait très loin des côtes Nord de Tunisie, mais également très loin des côtes du Golfe du Lion, à proximité de la Corse.

La prise en compte de l'ensemble de la flore algale confirme l'originalité de Zembra par rapport aux côtes continentales de Tunisie, mais également par rapport à la plupart des secteurs connus de Méditerranée occidentale ou orientale. La flore de Zembra présente certaines affinités "froides" qui rappellent le Golfe du Lion (des Pyrénées-Orientales aux Bouches du Rhône); la situation de l'île, au large du Golfe de Tunis, dans un secteur où l'hydrodynamisme violent brasse considérablement les eaux, et les températures maximales somme toute assez modestes qui sont mesurées dans ce secteur (Tabl. V), rendent logique ces affinités relativement froides. Mais, toute une série de lacunes floristiques, par rapport aux flores nord-occidentale, occidentale, nord-africaine, orientale et du Canal de Sicile, confèrent à la flore de Zembra une réelle originalité.

On remarquera par ailleurs que les espèces accidentellement introduites en Méditerranée en provenance de l'Indo-Pacifique, et aujourd'hui communes dans le Golfe du Lion (*Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt : KNOEPFFLER-PEGUY et al., 1985), la Méditerranée occidentale (*Asparagopsis armata* Harvey, *Colpomenia peregrina* (Sauvageau) Hamel, *Codium fragile* (Suringar) Hariot), ou dans les provinces ligures et tyrrhénienes (*Acrothamnion preisii* (Sonder) Wollaston) sont (provisoirement ?) encore absentes de Zembra. Concernant *Codium fragile*, la station la plus proche semble être la région de Messina, en Sicile (FURNARI, 1974).

## 6.2. LES PEUPELEMENTS ALGAUX

### 6.2.1. Les peuplements supralittoraux

L'étage supralittoral remonte souvent, à Zembra, à une très grande hauteur au dessus du niveau de l'eau, en relation avec l'hydrodynamisme très fort; il ne nous a malheureusement pas été possible, compte tenu des moyens dont nous disposions, de mesurer avec précision la hauteur qu'il atteint le long des falaises de la côte Nord-Ouest (peut-être 8 m ?). Au Cap Matapan (Grèce), P. HUVE (1957) indique que le Supralittoral atteint +10 m. Cet étage est occupé, à Zembra, par des Cyanobactéries épilithes, par le Gastéropode *Littorina neritoides* et,

vers le bas, par le Crustacé Cirripède *Chthamalus depressus*. Le Gastéropode *Littorina punctata*, qui se mêle à *L. neritoides* le long des côtes d'Afrique du Nord, du Sud de la Sicile, du Sud et de l'Est de la Méditerranée orientale (RIEDL, 1983), n'a pas été rencontré; FEKIH et GOUGEROT (1974) ne le mentionnent pas non plus du Golfe de Tunis. Le lichen *Verrucaria amphibia* Clem. (= *V. symbalana* Nylander) est également absent, comme le note MAYHOUB (1976) pour les côtes syriennes.

### 6.2.2. Les peuplements médiolittoraux

L'étage Médiolittoral remonte également à une très grande hauteur. Le Médiolittoral supérieur est occupé par des Cyanobactéries épilithes, ainsi que par le Gastéropode *Patella rustica* et le Cirripède *Chthamalus stellatus* (Tabl. VII : RP.1); en mode très battu, ce dernier constitue souvent des amas au sommet de petites expansions de la roche (Fig. 21, 31 et 34) sans doute dues à une érosion différentielle, les *C. stellatus* protégeant la roche (bio-protection) de l'érosion (mécanique ou biologique); en Crète, ZIMMERMANN (1983) décrit des structures similaires : des paquets de *C. stellatus* (jusqu'à 60 individus par cm<sup>2</sup>) se trouvent perchés, par le jeu de la bio-protection qu'ils assurent à la roche, au sommet de crêtes hautes de 5 à 6 cm. Un visor marque très souvent la base du Médiolittoral supérieur (Fig. 31 et 34). *P. rustica* a été observé à +6 m à Guedra; au Cap Matapan (Grèce), P. HUVE (1957) l'a observé jusqu'à +4 m.

Le Médiolittoral moyen, qui correspond souvent au fond de l'encoche située sous le visor, est occupé principalement par les encroûtements de la Phaeophyceae *Ralfsia verrucosa* (Tabl. VII : RP.2); on y rencontre également la Florideophyceae *Nemalion helminthoides*, la Bryopsidophyceae *Bryopsis muscosa* et le Gastéropode *Patella ferruginea* (Fig. 15, 21, 31, 34, 44).

Le Médiolittoral inférieur (Tabl. VII : RP.11), en l'absence de *Lithophyllum lichenoides*, est occupé par la Phaeophyceae encroûtante *Nemoderma tingitanum* et par la Florideophyceae *Laurencia undulata* (Fig. 15); cette dernière espèce, présente dans le Var (BOUDOURESQUE, 1971), aux îles Egadi (GIACCONE et SORTINO, 1974a) et en Sicile orientale (FURNARI et SCAMMACCA, 1973b), est généralement remplacée, dans les parties chaudes de la Méditerranée, par *L. papillosa* (Forsk.) Greville : Corse (MOLINIER, 1960), Syrie (MAYHOUB, 1976); à Pantelleria (GIACCONE et al., 1983), quelques pieds de *L. undulata* sont encore observés. *L. papillosa* qui est dominant.

L'Anse Ed-Dahia (Fig. 25), les vermetes (*Bivonia*) sont pas, à Zembra, de bio-concrétionnements formations sont très développées au Cap Corse à Palerme (Sicile), Tipaza (Algérie), au Cap Blanc (MOLINIER, 1955), en Espagne, entre Tarragone et (PICARD, 1956), en Crète (ZIMMERMANN, 1980) à Zembra, sur la côte du Cap Bon (BOUDOURESQUE,

1970). Certains auteurs les placent dans l'horizon le plus superficiel de l'Infralittoral (MOLINIER, 1960; PERES et PICARD, 1964), tandis que d'autres les considèrent comme appartenant à l'horizon inférieur du Médiolittoral (MAYHOUB, 1976; BOUDOURESQUE et FRESI, 1976).

Les bloconcrétionnements à *Neogoniolithon notarisii* (Dufour) Setchell et Mason, qui caractérisent la Méditerranée orientale (P. HUVE, 1957; ZIMMERMANN, 1980; GUELORGET et al., 1982) sont totalement absents à Zembra.

Tableau VII : Relevés phytosociologiques dans des biotopes infralittoraux photophiles et médiolittoraux. Les profondeurs précédées du signe + sont des altitudes au dessus du zéro biologique. Lorsque la pente est forte et que les profondeurs du bas et du haut d'un relevé diffèrent, la profondeur indiquée est la moyenne des deux.

Numéro de la station	11	11	11	7	7	5	9	9
Numéro du relevé : RP	1	2	3	9	10	11	14	16
Profondeur (en m)	+1	+0.5	0	3	7	+0.3	6	3
pente (en degrés)	90	90	30	50	0	45	20	10
Exposition	W	W	W	SE	-	NE	NW	NE
Espèces								
FLORE								
<i>Acetabularia acetabulum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Bryopsis muscosa</i>	.	1.5	.	.	.	.	.	.
<i>Ceramium ciliatum</i>	.	.	4.5	.	.	.	.	.
<i>Ceramium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	3.4
<i>Cladostephus hirsutus</i>	.	.	.	5.4	+	.	.	.
<i>Colpomenia sinuosa</i>	.	.	.	+	1.5	.	2.4	1.2
<i>Corallina elongata</i>	.	.	3.2	.	.	.	2.1	2.5
<i>Corallina granifera</i>	.	.	.	1.2	2.3	.	.	3.4
<i>Cystoseira cf balearica</i>	.	.	.	.	3.3	.	.	.
<i>Cystoseira cf caespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Dictyopteris membranacea</i>	.	.	.	.	.	.	4.2	.
<i>Dictyota dichotoma</i>	.	.	.	.	2.2	.	1.3	1.3
<i>Dilophus fasciola</i>	.	.	.	.	3.1	.	1.4	3.2
<i>Halimeda tuna</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Liebmannia leveillei</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.1
<i>Nemalion helminthoides</i>	.	.	.	.	.	.	1.3	.
<i>Nemoderma tingitanum</i>	.	.	.	.	.	.	4.5	.
<i>Padina pavonica</i>	.	.	.	.	+	2.4	.	1.1
<i>Ralfsia verrucosa</i>	.	5.5	.	.	.	.	1.2	.
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Styposcaulon scoparium</i>	.	.	.	3.4	+	.	.	.
<i>Tribonema sp.</i>	.	.	.	.	2.4	.	.	.
<i>Valonia utricularis</i>	.	.	2.5	.	.	.	.	.
<i>Zanardinia prototypus</i>	.	.	.	.	2.2	.	.	.
FAUNE								
<i>Chthamalus stellatus</i>	4.5	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Paracentrotus lividus</i>	.	.	.	.	.	.	1.4	.
<i>Patella ferruginea</i>	.	.	.	.	.	.	1.4	.
<i>Patella rustica</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.

### 6.2.3. Les peuplements photophiles et héli-sciaphiles infralittoraux

Sur substrat dur moyennement incliné, bien éclairé et en mode battu, l'étage infralittoral débute, à Zembra comme dans la plus grande partie de la Méditerranée occidentale, par un peuplement à *Cystoseira stricta*

(Fig. 15); ces peuplements à *C. stricta* se retrouvent aux îles Pantelleria (GIACCONE et al., 1973) et Linosa (CINELLI, FEOLI et al., 1976). On sait que, localement, *C. stricta* est remplacé par *C. mediterranea* Sauvageau : Côte des Albères (BOUDOURESQUE, 1969), Golfe de Naples (FUNK, 1927); aux îles Egadi, les deux espèces voisinent (GIACCONE et SORTINO, 1974a); il en va de même sur la côte méridionale de la Sicile (GIACCONE et SORTINO, 1974b). Les côtes de Zembra étant généralement accores, les substrats d'inclinaison favorable à *C. stricta* sont rares, de telle sorte que ce peuplement y est peu développé.

Tableau VIII : Relevés phytosociologiques dans des biotopes héli-sciaphiles et sciaphiles.

Número de la station	11	11	11	11	11	20	20	9
Número du relevé : RP	4	5	6	7	8	12	13	15
Profondeur (en m)	1	2	8	14	20	32	28	3
pente (en degrés)	90	80	100	100	90	0	0	70
Exposition	W	W	W	W	W	-	-	NE
-----								
Espèces								
-----								
FLORE								
<i>Acrodiscus vidovichii</i>	.	.	.	.	1.5	.	.	.
<i>Acrosorium uncinatum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Aglaothamnion</i> sp.	2.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Codium bursa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.5
<i>Colpomenia sinuosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	1.1
<i>Corallina elongata</i>	3.2	1.3	.	.	.	.	.	4.3
<i>Cystoseira spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.3
<i>Cystoseira zosteroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.4
<i>Dictyopteris membranacea</i>	.	.	+	.	.	3.3	3.1	.
<i>Dictyota dichotoma</i>	.	.	1.5	+	.	2.3	2.1	1.2
<i>Dudresnaya verticillata</i>	.	.	.	.	.	3.1	.	.
" <i>Falkenbergia rufolanosa</i> "	.	.	.	.	.	.	.	2.2
<i>Halimeda tuna</i>	.	.	.	.	3.2	.	.	.
<i>Halopteris filicina</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lithothamnion</i> sp.	.	.	1.5	.	.	.	.	.
<i>Myriogramme tristromatica</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Palmophyllum crassum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	.	.	+	2.3	.	.	.	.
<i>Peyssonnelia</i> sp. (non calc.)	.	2.4	1.5	2.5	2.4	3.3	.	+
<i>Phyllophora nervosa</i>	.	.	.	.	.	4.5	.	.
<i>Plocamium cartilagineum</i>	2.4	1.4	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	.	3.2	2.4	.	.	.	.	.
<i>Pseudolithophyllum expansum</i>	.	.	.	1.2	1.5	.	.	.
<i>Sargassum vulgare diversifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.1
<i>Schottera nicaeensis</i>	.	2.4	.	.	.	.	.	.
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sporochnus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Stypocaulon scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.5
<i>Udotea petiolata</i>	.	.	1.4	+	.	.	.	1.5
<i>Zenardina prototypus</i>	.	.	+	1.3	.	.	.	1.4
-----								
FAUNE								
<i>Aglaophenia</i> sp.	1.4	2.4	.	.	.	.	.	.
<i>Alycium coralloides</i>	.	.	.	.	.	2.2	.	.
<i>Astroides calycularis</i>	3.2	4.2	5.5	4.3	.	.	.	2.2
<i>Axinella polypoides</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Eunicella singularis</i>	.	.	.	.	.	1.1	+	.
<i>Myriapora truncata</i>	.	.	.	.	+	.	.	.

Entre 1 et 10 m environ de profondeur, les biotopes photophiles de substrat dur sont généralement occupés par un peuplement très dense de la Phaeophyceae *Dilophus fasciola* (Fig. 24, 46, 51); on y rencontre également les Phaeophyceae *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma*, *Dilophus spiralis*, *Cladostephus hirsutus*, *Stypocaulon scoparium*, *Cystoseira caespitosa* et *C. balearica*, et la Bryopsidophyceae *Codium bursa* (Tabl. VII : RP.10 et 16). Localement, *Cladostephus hirsutus* ou *Dictyopteris membranacea* peuvent être dominants (Tabl. VII : RP.9 et 14). Sur la face Sud de l'île (Cathédrale et parages de la Grotte aux Pigeons), un faciès (un peu plus thermophile semble-t-il) est caractérisé par l'exubérance de *Colpomenia sinuosa* (Fig. 52), en mélange avec *Hydroclathrus clathratus*.

Entre 10 et 40 m de profondeur environ, les substrats relativement bien éclairés (compte-tenu de la profondeur), et que l'on peut qualifier d'héli-sciaphiles, sont occupés par des peuplements moyennement denses de *Cystoseira zosteroides* et surtout de *C. spinosa*, accompagnés par une strate basse (ou une sous-strate) d'algues sciaphiles : *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*, *Peyssonnelia* non calcifiés, parfois *Codium bursa*. *Sargassum vulgare* y est présent uniquement dans la "falte" de Zembretta (Fig. 35; Tabl. VIII : RP.12 et 13). Sur les côtes orientales de Sicile, *C. zosteroides* et *C. spinosa* sont remplacés par *C. dubia* Valiante (GIACCONE et SORTINO (1974b)).

Il apparaît donc que, sur les substrats durs photophiles de l'Infralittoral, les espèces du genre *Cystoseira* sont abondantes et jouent à Zembra un rôle important; il en est de même dans tous les secteurs de Méditerranée occidentale relativement préservés de la pollution : Cap Corse (MOLINIER, 1960), Port-Cros (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1967); en revanche, ces peuplements ont en grande partie disparu dans la région marseillaise (BELLAN-SANTINI, 1966), et les peuplements décrits par FELDMANN (1938) sur la côte des Albères ne se retrouvent plus aujourd'hui (GROS, 1978).

On remarquera toutefois que les peuplements à *Cystoseira* de Zembra sont nettement moins diversifiés que ceux qui ont été décrits des îles italiennes du Canal de Sicile (CINELLI, FEOLI et al., 1976; GIACCONE et al., 1973) : *Cystoseira sauvageauiana* Hamel, *C. sedoides*, *C. crinita* (Desfontaines) Bory in Montagne, *C. myriophylloides* Sauvageau, qui peuvent y être dominants, ainsi que *C. ercegovicii* Giaccone et *C. elegans* Sauvageau, n'ont pas été observés à Zembra; *C. barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh y est très rare. Il en va de même des peuplements à *Sargassum*, beaucoup plus développés à Pantelleria et à Linosa (avec *Sargassum vulgare*, *S. hornschurchii* C. Agardh et *S. trichocarpum* J. Agardh) qu'à Zembra.

#### 6.2.4. Les peuplements sciaphiles infralittoraux

Le peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels de mode battu est relativement pauvre quantitativement, en raison de la dominance du Scléactiniaire *Astroides calycularis*; il est toutefois riche en espèces,

Tabl. IX : Comparaison des étages supralittoral, médiolittoral et de la partie supérieure de l'étage infralittoral à Zembra et dans divers secteurs de Méditerranée occidentale et orientale : SYR = Syrie (d'après MAYHOUB, 1976), MAT = Cap Matapan (P. HUVE, 1957), LAC = Ile Lachea, Sicile (FURNARI et al. (1977); EGA = Iles Egadi (GIACCONE et SORTINO, 1974a), PAN = Ile Pantelleria (GIACCONE et al., 1973), ZEM = Zembra, LAV = Iles Lavezzi (PRICK et al., 1986), COR = Cap Corse (MOLINIER, 1960), VAR = Côtes varoises (BOUDOURESQUE, 1971), ALB = Côte des Albères (FELDMANN, 1938). Les données des auteurs peuvent avoir été modifiées pour les replacer dans le système d'étagement que nous avons adopté. x = espèce présente, - = espèce absente, . = espèce non citée, sans que cela implique son absence, a = sub nomen *Lithophyllum byssoides*; b = placé par l'auteur dans l'infralittoral; c = il s'agit selon l'auteur de *V. maura*; d = complété par nous mêmes.

Etages et sous-étages	Espèces	R E G I O N S											
		SYR	MAT	LAC	EGA	PAN	ZEM	LAV	COR	VAR	ALB		
SUPRALITTORAL	<i>Cithmalus depressus</i>	+	+	.	.	+	.	+	+	+	+	+d	
	Cyanobactéries	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+d	
	<i>Littorina neritoides</i>	+	+	.	.	.	+	.	+	+	+	+d	
	<i>Littorina punctata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-d	
	<i>Verrucaria amphibia</i>	.	+	.	+c	+	.	.	+	+	+	+d	
MEDIOLITTORAL SUPERIEUR	<i>Cithmalus stellatus</i>	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	+d	
	<i>Mesospora macrocarpa</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	+	
	<i>Patella rustica</i>	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+d	
	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	+	
MEDIOLITTORAL MOYEN	<i>Callithamnion granulatum</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Cladophora laetevirens</i>	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+d	
	<i>Enteromorpha compressa</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	
	<i>Nemalion helminthoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Patella ferruginea</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	-d	
	<i>Ralfsia verrucosa</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Rissoëlla verruculosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Rivularia mesenterica</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	+	
MEDIOLITTORAL INFERIEUR	<i>Bivonia</i>	+	+b	.	+	.	+	.	+	+	+	-d	
	<i>Bryopsis muscosa</i>	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	<i>Chondria boryana</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	
	<i>Gastroclonium clavatum</i>	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+	+	
	<i>Goniolithon papillosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	<i>Laurencia papillosa</i>	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	+	
	<i>Laurencia undulata</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Lithophyllum lichenoides</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Nemoderma tingitanum</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	
	<i>Neogoniolithon notarisi</i>	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	+	
INFRALITTORAL SUPERIEUR	<i>Anadyomene stellata</i>	+	+	.	.	+	.	.	+	+	+	+	
	<i>Corallina elongata</i>	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Cystoseira amantacea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	<i>Cystoseira compressa</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Cystoseira mediterranea</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	
	<i>Cystoseira sedoides</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	
	<i>Cystoseira stricta</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Goniolithon byssoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	<i>Goniolithon trochanter</i>	+a	+a	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	<i>Hydroclathrus clathratus</i>	+	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+	
<i>Padina pavonica</i>	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Sargassum vulgare</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+		
<i>Tenarea undulosa</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+		

avec notamment *Schottera nicaeensis*, *Plocamium cartilagineum*, *Corallina elongata* et *Valonia utricularis*, parfois accompagnés par *Pterocladia capillacea* (Tabl. VIII : RP.4); BOUDOURESQUE (1970) fournit une liste

détaillée de ces espèces. BOUDOURESQUE et CINELLI (1976) distinguent deux phytocénoses sciaphiles de mode battu en Méditerranée occidentale, l'une d'affinités froides, l'autre d'affinités plus chaudes : l'appartenance du peuplement de Zembra à l'une ou l'autre de ces phytocénoses n'est pas claire.

Le peuplement algal des biotopes sciaphiles plus profonds n'a pas paru très diversifié; il est dominé par les Bryopsidophyceae *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata* et *Pseudochlorosemis furcellata*, des *Peyssonnelia* non calcifiés, *Lithothamnion* sp.; on y rencontre également *Peyssonnelia rosa-marina*, *Pseudolithophyllum expansum* et *Dudresnaya verticillata* (Fig. 20). Au pied de la roche littorale, au contact avec le Détritique Côtier, nous n'avons pas observé de Coralligène d'Horizon Inférieur de la Roche Littorale (au sens de PERES et PICARD, 1964) avec bio-concrétionnement algal bien caractérisé; tout au plus, certains bourrelets actuellement non actifs pourraient-ils représenter un bio-concrétionnement fossile. Des algues caractéristiques du Coralligène se développent à ce niveau : *Rodriguezella pennata* et *R. bornetii*; cette dernière espèce, absente du Golfe du Lion, traduit une influence relativement "chaude".

On remarque que les peuplements rhéophiles de profondeur, tels que les peuplements à *Cystoseira dubia* décrits de Sicile orientale (FURNARI et SCAMMACCA, 1973a), avec en particulier *C. zosteroides* et *Carpomitra costata* (Stackhouse) Batters, semblent absents à Zembra, ou tout au moins très fragmentaires.

### 6.3. L'ETAGEMENT

Comme on pouvait s'y attendre, l'étagement des peuplements benthiques de Zembra s'inscrit bien dans le cadre général établi par de nombreux auteurs pour la Méditerranée (PERES et MOLINIER, 1957; PERES et PICARD, 1964; BOUDOURESQUE et FRESI, 1976).

La comparaison d'un certain nombre de régions de Méditerranée occidentale et orientale, en fonction de la présence ou de l'absence des espèces les plus caractéristiques des étages et sous étages du Supralittoral et du Médiolittoral, et de la partie supérieure de l'Infralittoral (Tabl. IX), au moyen d'un coefficient de similarité donnant le même poids aux co-présences et aux co-absences (Ssm = simple match coefficient de SOKAL et MICHENER in LEGENDRE et LEGENDRE, 1975) et d'un coefficient de similarité ne prenant pas en compte les co-absences (Sj = coefficient de communauté de JACCARD) confirme l'homogénéité relative de ces étages en Méditerranée (Tabl. X) : pour l'ensemble de la matrice d'inter-similarité, Ssm est compris entre 0.48 et 0.85, et Sj entre 0.21 et 0.79 (Tabl. X).

En ce qui concerne plus particulièrement l'île de Zembra, ses similarités avec les autres régions ne sont jamais particulièrement élevées ni faibles (Tabl. X), ce qui la place dans une position relativement isolée : Ssm compris entre 0.58 et 0.70, Sj entre 0.43 et 0.56. C'est avec les îles

Lavezzi et Pantelleria, et dans une moindre mesure les Côtes varoises et le Cap Matapan, que la similarité est maximale.

Tabl. X : Matrice d'intersimilarité entre diverses régions de Méditerranée, en fonction des données du Tabl. IX (mêmes abréviations pour les régions). Dans chaque case, en haut le coefficient de SOKAL et MICHENER, en bas le coefficient de JACCARD.

	SYR	MAT	R LAC	E EGA	G PAN	I ZEM	O LAV	N COR	S VAR	ALB
SYR	1.00 1.00									
MAT	.78 .65	1.00 1.00								
R LAC	.55 .44	.48 .21	1.00 1.00							
E EGA	.60 .50	.61 .44	.74 .63	1.00 1.00						
G PAN	.60 .53	.56 .45	.73 .60	.81 .75	1.00 1.00					
O ZEM	.66 .52	.68 .47	.65 .48	.58 .43	.67 .56	1.00 1.00				
N LAV	.50 .40	.50 .32	.63 .52	.71 .61	.66 .59	.70 .54	1.00 1.00			
S COR	.54 .47	.62 .50	.66 .54	.78 .71	.70 .65	.63 .50	.63 .53	1.00 1.00		
VAR	.56 .50	.61 .45	.69 .58	.74 .65	.78 .72	.67 .54	.73 .63	.80 .73	1.00 1.00	
ALB	.62 .55	.66 .50	.75 .65	.72 .64	.78 .73	.58 .45	.68 .59	.76 .69	.85 .79	1.00 1.00

Le dendrogramme établi à partir de la matrice d'intersimilarité (Tabl. X), d'après la méthode de MOUNTFORD (1962) met en évidence (Fig. 37) :

- (i) deux groupes relativement proches (Var-Albères-Corse d'une part, Egadi-Pantelleria d'autre part),
- (ii) un troisième groupe très distinct (Syrie-Matapan),
- (iii) la position complètement isolée de Zembra d'une part, des îles Lavezzi d'autre part.

Les dendrogrammes établis à partir des coefficients de similarité de SOKAL et MICHENER (Fig. 37) et de JACCARD ne diffèrent pratiquement pas l'un de l'autre. Au total, la relative originalité du peuplement de Zembra (cf § 6.1) se trouve confirmée.

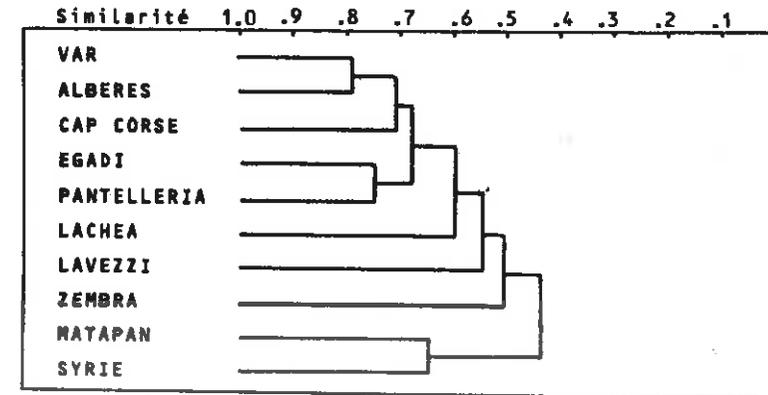


Fig. 37 : Dendrogramme établi à partir de la matrice d'intersimilarité (Tabl. X), et résumant les affinités entre régions du peuplement des étages supralittoral, médiolittoral et de l'horizon supérieur de l'infralittoral.

## 7. LES POSIDONIES

### 7.1. REPARTITION ET TYPOLOGIE

par C.F. BOUDOURESQUE

Les herbiers à Posidonia oceanica sont considérés comme l'un des écosystèmes les plus importants et les plus caractéristiques de la Méditerranée (MOLINIER et PICARD, 1952; BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982). En Méditerranée occidentale, ils constituent généralement une bande plus ou moins continue entre 0-5 et 30-40 m de profondeur, s'interrompant uniquement devant l'embouchure des fleuves et les côtes trop accores. A Zembra, P. oceanica n'a été observé que sur les faces Est et Sud de l'île, entre Aïn Kabar et la Cathédrale, et les véritables herbiers sont extrêmement localisés : Anse du port, Anse du Mouillage (Fig. 49) et Aïn Kabar. L'hydrodynamisme exceptionnellement important, ainsi que la pente très forte de la roche littorale (Capo Grosso, Entorche), sont sans doute responsables de l'absence de P. oceanica sur les côtes Nord et Ouest de Zembra.

Les spécimens les plus profonds de P. oceanica ont été observés dans les parages de la Grotte aux Pigeons, vers -30 m; de plus, il s'agissait de touffes éparées et non d'un véritable herbier. On remarquera que des herbiers continus descendent jusqu'à -34 m dans la baie d'Elbu, Corse (MEINESZ, 1977), -34-36(38) m autour de Port-Cros, Var (HARME LIN et LABOREL, 1976), -30-32(39) m autour d'Ischia, Italie (COLANTONI et al., 1982), 35-43 m au Levant, Var (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1979). Bien qu'il ne soit pas exclu que des pieds isolés de P. oceanica puissent exister au delà de 30 m, il apparaît donc que cette espèce ne se développe pas très profondément autour de Zembra.

Par ailleurs, l'extension des herbiers a été autrefois plus importante autour de Zembra : dans l'Anse du Port, les dernières touffes de P. oceanica, vers -15 m (Fig. 12, 13, 50), se raccordent à une vaste matée morte enfouie sous le sédiment; à Aïn Kabar, vers 22 m de profondeur, au contact entre les éboulis de la roche littorale et la plaine sableuse, existe également une ceinture de mattes mortes (Fig. 17). En dessous de 25-30 m, c'est sans doute la turbidité de la couche d'eau profonde, telle que nous avons pu l'observer (mais sans doute surtout lors des crises correspondant aux crues de la Medjerda), qui explique la rareté ou l'absence de P. oceanica; compte tenu de la lenteur de la croissance de cette espèce (CAYE, 1982; BOUDOURESQUE, JEUDY DE GRISSAC et al., 1984), des crues exceptionnelles de la Medjerda, espacées de plusieurs dizaines d'années (du type de la crue de 1973 (KALLEL et

al., 1979), ou correspondant à des périodes historiques précises (changement climatique, érosion des sols), ou bien encore le séjour momentané de nappes d'eaux polluées en provenance de la zone industrialo-portuaire de Tunis, peuvent également expliquer la mort de l'herbier à *P. oceanica* en dessous de 15 m, dans l'Anse du Port, dans un secteur qui semblerait pourtant lui convenir.

Dans le Golfe de Tunis, l'herbier à *P. oceanica* ne descend généralement pas très profondément (BEN ALAYA, 1972) : -3 m entre le Cap Carthage et La Goulette, -15 m entre Cap Farina et Cap Kamarth, -20 m devant Sidi-Errais, très localement -35 m au Cap Bon. Par ailleurs, l'herbier signalé par CHAMBOST (1928) au Sud du Kram a disparu (MOLINIER et PICARD (1954), peut-être en raison de l'envasement qui affecte cette zone lors des crues de la Medjerda, et qui peut durer 3 à 5 mois selon les années (BEN ALAYA, 1972). Entre Rass-el-Fortas et Ras Daoud, un secteur montre une phase avancée de destruction de l'herbier (BEN ALAYA, 1972).

Dans l'Anse du Port, l'herbier à *P. oceanica* est du type "herbier de plaine" (= "herbier de fond" in MOLINIER et PICARD, 1954) : herbier continu sur fond horizontal ou en faible pente, avec édification d'une matre; on remarque l'absence de structures érosives du type intermattes (MOLINIER et PICARD, 1952; BLANC, 1958) ou intermattes déferlantes (BOUDOURESQUE et al., 1981). Dans le port lui-même, à l'abri de la digue Est, l'herbier a pu s'approcher suffisamment de la surface pour que les feuilles émergent, réalisant ainsi un minuscule "récif-barrière" (Fig. 11). L'émergence des feuilles se produit également en mer ouverte, dans l'Anse du port, au contact avec la côte ("récif-frangeant" : Fig. 13). Vers 25 m de profondeur, à Ain Kabar, un "herbier de colline" typique (BOUDOURESQUE, JEUDY DE GRISSAC et al., 1985) a été observé (Fig. 17); ce type d'herbier se rencontre en Corse (BOUDOURESQUE, JEUDY DE GRISSAC et al., 1985), dans le Var (AZZOLINA, 1985) et en Egypte (BOUDOURESQUE, THELIN et al., 1983). Enfin, partout ailleurs autour de Zembra, *P. oceanica* ne constitue que des placages sur roche, sans édification d'une véritable matre (Fig. 48); une situation similaire a été décrite dans les Pyrénées-Orientales (MOLINIER et PICARD, 1952; PERCENT et al., 1985) : comme à Zembra, l'hydrodynamisme est exceptionnellement important en surface et l'envasement en profondeur est notable; les minimums hivernaux de température, relativement bas dans les Pyrénées-Orientales (9-10°C) peuvent toutefois constituer un autre facteur limitant pour le développement de *P. oceanica*.

MOLINIER et PICARD (1954) considèrent que l'édification de récifs-barrières par *P. oceanica* traduit, en Tunisie, des eaux relativement fraîches et "atlantiques"; ils mentionnent un tel récif à Sidi-Errais (Golfe de Tunis), récif qui a été retrouvé et décrit par BEN ALAYA (1972). Dans les eaux chaudes du Golfe de Gabès, en revanche, la mort de *P. oceanica* intervient bien avant que la montée de la matre ait pu lui faire approcher la surface de l'eau.

## 7.2. RECHERCHE DES PALEO-FLORAISONS

par Gérard PERCENT

La lépidochronologie permet de délimiter, le long des rhizomes, des tronçons de rhizomes correspondant à une année, et de dater avec précision ces tronçons de rhizomes. Entre les écailles, les bases de hampes florales sont bien reconnaissables (GIRAUD, 1977), de telle sorte qu'il est possible, dans une région et dans un herbier donné, de retrouver la trace de floraisons anciennes (paléo-floraisons). L'analyse lépidochronologique permet en outre de déterminer le nombre de feuilles produites en une année et l'allongement annuel des rhizomes

Deux prélèvements de rhizomes orthotropes ont été analysés, provenant de 0.5 m (intérieur du port : RL.1) et de 8-11 m (Anse du Port : RL.2) de profondeur (Tabl. XI et XII). Il en ressort un certain nombre de conclusions :

Tableau XI : Variation du nombre d'écailles par cycles, à la station 1 (relevé RL.1, intérieur du port 0.5 m), en fonction d'une part de l'année lépidochronologique considérée et d'autre part du rhizome étudié. Moy = moyenne, var. = Variance.

	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	Moy.	Var.
Rhizome 1	9	7	9	8	11	8		8.7	1.56
Rhizome 2	9	8						8.5	0.25
Rhizome 3	8	8	8	9	9	9		8.6	0.24
Rhizome 4	8	8	9	9	9			8.6	0.24
Rhizome 5	8	8	10	8	9	9	10	8.9	0.69
Rhizome 6	10	11						10.5	0.25
Rhizome 7	7	8	10	9				8.5	1.25
Rhizome 8	8	8	9					8.3	0.22
Rhizome 9	7	7	8	10	7			7.8	0.36
Rhizome 10	6	8	8	8				7.5	0.75
Rhizome 11	8	8	9	9	10	9		8.8	0.47
Rhizome 12	7	8	10					8.3	1.56
Rhizome 13	8	8	9	10	9	8		8.2	0.47
Rhizome 14	8	8	9	9	8	7		8.2	0.47
Rhizome 15	7	8						7.5	0.25
Rhizome 16	10	6						8.0	4.00
Rhizome 17	8	7	7	8	9			7.8	0.56
Rhizome 18	10	8	8	8	8			8.4	0.64
Rhizome 19	8	9	8	10	8	10		8.8	0.81
Moyenne	8.1	7.9	8.7	8.8	8.8	8.6	9.5	Moy. = 8.45	
Variance	1.14	0.89	0.73	0.59	1.05	0.82	0.25	Var. = 1.03	

(i) Aucun reste de pédoncule floral n'a été retrouvé dans les rhizomes étudiés et ceci même pour les années 1982 et 1983 où les floraisons ont été nombreuses dans toute la Méditerranée (CINELLI et SALGHETTI-DRIOLI, 1983; PERCENT, 1985; THELIN et BOUDOURESQUE, 1985). Il est toutefois possible que le nombre de rhizomes étudiés aux profondeurs où les floraisons s'avèrent les plus nombreuses (-0.5 à -4 m) soit insuffisant (19 rhizomes). MOLINIER et PICARD (1954) considèrent que, si la floraison de *P. oceanica* est rare à exceptionnelle dans les eaux

froides du Golfe du Lion, celle-ci intervient régulièrement dans les eaux chaudes du Golfe de Gabès.

Tableau XII : Variation du nombre d'écaillés par cycles, à la station 3 (relevé RL.2, anse du port -8 à -11 m), en fonction d'une part de l'année isépidochronologique considérée et d'autre part du rhizome étudié. Moy = moyenne, Var = variance.

	: 1985 :	1984 :	1983 :	1982 :	1981 :	1980 :	1979 :	Moy. :	Var. :
: Rhizome 1	8	9	9	9				8.8	0.19 :
: Rhizome 2	7	10	10	11	10	7	9	9.1	2.12 :
: Rhizome 3	8	9	10	10				8.6	0.69 :
: Rhizome 4	10	10	10	9				9.8	0.19 :
: Rhizome 5	7	9	12	11				9.8	3.69 :
: Rhizome 6	8	12	10					10.0	2.67 :
: Rhizome 7	7	9	11					10.0	1.00 :
: Rhizome 8	10	9	11					10.0	0.67 :
: Rhizome 9	10	9	11	8	8		9	9.0	1.14 :
: Rhizome 10	7	10	10	11	10			9.6	1.84 :
: Rhizome 11	9	8	10	7				8.4	1.04 :
: Rhizome 12	8	8	11	11	9	10		9.5	1.58 :
: Moyenne	8.4	9.5	10.4	9.8	8.8	8.3	9.0	Moy. = 9.33 :	
: Variance	1.24	1.25	0.59	1.51	1.36	1.55	0.0	Var. = 1.66 :	

(ii) Le nombre moyen d'écaillés par cycle, qui correspond au nombre de feuilles produites en une année, est généralement plus élevé à Zembra que dans d'autres secteurs de la Méditerranée (Tableau XIII). De plus, il semble plus élevé pour les années 1982 et 1983, années où les herbiers ont fleuri dans de nombreux secteurs de la Méditerranée (THELIN et BOUDOURESQUE, 1985), mais le nombre de rhizomes étudié est trop faible pour pouvoir l'affirmer de façon catégorique.

Tableau XIII : Nombre moyen d'écaillés par cycles en fonction de la localité étudiée et de la profondeur (la variance est notée entre parenthèse). Banyuls, Port-Cros et Kerkennah : données inédites.

	: Banyuls :	Port-Cros :	Kerkennah :	Zembra :
: Station (-0.5 m)	7.4 (1.22)	7.6 (0.91)	7.2 (0.75)	8.5 (1.03)
: Station (-8 à -12 m)	7.3 (0.84)	7.1 (1.02)	-	9.3 (1.66)

(iii) A Port-Cros, Var (PERGENT et al., 1983) et à Banyuls, Pyrénées-Orientales (PERGENT, données inédites), l'évolution du cycle de variation d'épaisseur des écaillés est décalée dans le temps en fonction de la profondeur : l'inversion y est plus tardive (retard du cycle) au fur et à mesure que la profondeur croît; à Zembra, en revanche, il ne semble pas exister de décalage significatif dans la date de l'inversion en fonction de la profondeur (Tabl. XIV). Pour la station superficielle (-0.5 m), nous ne notons pas de décalage entre Zembra et Port-Cros; l'étude de la phénologie des herbiers situés devant Salammbô (BEN ALAYA, 1972) montre au contraire un décalage (retard d'environ 2

mois) par rapport aux herbiers du Brusç, Var (MOLINIER et ZEVACO, 1962).

(iv) L'allongement moyen des rhizomes est d'environ 2 à 3 mm par an à la Station 1 (-0.5 m) et de 6 à 10 mm à la Station 2 (-8 m à -11 m), ce qui est comparable aux valeurs trouvées en Corse (BOUDOURESQUE et al., 1984).

Tableau XIV : Nombre moyen d'écaillés situées entre la dernière feuille vivante et le premier minimum d'épaisseur des écaillés (point d'inversion), au mois de mai, à 0.5 et 8-12 m de profondeur à Zembra et dans trois autres secteurs de Méditerranée (PERGENT, données inédites). Entre parenthèses : la variance.

: Localité	: Banyuls :	Port-Cros :	Urla (TR) :	Zembra :
: Date de récolte	: Mai 1985 :	Mai 1985 :	Mai 1984 :	Mai 1986 :
: -0.5 m	1.8 (0.25)	2.8 (0.63)	2.2 (0.16)	2.4 (0.34)
: -8 à -12 m	1.3 (0.22)	1.4 (0.24)	-	2.6 (0.41)

## 8. PATELLA FERRUGINEA

par C.F. BOUDOURESQUE et F. LABOREL-DEGUEN

## 8.1. DONNEES GENERALES SUR L'ESPECE

*Patella ferruginea* est, avec *P. nigra*, la plus grande patelle de Méditerranée, dont elle est endémique; la présence de *P. ferruginea* aux îles du Cap Vert (REIBISH, 1865) demanderait à être confirmée; dans les collections d'ADANSON figure un spécimen de 61 mm de plus grand diamètre qui proviendrait du Sénégal, mais cette provenance est considérée comme erronée par FISCHER-PIETTE et al. (1942), et SOURIE (1954) ne la mentionne pas des côtes rocheuses du Sénégal.

NORDSIECK (1982) indique pour *P. ferruginea* un diamètre (moyen ?) de 62 mm; les plus grands individus atteignent 70 mm en Oranie (Ghazaouet et île Rashgoun), selon FRENKIEL (1975) et 80 mm en Corse, entre Scandola et Galeria (LABOREL-DEGUEN, 1985); PALLARY (1900) et FISHER-PIETTE (1935) signalent d'Oranie (Algérie) des spécimens de 85 mm de diamètre. Dans son Prodrôme de la faune méditerranéenne, CARUS (1893) indique que l'espèce peut dépasser 100 mm de diamètre.

L'espèce est connue à l'état fossile de Sicile (OTTOMAN et PICARD, 1954); une quinzaine de *P. ferruginea* ont été trouvés au Nord de Gibraltar, dans des accumulations de coquilles de moules et patelles correspondant à des restes de repas datés du Moustérien (FISCHER, 1927); on trouve également des coquilles de *P. ferruginea* dans de nombreux gisements néolithiques de France continentale (BLANC, 1953; COURTIN et FROGET, 1970), région d'où l'espèce a aujourd'hui disparu depuis le début du siècle (MOLINIER, 1960), sans doute justement en raison de sa consommation par l'homme.

L'aire de répartition de *P. ferruginea* a sans doute englobé autrefois la plus grande partie de la Méditerranée occidentale. Les auteurs du siècle dernier et du début du siècle signalent l'espèce de France (Antibes, île Sainte-Marguerite), Corse, Baléares, Sardaigne, Naples, Sicile (Palermo), Algérie (El-Kala = La Calle, Annaba = Bône, Matifou, Oranie) et même d'Égypte (Alexandrie) et de Grèce (BUCQUOY et al., 1887-1888; CARUS, 1893; PALLARY, 1900, 1918-19); *P. ferruginea* était rare à Marseille (la Pointe Rouge) selon MARION (in PAULUS et MARS, 1941); il ne semblait pas exister, en revanche, sur les côtes du Roussillon (BUCQUOY et al., 1887-1888). Plus récemment, DOLLFUS et DAUTZENBERG (1932) considèrent que *P. ferruginea* est cantonné aux côtes méditerranéennes d'Espagne, de Corse et d'Algérie; l'espèce est effecti-

vement signalée en Oranie (FISCHER-PIETTE, 1935) et près d'Alger (un exemplaire : LAURENT, 1939), mais MOLINIER et PICARD (1956) ne l'ont pas rencontrée lors de leur exploration des côtes espagnoles, de Gibraltar à la Catalogne, et HUELIN et ROS (1984) ne la citent pas des Îles Medes. Dans les parages du détroit de Gibraltar, FISHER-PIETTE et GAILLARD (1959) n'ont pu observer que deux individus, tant sur les côtes marocaines qu'espagnoles. Les données récentes sont rares, de telle sorte qu'il est difficile de faire l'état de la situation actuelle de l'espèce; elle subsiste de façon certaine en Corse (LABOREL-DEGUEN et LABOREL, 1985; LABOREL-DEGUEN, 1985), aux Îles Lavezzi, entre la Corse et la Sardaigne (FRICK et al., 1986), aux Îles Egadi, près de la Sicile (GIACCONE et SORTINO, 1974a), à Pantelleria (GIACCONE et al., 1973) et en Algérie (Oranie : FRENKIEL, 1975); *P. ferruginea* subsiste également en mer d'Alboran : Îles Chafarinas, Île d'Alboran et région de Malaga (MUNIZ-SOLIS, 1972; GRANDFILS-ACCINO, 1982; GRANDFILS-ACCINO et VEGA-LUZ, 1982; CRISTAENS, 1983; GARCIA-RASO et SALAS-CASANOVA, 1984).

*Patella ferruginea* a existé dans tout le Golfe de Tunis, et en particulier à Zembra, ainsi qu'en témoignent les collections de l'INSTOP de Salammbô (ARNOULD, 1955); FEKIKH et GOUGEROT (1974) en ont trouvé quelques coquilles mortes dans une crique située à Korbous, un peu au Sud de la source chaude d'Aïn-el-Atrous, sur la côte du Cap Bon. En revanche, MOLINIER et PICARD (1954) et PRUNUS et PANTOUSTIER (1974) ne mentionnent pas l'espèce vivante sur cette même côte du Cap Bon.

*Patella ferruginea* apparaît donc comme une espèce dont l'aire de répartition n'a cessé de se rétrécir depuis au moins un siècle; compte tenu de sa localisation dans le Médiolittoral, c'est à dire au dessus du niveau de l'eau, ce qui la rend facilement accessible, et de sa grande taille qui la désigne tout particulièrement à l'attention des ramasseurs, il est clair que la survie même de cette espèce est aujourd'hui menacée.

Les auteurs distinguent deux formes chez *P. ferruginea* : *f. rouxii*, bombée à côtes peu marquées et *f. lamarckii*, déprimée à fortes côtes (PALLARY, 1900; MOLINIER, 1960); Il pourrait s'agir de morphoses dues au biotope : la *f. rouxii* vivrait sur paroi verticale à un niveau relativement élevé, tandis que la *f. lamarckii* aurait tendance à se trouver sur substrat horizontal, à un niveau plus bas, recouvert par l'eau (LABOREL-DEGUEN et LABOREL, 1985).

En Oranie, la maturité sexuelle intervient en Septembre pour la quasi-totalité des individus de taille supérieure ou égale à 24 mm; elle est synchrone, quelle que soit la taille des individus, l'émission des spermatozoïdes par les mâles précédant celle des ovules par les femelles; la reproduction proprement dite (présence simultanée de gamètes mâles et femelles) se limiterait au mois de Décembre. Comme chez *Patella rustica*, la période de repos sexuel est longue (8 mois) et la reproduction est donc très localisée dans le temps (FRENKIEL, 1975).

F. LABOREL et M. VERLAQUE (in FRICK et al., 1986) ont analysé le contenu digestif d'individus récoltés aux Îles Lavezzi (entre la Corse et la Sardaigne); il est constitué essentiellement d'algues pluricellulaires et de Cyanobactéries : les Cyanobactéries et les Ectocarpaceae sont très communes, *Peyssonnelia armorica* est commun, *Ralfsia verrucosa* et les Corallinaceae encroûtantes assez communs; on y trouve également, plus rarement, des fragments de *Sphacelaria* sp., d'*Acrochaetium* sp., et des Bangiophyceae.

## 8.2. ECOLOGIE ET DENSITE

Il apparaît qu'une population importante de *Patella ferruginea* (Fig. 54) s'est maintenue autour de l'Île de Zembra. La localisation altitudinale des individus est relativement étroite : ils sont toujours situés dans l'horizon moyen du Médiolittoral, avec *Ralfsia verrucosa* et quelquefois *Nema-*

Tableau XV : Dénombrements de *Patella ferruginea* sur des tronçons de côte de 2 m de long. AVM = Amplitude Verticale du Médiolittoral. DM = donnée manquante.

N° de Station	N° du Relevé	Nombre d'individus	Diamètre des individus (en mm)	Exposition	Pente (en °)	AVM (en cm)
2	DP.2	0		NE	45	10
2	DP.3	0		E	80	50
2	DP.4	0		S	90	60
2	DP.5	0		S	50	60
2	DP.6	0		S	90	60
2	DP.7	0		SW	80	40
2	DP.8	1	55	SW	90	60
2	DP.9	0		SE	70	50
5	DP.17	3	35, 55, 75	SE	80	70
5	DP.18	0		W	100	80
5	DP.19	0		S	70	60
5	DP.20	0		SE	15	40
5	DP.21	2	50, 55	E	20	40
5	DP.22	0		E	40	45
5	DP.23	0		W	70	60
5	DP.24	1	33	E	90	60
5	DP.25	1	48	SE	90	50
5	DP.26	0		SE	20	80
5	DP.27	1	23	NE	50	40
5	DP.28	3	44, 60, 72	NE	40	60
8	DP.10	1	25	W	80	80
8	DP.11	1	75	NE	90	100
8	DP.12	4	15, 30, 45, 65	NE	90	80
8	DP.13	1	40	S	90	40
8	DP.14	4	27, 63, 65, 67	N	90	50
8	DP.15	7	22, 23, 25, 30, 30, 40, 47	NE	80	80
8	DP.16	12	18, 18, 22, 24, 27, 27, 27, 37, 38, 40, 45, 47	E	90	80
11	DP.1	0		W	90	300
12	DP.29	2	28, 33	SW	100	100
12	DP.30	0		SW	100	110
12	DP.31	0		E	100	150
13	DP.36	6	39, 41, 52, 59, 63, 69	W	40	DM
19	DP.32	0		SW	90	70
19	DP.33	0		S	110	110
19	DP.34	0		NE	120	80
19	DP.35	1	70	SW	100	70

lion helminthoïdes (Fig. 15), horizon qui est souvent marqué à Zembra par une encoche située sous un visor (Fig. 34); les *P. ferruginea* se localisent donc plus bas que l'horizon de densité maximale des *Chthamalus stellatus*, et plus haut que l'horizon à *Laurencia undulata*. Au Cap Corse, MOLINIER (1960) observe *P. ferruginea* dans la même position par rapport à l'étagement : avec la *Phaeophyceae* encroûtante *Mesospora macrocarpa* (Feldmann) Hartog, à la base des encroûtements à *Chthamalus stellatus*, mais plus haut que le Méditerranéen inférieur caractérisé par la *Rhodophyta* calcifiée *Lithophyllum lichenoides* Philippi; remarquons que *Mesospora macrocarpa* et *Lithophyllum lichenoides* n'ont pas été observés à Zembra. Le fait que des espèces non méditerranéennes apparaissent dans les contenus digestifs de *P. ferruginea* (FRICK et al., 1986) indique peut-être que l'espèce effectue des déplacements alimentaires vers l'horizon superficiel de l'Infralittoral.

Le petit nombre de dénombrements qui ont été réalisés dans le temps qui nous était imparti (Tab. XV) ne permet pas une évaluation précise des effectifs et de la structure des populations de *P. ferruginea* autour de Zembra. Au total, en fonction de l'ensemble des données disponibles, la densité moyenne est de 0.7 individus par mètre de côte.

La densité semble nettement plus importante en exposition Nord qu'en exposition Sud, avec des valeurs intermédiaires pour les expositions Est et Ouest (Tabl. XVI); on remarquera toutefois que les expositions Sud sont surtout réalisées dans la partie Sud de l'île, c'est à dire dans sa partie la plus proche du village habité (Station 1 : le port); or, nous avons pu constater que les résidents ramassent activement *P. ferruginea*, qu'ils consomment cuite; il s'agit presque toujours de très gros individus (diamètre > 60 mm); en une semaine (durée de la mission), le nombre d'individus ramassés a dû être compris entre 100 et 150. Les gros individus (diamètre > 40 mm) étant toujours des femelles, et les plus jeunes individus (recrutement) se fixant souvent sur la coquille des adultes (LABOREL-DEGUEN et LABOREL, 1985; LABOREL-DEGUEN, 1985), le ramassage par l'homme peut expliquer la rareté de l'espèce dans le Sud de l'île, toutes classes de taille confondues, et la préférence apparente de l'espèce pour des expositions Nord (Tabl. XVI) n'est peut être qu'un artéfact.

La pente du substrat semble sans influence sur la densité de *P. ferruginea* (Tabl. XVI). En revanche, l'espèce semble préférer un hydrodynamisme assez fort, plutôt que des modes trop calmes ou excessivement battus (Tabl. XVI) : sa densité moyenne atteint 1.4/m lorsque l'AVM (Amplitude Verticale du Méditerranéen) est comprise entre 60 et 80 cm, alors qu'elle est comprise entre 0.3 et 0.4/m pour des AVM inférieures ou supérieures. LABOREL-DEGUEN (1985) conclut également, dans la région de Scandola-Galeria (Corse) à la préférence de *P. ferruginea* pour un mode "battu mais sans excès".

Sur une carte au 1/5000<sup>e</sup>, la longueur de côte de Zembra (mesurée au curvimètre) se situe aux environs de 10 km; nous évaluons à 3 le facteur de multiplication qu'il convient d'appliquer à cette mesure pour tenir compte des indentations de la côte d'ordre métrique; en prenant

pour base une densité moyenne de 0.7 individus/ m de côte, la population de *P. ferruginea* de Zembra s'élèverait aux environs de 20 000 individus, ce qui est très faible par rapport aux effectifs des autres espèces de *Patella*. Compte tenu des graves menaces qui pèsent sur la survie de cette espèce, il conviendra de suivre la population de Zembra, de façon à savoir si la prédation qu'elle subit actuellement (ramassage par l'homme) est acceptable, ou bien si elle exige des mesures de protection renforcées.

Tabl. XVI : Relations entre l'exposition, la pente du substrat (en degrés) et l'AVM (Amplitude Verticale du Méditerranéen, en cm) et la densité (d) de *Patella ferruginea* (nombre d'individus par mètre de côte). N = nombre de données (tronçons de 2 m de long); dans le cas des expositions intermédiaires entre deux points cardinaux (par exemple NE), les relevés ont été pris en compte dans chacun des deux points cardinaux, de telle sorte que le nombre total de données est supérieur au nombre de relevés.

Paramètre	N	d	
Exposition	N	8	1.3
	E	19	1.0
	W	11	1.0
	S	17	0.3
Pente	0-40	7	0.8
	41-80	10	0.6
	81-120	19	0.7
AVM	0-40	6	0.3
	41-60	13	0.4
	61-80	10	1.4
	81-300	6	0.3

### 8.3. STRUCTURE DES POPULATIONS

D'un point de vue structural, la population de *P. ferruginea* de Zembra présente une classe modale à 21-30 mm (Fig. 38) et un grand diamètre moyen de 42 mm.

En Oranie, FRENKIEL (1975), dans une étude étalée sur plus d'une année, n'a récolté que très peu de jeunes, et le grand diamètre moyen de la population est comparable à celui que nous observons à Zembra : 45 mm. La population de Zembra diffère surtout des populations étudiées au mois de Juillet en Corse par LABOREL-DEGUEN (1985) par la quasi-absence des petites classes (0 à 20 mm) : 6% à Zembra, contre 38 à 42% en Corse; s'il est possible que quelques jeunes aient pu échapper au recensement, le biais introduit ne diffère pas dans les deux études effectuées selon une méthode identique; si la rareté de jeunes individus à Zembra n'est pas un artéfact lié au trop petit nombre de données, elle pourrait s'expliquer (i) par l'échec du dernier recrutement (la reproduction a lieu à l'automne et au début de l'hiver : FRENKIEL, 1975; LABOREL-DEGUEN et LABOREL, 1985) ou (ii) par le fait que la croissance soit assez rapide pour que la cohorte correspondant au recrutement de l'automne 1985 ait déjà dépassé à Zembra les 20 mm.

Aucun des (très rares) jeunes individus recensés ne se trouvait sur la coquille d'un adulte, contrairement aux observations de LABOREL-DE-GUEN (1985). La localisation de jeunes individus sur la coquille d'adultes (le fait que le développement comporte une phase pélagique exclut l'idée d'une parenté entre l'hôte et son épibiote) a été également observé chez *P. aspera* Lamarck à St Jean de Luz (côte basque française) par FISCHER-PIETTE et KISH (1958), et chez *P. cochlear* Born en Afrique du Sud (STEPHENSON, 1939).

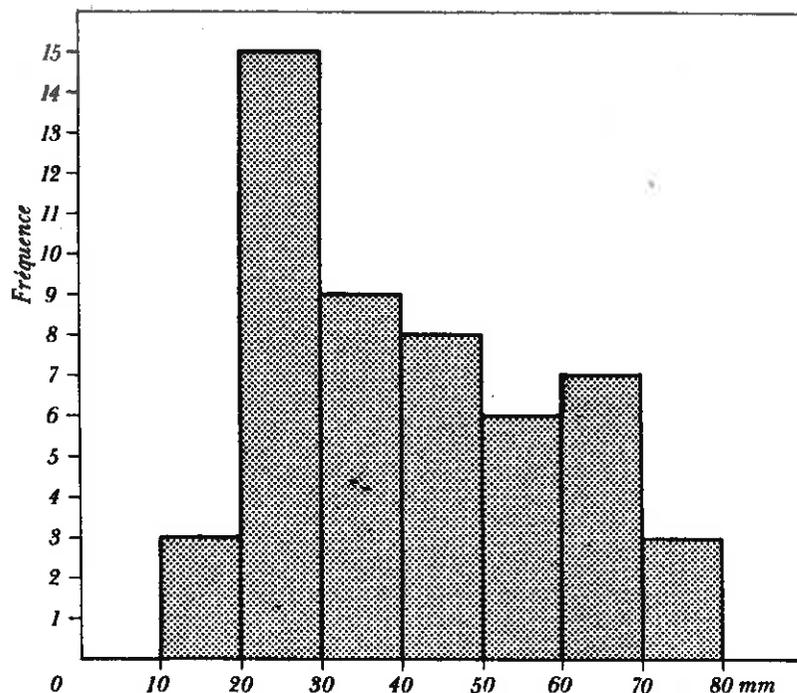


Fig. 38 : Histogramme des fréquences des classes de diamètre de la coquille chez les *Patella ferruginea* autour de Zembra. Les classes vont de 0-10, 11-20, etc à 71-80 mm.

Les individus de grande taille ne sont pas rares à Zembra (Tabl. XV, Fig. 38); le plus grand individu observé (non pris en compte dans le Tabl. XV) mesurait 98 mm de plus grand diamètre. Le nombre de côtes varie de 35 à 49, le rapport petit diamètre sur grand diamètre de 0.73 à 0.85 et le rapport hauteur sur grand diamètre de 0.30 à 0.48.

## 9. LES POISSONS

par J.C HARMELIN

### 9.1. RICHESSE SPECIFIQUE

Les 27 inventaires visuels (RI.1 à RI.27 : Tabl. XVII) effectués à différents niveaux bathymétriques ont permis d'identifier 42 espèces de poissons, avec un nombre moyen d'espèces par relevé de 9.4 (écart type  $s = 3.95$ ). La richesse spécifique globale des fonds rocheux de Zembra évaluée au cours de ces premiers sondages est tout à fait comparable avec ce qui a été trouvé (i) à Port-Cros (Var, France), dans deux sites rocheux infralittoraux (10-15 m) à forte rugosité (44 espèces : HARMELIN, 1986; HARMELIN et BELLAN-SANTINI, sous presse) et dans l'herbier à *Posidonia oceanica* (53 espèces : HARMELIN-VIVIEN, 1982); (ii) à Banyuls (Pyrénées-Orientales, France), dans divers sites comprenant roches infralittorales, herbier à *P. oceanica* et coralligène entre -7 et -24 m (42 espèces, liste cumulée de BELL, 1983 et de SELOUDRE, 1984). Par contre, le nombre moyen d'espèces par relevé est particulièrement faible si on le compare aux chiffres obtenus à Port-Cros (21 à 25 : HARMELIN, 1986; HARMELIN et BELLAN-SANTINI, sous presse) et à Banyuls (18.5 à 21 : BELL, 1983). Cette faible richesse spécifique stationnelle ne peut être imputée que pour une faible part à l'échantillonnage rapide, et les particularités locales ont une part certaine de responsabilité, en particulier la représentation modeste de certaines familles (Labridés, Gobiidés, Scorpaenidés).

### 9.2. DISTRIBUTION BATHYMETRIQUE

La distribution de la richesse spécifique dans trois tranches bathymétriques (Tabl. XVIII) montre une décroissance de la richesse globale avec la profondeur, ce qui est un phénomène déjà observé dans d'autres régions (Corse : HARMELIN-VIVIEN, comm. pers.). Par contre, le nombre moyen d'espèces par relevé ne varie pas significativement avec la profondeur.

Sept espèces sont restreintes aux faibles profondeurs (0-10 m) : *Seriola dumerilli*, *Mullus surmuletus*, *Phycis phycis*, *Sparus aurata*, *Lithognathus mormyrus*, *Symphodus roissali*, *Mugil* sp. On note que, si cette distribution est conforme à ce que l'on connaît des espèces pour certaines d'entre elles (les trois dernières), par contre pour les autres, ce classement ne résulte probablement que d'un échantillonnage insuffisant.



Par contre, les autres espèces de ce lot paraissent effectivement peu représentées à Zembra, du moins dans les sites explorés et à cette saison.

Tableau XIX : Espèces de poissons les plus fréquentes à Zembra, groupées en deux classes de fréquence (F = % de fréquence, entre parenthèses), et espèces rencontrées une seule fois dans les 27 relevés effectués entre 0 et 48 m de profondeur.

F > 50%	30% < F < 50%	Présence 1/27
<i>Chromis chromis</i> (81.5)	<i>Spicara smaris</i> (44.4)	<i>Seriola dumerilii</i>
<i>Diplodus vulgaris</i> (81.5)	<i>Diplodus sargus</i> (44.4)	<i>Boops boops</i>
<i>Coris julis</i> (66.7)	<i>Epinephelus guaza</i> (37.0)	<i>Epinephelus alexandrinus</i> ?
<i>Serranus scriba</i> (59.3)	<i>Thalassoma pavo</i> (37.0)	<i>Phycis phycis</i>
<i>Spondyllosoma cantharus</i> (51.9)	<i>Symphodus tinca</i> (37.0)	<i>Scorpaena notata</i>
	<i>S. ocellatus</i> (37.0)	<i>Symphodus doderleini</i>
	<i>Sciaena umbra</i> (33.3)	<i>S. cinereus</i>
		<i>Gobius sp.</i>

#### 9.4. STRUCTURE QUANTITATIVE DES PEUPELEMENTS ICHTYOLOGIQUES

La connaissance précise de la structure quantitative des peuplements de poissons à partir de méthodes non destructrices ne peut s'acquérir que par l'utilisation d'une méthode rigoureuse de relevés visuels appliquée à un plan d'échantillonnage strict (HARMELIN-VIVIEN et al., 1985), ce qui était incompatible avec les impératifs de cette mission exploratoire. Toutefois, trois inventaires quantitatifs ont été effectués sur des surfaces identiques (50 x 5 m) et leurs résultats (Tabl. XX) viennent compléter les données subjectives fournies par les inventaires qualitatifs.

La richesse est très variable selon les sites. Deux facteurs conditionnent cette variabilité : d'une part, la structure architecturale des fonds rocheux, les plus riches étant les plus hétérogènes par la présence de nombreux blocs offrant une grande variété d'abris et de situations environnementales; d'autre part, la présence momentanée d'espèces erratiques vivant en bancs, comme les saupes (*Sarpa salpa*), les sérioles (*Seriola dumerilii*), les jarrets (*Spicara smaris*), les bogues (*Boops boops*), les oblades (*Oblada melanura*), les pagres (*Sparus pagrus*). Les fonds les plus riches ont été rencontrés à faible profondeur, comme le long de la jetée de l'abri portuaire (-6 m), ou à profondeur plus grande; comme sur la face Nord de la Cathédrale (-25 m), au Sud de la Grotte aux Pigeons (25-40 m), ou sur la face Sud de l'Entorche (30-40 m).

L'espèce la plus régulièrement abondante est le Pomacentridé *Chromis chromis* (castagnole), qui forme des groupes sédentaires d'une densité souvent remarquable (Fig. 45); les plus fortes concentrations sont rencontrées dans les sites à forte énergie hydrologique (c'est en effet une espèce planctonophage) et riches en abris cryptiques, utilisés pour le repos nocturne. L'autre espèce la plus fréquente, le sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*), présente une abondance relativement modérée du fait que les individus sont généralement isolés en petits groupes (Fig.

54), sauf au Nord de la Cathédrale où ce sar était rassemblé en bancs. Ce comportement plutôt solitaire était également observé chez les autres espèces de sars. Par contre, un autre Sparidé, le pagre (*Sparus pagrus*), a été vu en concentration de plusieurs centaines d'individus sur la face Nord de la Cathédrale.

Tableau XX : Comptages de poissons à Zembra, sur des parcours de 50 x 5 m.

	Jetée 6 m	Mouillage 6-8 m	S Hank-el-Jemel 18-19m
<i>Chromis chromis</i>	190	160	.
<i>Spicara sp.</i>	.	20	1
<i>Seriola dumerilii</i>	40	.	.
<i>Sarpa salpa</i>	150	.	.
<i>Oblada melanura</i>	28	124	.
<i>Diplodus vulgaris</i>	23	12	9
<i>D. annularis</i>	.	.	2
<i>D. sargus</i>	7	.	.
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	1	.	1
<i>Sparus aurata</i>	1	.	.
<i>Sparus pagrus</i>	1	.	.
<i>Sciaena umbra</i>	3	.	.
<i>Coris julis</i>	.	15	32
<i>Symphodus ocellatus</i>	23	1	5
<i>S. tinca</i>	3	2	.
<i>S. rostratus</i>	1	.	.
<i>S. roissali</i>	.	3	.
<i>S. mediterraneus</i>	.	.	1
<i>Labrus merula</i>	2	.	.
<i>Serranus scriba</i>	2	1	4
<i>Mullus surmuletus</i>	1	1	.

Les Labridés paraissent relativement peu abondants à Zembra, les espèces les mieux représentées étant le crénilabre *Symphodus ocellatus* et les girelles *Coris julis* et *Thalassoma pavo*. Comparativement à la Méditerranée nord-occidentale, trois familles, les Scorpaenidés, les Gobiidés et les Bienniidés, paraissent particulièrement mal représentées à Zembra, tant qualitativement que quantitativement.

#### 9.5. PARTICULARITES BIOGEOGRAPHIQUES

Le peuplement ichthyologique des fonds de Zembra est très similaire à celui rencontré dans les biotopes comparables de Méditerranée nord-occidentale. Ainsi, la comparaison des listes globales d'espèces trouvées à Zembra et à Port-Cros (10-15 m : HARMELIN, 1986) fournit 35 espèces communes, correspondant à une valeur de 0.69 pour l'indice de similarité qualitative de JACCARD (in LEGENDRE et LEGENDRE, 1979), ce qui est élevé compte-tenu des différences d'échelles d'échantillonnage et de profondeur.

Il y a cependant quelques différences qui peuvent être attribuées à un facteur géographique. On note ainsi la présence à Zembra d'espèces d'affinités méridionales comme la badèche (*Epinephelus alexandrinus* ?)

et la girelle-paon (*Thalassoma pavo*). Chez les Labridés, l'absence à Zembra de *Labrus bimaculatus* Linnaeus et de *Ctenolabrus rupestris* (Linnaeus), abondants à Banyuls, et au contraire la fréquence de *Symphodus ocellatus*, qui est absent à Banyuls (BELL, 1983; SELOUDRE, 1984) constituent des indices du caractère méridional de la faune de Zembra. De même, la rareté à Zembra du *Serranus cabrilla*, compensée par la fréquence du *Serranus scriba* s'oppose à la situation inverse rencontrée à Banyuls où *S. scriba* est rare et restreint aux herbiers à *P. oceanica* (BELL, 1983; SELOUDRE, 1984) tandis que *S. cabrilla* y est très fréquent. La zone de Port-Cros se situe à cet égard, tant pour les deux serrans que pour les labridés, dans une position biogéographique intermédiaire.

Il faut noter l'absence à Zembra du sar tambour *Diplodus cervinus* (Lowe), espèce fréquente dans l'Atlantique marocain (données personnelles), régulièrement présente à Banyuls (BELL, 1983; SELOUDRE, 1984), et sporadique dans la région marseillaise (données personnelles).

L'absence à Zembra de juvéniles de mérour (*Epinephelus guaza*) doit également être signalée, alors que des jeunes de petite taille (spécimens de 9-11 cm de longueur, en hiver) se trouvent à faible profondeur sur la côte Nord de Tunisie (CHAUVET, 1981). L'absence de très jeunes mérour est une particularité généralement observée en Méditerranée nord-occidentale.

## 10. AUTRES GROUPES ZOOLOGIQUES

par J.C. HARMELIN

### 10.1. ANTHOZOA

#### 10.1.1. Zoantharia

Les anémones de mer (ordre des Actinaria) sont très peu fréquentes à Zembra comparativement à d'autres régions méditerranéennes. Deux espèces seulement ont été notées, représentées par un très petit nombre d'individus. *Anemonia sulcata*, qui est si abondant dans l'Infralittoral en Méditerranée nord-occidentale et qui est distribué depuis la Suède jusqu'aux Canaries (GILI, 1982), n'a été rencontré qu'à un seul exemplaire, dans l'Anse du Mouillage (-25 m), contre une roche en partie recouverte de *Posidonia oceanica*. Un bel exemplaire de *Condylactis aurantiaca* a été vu dans l'Anse du Port sur un fond de sable vaseux (-18 m). Outre la faible abondance de ces deux espèces, on doit noter l'absence d'espèces aisément observables et généralement fréquentes en Méditerranée occidentale (GILI, 1982; SCHMIDT, 1972) dans les types de fonds explorés à Zembra comme *Aiptasia mutabilis* (Gravenhorst) ou *Cribrinopsis crassa* (Andres).

Les petites pseudo-actinies, *Corynactis viridis* (ordre des Corallimorpharia), qui forment en Méditerranée nord-occidentale et surtout en Atlantique NE des peuplements denses dans les horizons superficiels battus, ont été rencontrées dans une station de Zembra (poche obscure de l'arche W de l'Entorche, -6 m) soumise à une forte énergie hydrodynamique d'où son concurrent, *Astroides calycularis*, est éliminé.

Le zoanthaire *Parazoanthus axinellae* (ordre des Zoanthinaria) existe à Zembra, mais ne s'y manifeste pas en peuplements opulents avec des faciès couvrant de larges surfaces comme en Méditerranée nord-occidentale dans les biotopes soumis à un fort renouvellement hydrologique, généralement ombragés (arches, entrées de tunnels), mais pouvant également être très éclairés (par exemple, pointe de Montrémian, Port-Cros, -6 m). Un autre type de biotope préférentiel, c'est à dire en épibiose sur des éponges (GILI, 1982) ne paraît pas utilisé à Zembra. *Parazoanthus axinellae* est présent en petites taches dans des failles et des surplombs après les peuplements d'*Astroides* et algues sciaphiles : dans l'anse Ed Dahia (-10 m), surtout sur la face Nord de la Cathédrale (-27 m), dans la passe de Zembra-Zembretta (-30 m).

### 10.1.2. Scléactiniaires

Les Scléactiniaires sont très bien représentés à Zembra, et ils ont une grande importance bionomique, en particulier dans les biotopes ombragés : failles, surplombs, grottes. Deux espèces sont particulièrement abondantes et fréquentes : Astroïdes calycularis et Cladopsammia rolandi.

Astroïdes calycularis bénéficie à Zembra d'un développement extraordinaire (Fig. 45, 58, 59) : il est présent dans tous les sites rocheux et son extension bathymétrique va du niveau 0 à 27 m de profondeur. C'est une espèce coloniale, non associée à des zooxanthelles, particulièrement rhéophile : ses plus beaux peuplements (recouvrement à 100 % sur de larges surfaces et sur une grande hauteur) sont en effet rencontrés dans les zones les plus exposées de l'île : îlot l'Entorche, Capo Grosso, îlot de la Cathédrale. Comme le signale ZIBROWIUS (1980), c'est dans les sites les plus balayés par les courants qu'Astroïdes calycularis descend le plus bas (par exemple, coin NW la Cathédrale, -27 m). C'est aussi dans les sites à forte rhéologie que cette espèce présente la plus forte amplitude d'exposition à la lumière : depuis de très forts ensoleillements (proximité de la surface en exposition Sud) jusqu'à l'obscurité quasi-totale (cas des poches sous les arches de l'Entorche). La couleur typique d'A. calycularis est jaune-orange, mais des spécimens à coloration plus pâle (jaune-paille) étaient disséminés au sein du grand faciès à A. calycularis des arches de l'Entorche. Cette espèce a une distribution géographique restreinte au Sud de la Méditerranée occidentale, ses stations les plus septentrionales étant le Cabo de Gata en Espagne et le golfe de Naples en Italie; elle est exclue de la Méditerranée orientale et elle est même absente des côtes italiennes de la Mer Ionienne (ZIBROWIUS, 1980).

Cladopsammia rolandi est présent à Zembra dans tous les biotopes ombragés (Fig. 53) et succède bionomiquement aux algues sciaphiles macroscopiques (Peyssonnelia, Corallinaceae en lames, Udotea petiolata). Les plus beaux peuplements se manifestent en situation semi-obscur et se mêlent aux peuplements d'éponges sciaphiles. Son extension vers les très faibles niveaux lumineux est limitée en zone calme où il est alors remplacé par un autre Scléactiniaire : Leptopsammia pruvoti (cas de la grotte de la face SW de la Cathédrale à -20 m); par contre, dans les sites à forte rhéologie, Cladopsammia rolandi occupe des biotopes quasi-obscur; ainsi, sous les arches de l'Entorche, il est présent en sous strate des Astroïdes calycularis et forme de grands peuplements dans les poches obscures du sommet des arches. Il descend plus profondément qu'A. calycularis et a été noté à -45 m. Cladopsammia rolandi a une distribution géographique encore plus restreinte dans le Sud de la Méditerranée occidentale qu'A. calycularis puisque son aire connue de distribution va à l'Ouest de l'Est Algérien (El Kala) jusqu'au Golfe de Tarente à l'Est et au golfe de Naples au Nord (ZIBROWIUS, 1980).

Il est remarquable que les deux Scléactiniaires les plus abondants à Zembra soient justement deux espèces endémiques du Sud de la Méditerranée occidentale.

Trois autres Scléactiniaires ont une importance physiologique notable à Zembra : Polycyathus muelleræ, Phyllangia mouchezii et Leptopsammia pruvoti.

Polycyathus muelleræ, espèce coloniale de forme et de couleur variables (ZIBROWIUS, 1980) est présent à Zembra en particulier sous sa forme épaisse et de grande taille typique des zones à fortes actions hydrodynamique. Il a été rencontré en bordure des surplombs, à 20-25 m de profondeur, sur la face SW de la Cathédrale et dans les parages de la Grotte aux Pigeons. Il était également présent en abondance sous une poche obscure de l'arche W de l'Entorche (-6 m). Cette espèce a une distribution géographique limitée à la Méditerranée et au Sud du Portugal (ZIBROWIUS, 1980).

Phyllangia mouchezii, espèce coloniale distribuée depuis la Méditerranée jusqu'aux Canaries, était présent à Zembra dans son biotope typique, c'est à dire des surplombs à peuplement de type grotte semi-obscur, en particulier sur la falaise de l'Anse des Grottes à -45 m.

Leptopsammia pruvoti est une espèce généralement solitaire distribuée depuis l'Angleterre jusqu'à la Méditerranée nord-occidentale, où elle occupe des biotopes semi-obscur à obscur. Il n'est pas aussi abondant à Zembra que sur les côtes de Méditerranée nord-occidentale où il forme des peuplements très denses dans les grottes sous-marines (GILI, 1982, ZIBROWIUS, 1980); il a été rencontré sous les surplombs et auvents semi-obscur de la face Nord de la Cathédrale (-27 m) et de la falaise de l'Anse des Grottes (-45 m) et surtout sur le plafond obscur de la grotte de la face Sud-Ouest de la Cathédrale (-20 m) où il formait un peuplement important. Cette espèce paraît concurrencée à Zembra par Cladopsammia rolandi.

Cinq autres espèces de Scléactiniaires sont signalées de Zembra par ZIBROWIUS (1980) : Madracis pharensis qui peut être rencontré en situation éclairée en association avec des zooxanthelles, et qui a été trouvé en petites colonies sans zooxanthelles dans la partie semi-obscur d'une grotte (-20 m, Cathédrale SW), Caryophyllia inornata, espèce solitaire présente sous les surplombs et les anfractuosités du coralligène, Hoplantia durotrix, espèce sciaphile présente dans les grottes, Guynia annulata, rencontré dans les grottes et les anfractuosités, et Balanophyllia europaea, espèce relativement photophile associée à des zooxanthelles. On note l'absence remarquable de la grande espèce coloniale Cladocora cespitosa (Linnaeus), qui est pourtant présente en Tunisie à Tabarka, au Cap Bon et dans le Golfe de Gabès où elle est très abondante (ZIBROWIUS, 1980).

### 10.1.3. Ceriantipatharia

Plusieurs grands spécimens du cérianthe Cerianthus membranaceus ont été rencontrés sur la face Ouest de Zembra : sur le plancher de la grotte du côté SW de la Cathédrale (-20 m) et au pied des falaises des

parages de la Grotte aux Pigeons (-30 m) sur un fond hétérogène de roches assez envasées.

#### 10.1.4. Alcyonaria

Les Octocoralliaires sont mal représentés à Zembra; ainsi, aucun *Alcyonium* n'a été vu sur le pourtour même de l'île, bien que deux espèces, *A. acaule* et *A. coralloides*, soient présentes sur la "faille" situé entre Zembra et Zembretta (30-32 m de profondeur). Les *A. acaule* y étaient particulièrement petits et fixés sur les flancs des blocs rocheux. *Alcyonium coralloides* était établi en épibiose sur la gorgone *Eunicella singularis*, une situation commune en Méditerranée (GILL, 1982; WEINBERG, 1977).

Deux espèces de gorgones ont été vues, *Eunicella singularis* et *Lophogorgia ceratophyta*; elles présentent autour de Zembra une distribution très ponctuelle. *Lophogorgia ceratophyta* n'a été observé que dans les parages de la Grotte aux Pigeons en dessous de 30 m, son apparition correspondant à un changement de strate hydrologique (couche d'eau plus turbide). *Eunicella singularis* est fréquent dans le même site en coexistence étroite avec *L. ceratophyta*, et a également été noté sur la "faille" entre Zembra et Zembretta.

Un autre grand Octocoralliaire, *Veretillum cynomorium*, n'a été observé à Zembra que dans une station, l'Anse du Port; il vivait en relative abondance à partir de 18 m de profondeur, sur un sable vaseux faisant suite à un herbier à *Posidonia oceanica*, c'est à dire dans un environnement sédimentaire conforme aux exigences typiques de cette espèce. AZOUZ (1973) indique que cette espèce est très commune dans les fonds Détritiques Côtiers du Golfe de Tunis.

Deux gorgones très fréquentes dans les fonds rocheux circalittoraux de Méditerranée nord-occidentale (CARPINE et GRASSHOFF, 1975), *Eunicella cavolinii* (Koch) et *Paramuricea clavata* (Risso), paraissent absentes de Zembra, de même que le corail rouge *Corallium rubrum* (Linnaeus), du moins dans l'intervalle bathymétrique inventorié.

#### 10.2. BRYOZOA

Un inventaire partiel des Bryozoaires compris dans les prélèvements d'épifaune concernant des biotopes ombragés à quasi-obscur situés entre 6 et 45 m de profondeur (Tabl. XXI) a permis d'identifier 45 taxons (quelques identifications n'ont pu être poussées au delà du genre). Ces types de biotopes sont d'une manière générale les plus riches en Bryozoaires; toutefois, l'inventaire obtenu ne représente vraisemblablement qu'une fraction modeste de la faune bryozoologique de Zembra. Les 44 taxons recensés se répartissent en 7 Cyclostomes et 37 Cheilostomes (10 Anasca, 7 Cribrimorphes, 20 Ascophores). Cet inventaire (Tabl. XXI) suggère plusieurs remarques :

Tabl. XXI : Bryozoaires signalés antérieurement de Tunisie (x) et retrouvés dans nos récoltes de Zembra ; C-B = CANU et BASSLER (1930); D-P = DAVID et POUYET (1979). Comparaison avec l'inventaire préliminaire des Bryozoaires de Zembra basé sur nos récoltes (+) : RB.4 : l'Entorche, poche obscure sous l'arche Ouest; RB.7 : Cathédrale SW, grotte quasi-obscur; RB.8 : Cathédrale SW, grotte semi-obscur; RB.9 : Cathédrale SW, surplomb de gros bloc; RB.12 : Capo Grosso, grotte quasi-obscur; RB.13 : Anse des Grottes, anfractuosités dans la falaise; RB.14 : Cathédrale NW, surplomb sous un gros bloc.

Numéro de la station Numéro de la récolte (RB) Profondeur (en m)	RECOLTES		BIOTOPES				BIOTOPES		
	C-B	D-P	SEMI	OSCURS	OSCURS	OSCURS	OSCURS	OSCURS	OSCURS
	12	18	18	18	18	10	9	17	
	8	9	13	14		4	7	12	
	20	20	45	27		6	20	10	
<b>CYCLOSTOMATA</b>									
<i>Crisia</i> sp.	:	:	x	:	+	:	:	:	+
<i>Entalophorecia</i> cf <i>deflexa</i>	:	:	x	:	+	:	:	:	+
<i>Diaperocia</i> major	:	:	:	:	:	:	:	:	:
<i>Tubulipora</i> cf <i>aperta</i>	:	:	:	:	+	:	:	:	:
<i>Idmidrona</i> atlantica	:	:	:	:	:	:	:	:	:
<i>Plagioecia</i> cf <i>sarniensis</i>	:	:	:	:	+	:	:	:	:
<i>Hornera</i> cf <i>lichenoides</i>	:	:	:	:	+	:	:	:	:
<b>CHEILOSTOMATA ANASCA</b>									
<i>Aetea</i> sica	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Chlidonia</i> pyriformis	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Callopora</i> dumerilii	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Spiralaria</i> gregaria	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Hincksina</i> flustroides	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Parellisina</i> curvirostris	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Mollia</i> patellaris	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Micropora</i> cf <i>coriacea</i>	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Crasmarginatella</i> maderensis	:	:	x	:	+	:	:	:	+
<i>Onichocella</i> marioni	:	:	x	:	+	:	:	:	+
<b>CHEILOSTOMATA CRIBRIMORPHA</b>									
<i>Membraniporella</i> nitida	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Puellina</i> setosa	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Puellina</i> hincksi	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Puellina</i> venusta	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Puellina</i> radiata	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Puellina</i> cf <i>flabellifera</i>	:	:	x	:	+	:	:	:	+
<i>Puellina</i> pedunculata	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<b>CHEILOSTOMATA ASCOPHORA</b>									
<i>Haplopoma</i> sciaphilum	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Schizomavella</i> linearis	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Schizomavella</i> auriculata	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Schizoporella</i> cf <i>unicornis</i>	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Escharoides</i> coccinea	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Fenestulina</i> malusii	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Microporella</i> ciliata	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Microporella</i> marsupitata	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Brodiella</i> armata	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Escharina</i> porosa	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Escharina</i> vulgaris	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Adeonella</i> calveti	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Smittoidea</i> reticulata	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Schizotheca</i> sp.	:	:	x	:	+	:	:	:	+
<i>Sertella</i> harmeri	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Sertella</i> septentrionalis	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Rhinchozoon</i> sp.	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Celleporina</i> sp.	:	:	:	:	+	:	:	:	+
<i>Celleporina</i> caminata	:	x	:	:	+	:	:	:	+
<i>Myriapora</i> truncata	:	x	:	:	+	:	:	:	+

(i) Sa comparaison avec les deux inventaires de Bryozoaires disponibles pour la Tunisie (CANU et BASSLER, 1930; DAVID et POUYET, 1979) fait apparaître un certain nombre de différences. Dix espèces seulement sont communes avec l'inventaire de CANU et BASSLER, qui comprend 63 espèces, et qui a concerné deux stations de la côte Nord de Tunisie (Bizerte, Tunis) et un nombre plus grand de localités sur la côte Est dont la profondeur est comprise entre 0.5 et 30 m. Sur les 58 espèces signalées par DAVID et POUYET (1979) en mer pélagienne, à Zarzis et Kerkennah, 14 sont communes avec la liste de Zembra. Ainsi, ce premier inventaire des Bryozoaires de Zembra fait apparaître 28 espèces qui n'avaient pas encore été signalées en Tunisie. Ce chiffre augmentera certainement à l'issue de l'analyse de la totalité des récoltes.

(ii) Cet inventaire, ainsi que nos observations *in situ*, mettent en évidence l'absence probable à Zembra de plusieurs espèces qui passent difficilement inaperçues en raison de leur taille et de leur abondance habituelle :

- Reptadeonella violacea (Johnston) : c'est une espèce à large répartition, pouvant être très photophile, extrêmement abondante dans les parties chaudes de la Méditerranée, en particulier dans le bassin oriental ou l'île de Port-Cros (Var, France), et qui a été signalée par CANU et BASSLER (1930) à Kerkennah, Jerba et Skira.

- Parasmittina rouvillei (Calvet) : cette espèce constitue de grands encroûtements jaunes sur les roches, entre les peuplements à dominance algale et ceux à dominance animale; elle est très abondante en Provence et a été signalée en Tunisie par DAVID et POUYET (1979).

- Schizoporella errata (Waters) (= S. violacea (Canu et Bassler) : cette espèce photophile, qui forme des colonies d'une taille remarquable, a été signalée par CANU et BASSLER (1930) à Sousse, et est très abondante sur la côte Nord, à Tabarka en particulier (POUYET, 1971).

- Pentapora foliacea (Ellis et Solander) ou P. fascialis : P. fascialis (Pallas) forme généralement en Méditerranée de grandes colonies abondantes dans le Circalittoral; CANU et BASSLER (1930) signalent la forme atlantique P. foliacea à Hammamet (~28 m).

- Parmi les grandes espèces signalées comme abondantes par CANU et BASSLER (1930) et/ou DAVID et POUYET (1979), on peut encore mentionner Schizoporella longirostris Hincks, Schizobrachiella sanguinea (Norman), Puellina innominata (Couch) (sous le nom de C. radiata); on note également l'absence de la grande espèce érigée Tubicellopora avicularis (Hincks), fréquente dans le Circalittoral en Méditerranée nord-occidentale, mais non signalée dans les deux inventaires disponibles.

(iii) Ce premier aperçu de la flore bryozoologique de Zembra fait apparaître plusieurs problèmes taxinomiques intéressants concernant en particulier Schizotheca sp. et Puellina cf. flabellifera, qui semble être

une espèce nouvelle restreinte aux habitats cryptiques du Sud de la Méditerranée occidentale.

(iv) Dans les parties obscures des grottes ou excavations, il n'a été retrouvé ni de faciès de Bryozoaires, comme on en observe dans les grottes obscures de la région marseillaise (HARMELIN, 1985), ni le stock d'espèces habituellement présentes dans cet environnement (HARMELIN, 1969; 1976); seules quelques espèces assez spécifiquement "cavernicoles" ou cryptiques y sont présentes, telles que Puellina pedunculata, Haplopoma sciaphilum, Escharina porosa.

### 10.3. ECHINODERMATA

Les fonds de Zembra se caractérisent par une remarquable pauvreté en Echinodermes, qui se manifeste dans toutes les classes de ce phylum.

#### 10.3.1. Echinoidea

Trois espèces d'oursins seulement ont été rencontrées en plongée, toujours très sporadiquement et avec des effectifs le plus souvent réduits. L'oursin comestible, Paracentrotus lividus, n'a été vu que dans quelques stations, formant de petits groupes localisés à faible profondeur sur des substrats horizontaux soumis à de fortes actions hydrodynamiques : Capo Grosso (15-18 m), Ed Dahia (6-8 m), Cathédrale NW (15 m); CHERBONNIER (1956) soulignait son abondance sur la côte Nord de Zembra, et on peut donc supposer que, comme dans d'autres secteurs de Méditerranée, les effectifs de cette espèce sont soumis à des fluctuations pluri-annuelles importantes. L'oursin noir Arbacia lixula a été vu dans quelques stations, sous forme d'individus isolés (Capo Grosso 15-18 m, Ed Dahia 6 et 25 m, l'Entorche, parages de la Grotte aux Pigeons), ou formant de petites populations comme dans les éboulis de la face extérieure de la jetée du port (1-2 m) et de Hank-el-Jemel (0.5-4 m). Quant à l'oursin mauve Sphaerechinus granularis, il est très rare et représenté seulement par des individus isolés : face N de l'Entorche (-40 m), Ed Dahia (-10 et -28 m), digue externe du port (-1.5 m), faille de Zembretta (31-35 m). Toutefois, CHERBONNIER (1956) signale également sa rareté en Tunisie, son habitat préférentiel étant les fonds vaseux entre 70 et 100 m.

Il convient de noter l'absence apparente d'Echinus melo (Lam.) et du Diadematidae Centrostephanus longispinus (Phil.), malgré des biotopes qui semblent convenir et le fait que cette dernière espèce soit plus fréquente dans les parties méridionales que dans le Nord de la Méditerranée (TORTONESE, 1965; DEMETROPOULOS et HADJICHRISTOPHO-ROU, 1976); toutefois, CHERBONNIER (1956) signale sa rareté en Tunisie où cet oursin serait plutôt rencontré à 70-100 m sur des fonds vaseux.

### 10.3.2. Asteroidea

L'étoile de mer la plus commune à Zembra est Ophidiaster ophidianus (Fig. 51), qui a été rencontrée à des profondeurs et dans des situations bionomiques diverses, depuis les peuplements coralligènes à -45 m jusqu'aux peuplements algaux photophiles à -6 m. Bien que CHERBONNIER (1956) ne signale pas O. ophidianus de Tunisie, la relative abondance de cette espèce n'est pas étonnante, puisqu'elle est considérée comme une espèce méridionale, qui n'apparaît qu'exceptionnellement dans le Nord du bassin occidental (TORTONESE, 1965) : elle est signalée (MOLINIER et PICARD, 1956) de l'Atlantique (Açores, Madeira, Canaries, Cap Vert, St Thomé) et, en Méditerranée, de l'Afrique du Nord et d'Italie (côtes Sud et Ouest).

En revanche, Echinaster sepositus, qui est si abondant dans cette zone (HARMELIN et al., 1980), est très rare à Zembra; il n'y a été rencontré qu'en deux occasions, dans des stations relativement profondes : Capo Grosso (-35 m) et faille de Zembretta (31-35 m). Selon CHERBONNIER (1956), son abondance maximale se situe sur les fonds vaseux entre 70 et 120 m de profondeur. Marthasterias glacialis paraît encore plus rare, puisqu'un seul individu a été observé (Cathédrale NW, -10 m, faille); toutefois, cette espèce occupe souvent un habitat cryptique pendant la journée et pourrait être plus abondante qu'il ne paraît. Il en va de même pour Coscinasterias tenuispina dont un unique individu a été vu (Anse des Grottes), mais qui passe facilement inaperçu en raison de sa localisation sous des dalles rocheuses.

Enfin, l'absence de Hacelia attenuata (Gray), espèce considérée comme thermophile (TORTONESE, 1965) et qui est abondante en Méditerranée orientale (PERES et PICARD, 1964) est relativement fréquente dans les fonds coralligènes de Méditerranée nord-occidentale, mérite d'être signalée.

### 10.3.3. Holothuroidea

L'holothurie la plus fréquente à Zembra paraît être Holothuria sanctori, espèce plutôt méridionale, absente des parties froides du bassin occidental, mais présente à Port-Cros (HARMELIN et al., 1980) et en Corse (VERLAQUE, 1981); cette espèce, chez laquelle VERLAQUE (1981) a mis en évidence un comportement alimentaire relativement peu fréquent pour les holothuries méditerranéennes (brouteur d'épiflore), est volontiers cryptique pendant la journée, et a été rencontrée en plusieurs occasions dans des fonds hétérogènes riches en abris : Anse du Mouillage (-25 m), parages de la Grotte aux Pigeons (10-15 m); elle avait généralement une livrée sombre unie. Cette espèce n'est pas signalée par CHERBONNIER (1956) dans son inventaire des Echinodermes de Tunisie.

Holothuria tubulosa, qui est très commun en Méditerranée nord-occidentale, est relativement rare à Zembra : quelques individus ont été rencontrés dans l'Anse du Port, à proximité de touffes isolées de Posidonia oceanica, entre 12 et 16 m de profondeur.

L'absence d'H. forskali Delle Chiaje, normalement très fréquent sur les fonds rocheux dans une large zone bathymétrique en Méditerranée nord-occidentale (TORTONESE, 1965), est remarquable compte tenu des conditions de milieu qui paraissent très favorables à cette espèce, à Zembra; notons que CHERBONNIER (1956) ne mentionne pas l'espèce en Tunisie.

## 11. GEOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTOLOGIE

par A. JEUDY DE GRISSAC

La sédimentologie et l'hydrodynamisme sont étroitement liés, en relation avec la morphologie (sous-marine et côtière) et la qualité des apports de sédiment.

### 11.1. GEOMORPHOLOGIE LITTORALE

Autour de l'île de Zembra, l'hydrodynamisme est variable mais en moyenne important, lié aux grands régimes de vents (Tabl. II) et de houles (Fig. 6B). Les régimes NW et W sont les plus fréquents et les plus puissants, mais tous les autres sont bien représentés (OFFICE DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1967); ceci explique la quasi-absence des plages de sable (remplacées par des plages de galets), la fréquence des côtes accores et des chaos d'éboulis (Fig. 5, 39, 40, 42, 43), l'amplitude exceptionnelle du Médiolittoral et du Supralittoral (Capo Grosso, Entorche, Anse Khar, Cathédrale : Fig. 21, 31, 34) et l'importance des structures d'érosion :

- Marmites d'érosion émergées et immergées (Anse Guedra : Fig. 26).
- Visor et encoche sous-jacente très marqués (Cathédrale, parages de la Grotte aux Pigeons : Fig. 31, 34).
- Erosion de pied de falaise (Ed-Dahia et Khar : Fig. 27).
- Champs de galets sous-marins étendus (Anse du Mouillage).

La succession suivante (de haut en bas) : visor, encoche littorale, trottoir (non bio-construit : cf § 4.2), auvent immergé caractérise une grande partie des côtes accores (falaises) de Zembra (Fig. 34). Un profil identique est décrit à Mali-Pijesak (Sud de Dubrovnik, Yougoslavie) par DALONGEVILLE (1980b) et à l'île du Phare (Tripoli, Liban) par DALONGEVILLE (1977).

Nous n'avons pas trouvé à Zembra de traces d'encoches ou de trottoirs fossiles, au dessus au ou dessous du visor actuel. De telles structures, liées à la tectonique récente ou des changements du niveau de la mer, ont été signalées un peu partout en Méditerranée : un trottoir fossile, situé au dessus d'un trottoir actuel, et comportant encore des restes de vermet, est situé à +0.5 m (quelquefois +0.8, +2.0 ou +2.8 m) dans le Sud de la Turquie (DALONGEVILLE et SANLAVILLE, 1977, 1978, 1978-79); des trottoirs fossiles sont également été décrits du Liban (+0.8 m,

quelquefois +1.0-1.5 ou +2.2 m) et de Syrie (+0.5, +0.8, ou +1.3 m) par DALONGEVILLE (1977) et DALONGEVILLE et SANLAVILLE (1978). La non conservation des pulsations holocènes peut être due à la nature de la roche, comme à la Grotte aux Pigeons de Râs Beyrouth, Liban (calcaire tendre), ou à la submersion de la côte, comme le long d'une partie de la côte yougoslave (DALONGEVILLE, 1977, 1978); à Zembra, c'est sans doute la nature de la roche (grès), et donc la rapidité de l'érosion, qui explique l'absence de traces d'encoches ou de trottoirs fossiles.

A Zembra, le replat supérieur du trottoir est subhorizontal ou en très faible pente vers l'extérieur. Le zéro biologique (limite entre les étages médiolittoral et infralittoral) se situe généralement à la naissance du trottoir (côté interne), ou à mi-distance entre sa naissance et son bord externe : le bord externe du trottoir, et une partie de son replat, sont donc occupés par des espèces infralittorales (souvent la *Corallinaceae* articulée *Corallina elongata*). En Yougoslavie, le replat du trottoir semble souvent occupé par des espèces médiolittorales (DALONGEVILLE, 1980b), ce qui traduit une situation bathymétrique très légèrement supérieure; en revanche, en Grèce, le replat est nettement infralittoral, toujours immergé sous 10-30 cm d'eau, même à marée basse (DALONGEVILLE, 1978).

Les courants marquent en général leur présence et leur intensité sur les sédiments fins mobiles (sables) par des rides décimétriques (ripple-marks) voire métriques (rides littorales) ou décimétriques (dunes ou antidunes sous-marines). Ces types de sédiments et de structures sont inexistantes au littoral (remplacés par des falaises, des éboulis ou des galets) et ne se rencontrent à Zembra qu'à des profondeurs relativement importantes, en fonction de l'exposition et de la morphologie côtière :

- Ripple-marks entre -20 à 26 m (Anse du Mouillage : Fig. 16) et à -12 m (anse Khar).
- Dunes sous-marines de -12 à 25 m (Sud de la Cathédrale) et à -48 m (Capo Grosso).

## 11.2. SEDIMENTOLOGIE

Dans la plupart des cas, autour de Zembra, le sédiment sableux recouvre un sédiment plus grossier (galets, graviers, grosses coquilles : Fig. 14), signe de remaniements importants : lors des tempêtes, ce matériel est en effet remis en suspension. La fraction pélitique est rarement importante, les valeurs les plus élevées se rencontrant en profondeur : 7% à -26 m dans l'Anse du Port, et 8% à -48 m dans l'Anse des Grottes (Tabl. XXII).

La nature des sables traduit elle aussi l'importance de l'hydrodynamisme : plus légers à taille égale, donc plus aisément transportés et broyés que les éléments minéraux, les débris carbonatés (bioclastes) sont rares et n'ont été rencontrés en quantité importante que dans l'anse du port (-20 m), dans l'herbier à *Posidonia oceanica*; l'élément

dominant est partout le quartz, issu du démantèlement des grès oligocènes locaux ou peut-être transporté depuis le continent.

Tabl. XXII : Pourcentage des fractions sédimentaires dans les relevés RG.1 à RG.16. Types de côte : F = falaise subverticale, E = blocs éboulés d'un diamètre supérieur à 1 m, G = blocs et galets d'un diamètre inférieur à 1 m. Pente moyenne des fonds (dans le secteur où a été effectué le relevé) : 1 = subvertical (> 50°), / = incliné (50 à 10°), - = subhorizontal (< 10°).

N° de la station	3	4	6	6	6	6	7	7	7	7	9	10	15	16	18	20
N° des relevés (RG)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Profondeur (en m)	20	20	26	22	16	15	25	23	20	11	48	48	10	8	32	33
Type de côte	G	F	G	G	G	G	E	E	E	E	F	F	F	F	F	F
Pente des fonds	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-	/	/	1	1	-	1
Pélites (< 63 µm)	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	0	2	2
Sables fins (63 µm à 0.5 mm)	88	65	4	11	13	65	10	15	14	0	32	93	72	69	92	1
Sables moyens (0.5 à 2.0 mm)	4	09	80	28	57	35	87	77	64	32	19	6	25	29	6	48
Sables grossiers (> 2.0 mm)	1	25	15	61	30	0	3	8	22	68	41	0	2	2	0	49

Les plages de sable, absentes à Zembra (Fig. 5), à l'exception d'une plage de poche de 2 m de large située dans le port (sans doute un artefact lié à l'existence du port), sont au contraire présentes à Port-Cros (Var, France), île de dimensions voisines de celles de Zembra, et située comme cette dernière à plusieurs kilomètres au large du continent. Sur la côte occidentale de la Corse, entre Girolata et Galeria, dans un secteur où le fetch peut être comparé à celui de Zembra, le sédiment des plages ne dépasse pas la taille des graviers et petits galets (JEUDY DE GRISSAC, 1981).

A Port-Cros comme en Corse, la fraction carbonatée est considérablement plus importante qu'à Zembra (CLAIREFOND et JEUDY DE GRISSAC, 1979; JEUDY DE GRISSAC, 1981), aussi bien dans les herbiers à *Posidonia oceanica* (83% à -35 m en baie d'Elbu, Corse) qu'à l'extérieur de ces herbiers (74% à -25 m en baie d'Elbu; 74% à -32 m pointe du Cognet à Port-Cros). La rareté des herbiers à *P. oceanica* et des bioconcrétionnements, sources habituelles de bioclastes, explique la pauvreté des sédiments de Zembra en carbonates.

La présence à la pointe de Montrémian (Port-Cros) d'une dune hydraulique remontant du sable, depuis -40 m jusqu'à -10 m, est liée à une convergence locale de courants sur cette pointe (CLAIREFOND et JEUDY DE GRISSAC, 1979); mise à part cette structure, l'hydrodynamisme à Zembra apparaît incomparablement plus fort que dans des sites similaires de Méditerranée occidentale.



Fig. 39 : Les rivages de Zembra sont caractérisés par une côte accore. Vue plongeante depuis l'observatoire (433 m) de la côte Ouest vers le Capo Grosso.



Fig. 40 : Séparée de la côte SW par une passe étroite, la Cattedrale présente des falaises très battues qui se prolongent par des fonds accidentés abritant une riche faune ichtyologique.



Fig. 41 : L'îlot de l'Entorche, à 600 m à l'Ouest du Capo Grosso, est le site le plus exposé de Zembra. Son architecture sous marine est remarquable, avec des arches qui le traversent.

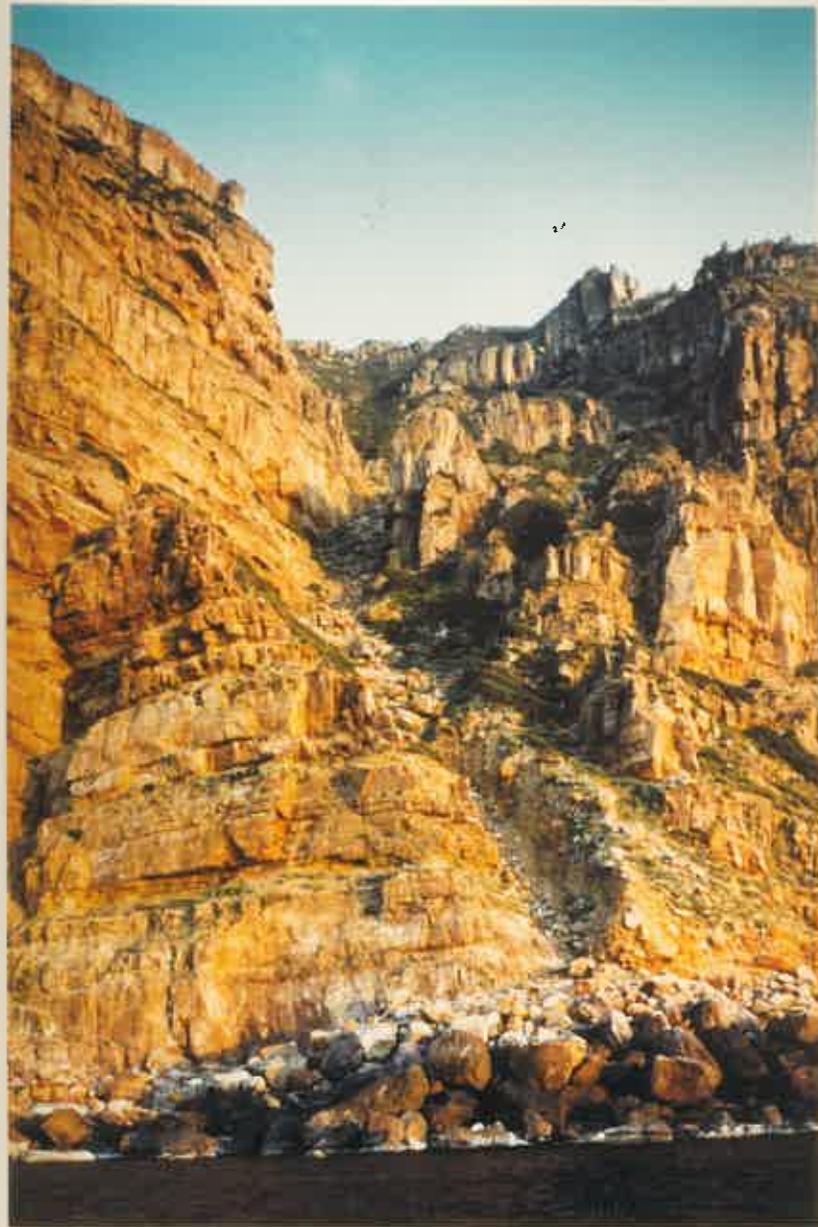


Fig. 42 : La côte des Ksars, avec ses hautes falaises de couleur ocre, est un des plus beaux paysages de l'île de Zembra.



Fig. 43 : La Conque de Vénus, cirque rocheux aux strates superbement colorées, encadrant une crique étroite, est un site remarquable de la côte Ouest.



Fig. 44 : La patelle géante *Patella ferruginea*, endémique méditerranéenne gravement menacée, présente à Zembra une population assez importante qui mérite une protection renforcée.

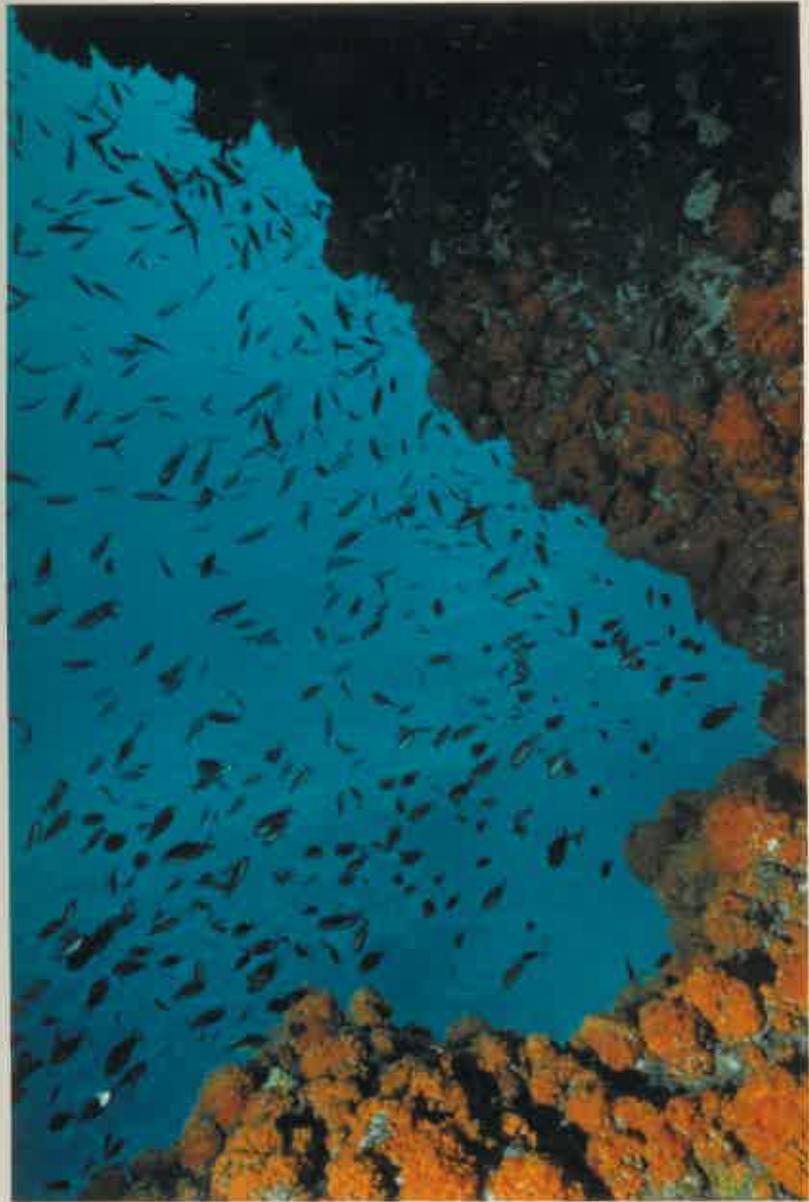


Fig. 45 : Les fortes actions hydrodynamiques favorisent les espèces planctonophages rhéophiles, comme le poisson *Chromis chromis* et le Scléactiniaire *Astroides calycularis*; l'Entorche, -15 m.



Fig. 46 : Peuplement typique des roches photophiles peu profondes en mode exposé, avec couverture algale à Dictyotales en face supérieure et Astroides calycularis sur les flancs; Ed-Dahia, -6 m.



Fig. 47 : Aspect familier des petits fonds rocheux bien éclairés, avec une riche couverture algale et des castagnoles Chromis chromis; Anse des Grottes, -8 m.



Fig. 48 : Les posidonies (Posidonia oceanica) ont une extension limitée à Zembra, constituant le plus souvent de simples placages sur roche; Anse du Mouillage, -10 m.



Fig. 49 : Les plus grandes prairies de posidonies (*Posidonia oceanica*) se rencontrent dans l'Anse du Port et l'Anse du Mouillage (notre photo, -18 m).



Fig. 50 : Ilots de posidonies entourés de sable vaseux (recouvrant de la matie morte), à proximité de la limite profonde de l'herbier; Anse du Port, -15 m.



Fig. 51 : *Ophidiaster ophidianus*, étoile de mer typiquement méridionale, est fréquent dans les peuplements photophiles; Anse des Grottes, -6 m.



Fig. 52 : Aspect typique d'un peuplement algal photophile avec dominance de l'algue brune Colpomenia sinuosa; parages de la Grotte aux Pigeons, -15 m.



Fig. 53 : Le serran-écriture Serranus scriba est un des poissons les plus communs à Zembra; en haut, le Scléactiniaire jaune Cladopsammia rolandi; Grotte aux Pigeons, -12 m.



Fig. 54 : Les gorgones (ici Eunicella singularis) sont rares à Zembra; par contre, le sar Diplodus vulgaris y est très commun; passe entre Zembra et Zembretta, -32 m.



Fig. 55 : Un mérou pris dans un filet perdu, au pied du Capo Grosso, témoigne de l'insuffisance des moyens de surveillance de la zone protégée.



Fig. 56 : Les algues calcaires foliacées (*Lithothamnion* sp.) forment des placages peu épais sur les parois ombragées; Grotte aux Pigeons, -15 m.



Fig. 57 : Les arches monumentales de l'Entorche composent un paysage sous-marin exceptionnel caractérisé par un extraordinaire développement du Scléactiniaire Astroïdes calycularis.



Fig. 58 : L'exubérance du Scléactiniaire Astroides calycularis, endémique méditerranéen, est le caractère le plus spectaculaire du benthos de Zembra; La Cathédrale, -5 m.



Fig. 59 : Astroides calycularis prolifère dans des conditions d'éclairement très variées dans les zones agitées; arche de l'Entorche, -15 m.

## 12. CONCLUSIONS GENERALES

par C.F. BOUDOURESQUE, J.G. HARMELIN et A. JEUDY DE GRISSAC

A la sortie du Golfe de Tunis, l'île de Zembra apparaît comme un gigantesque piton rocheux, aux côtes très accores, posé sur des fonds de 50 m, battu par les vents, les courants et des houles pouvant venir de très loin (fetch jusqu'à 880 km). L'hydrodynamisme de surface est donc extrêmement fort autour de Zembra, et se marque tant sur la morphologie littorale et les structures sédimentaires que sur les organismes et les peuplements benthiques.

Les paysages côtiers sont d'une exceptionnelle beauté : falaises impressionnantes du Capo Grosso et de la Cathédrale, paroi criblée de grottes de la Pointe des Grottes, couches parallèles faisant alterner toutes les nuances de l'ocre le long de la côte des Ksars et de la côte du Colorado, avec en particulier la curieuse Conque de Vénus.

L'île de Zembra est entourée par des falaises et des éboulis monumentaux qui se prolongent parfois jusqu'à la plaine sableuse, à 40-50 m de profondeur, plus rarement par des plages de galets. Aucune plage de sable ne peut se maintenir, compte tenu de l'hydrodynamisme; même en profondeur, la fraction péltique est pratiquement absente du sédiment.

L'érosion littorale, la bio-corrosion (Cyanobactéries en particulier) et la bio-protection (algues Corallinaceae, *Chthamalus*) se traduisent par le creusement de marmites émergées et immergées, ainsi que par un visor, une encoche d'érosion et souvent un trottoir (jusqu'à 2 m de large) bien marqués; l'absence de toutes traces de visors, d'encoches ou de trottoirs fossiles, au dessus et au dessous de l'encoche actuelle, traduit sans doute la rapidité de cette érosion.

Au niveau des organismes et des peuplements benthiques, l'hydrodynamisme a pour conséquence la présence de *Patella rustica* jusqu'à 6 m au dessus du niveau, et celle d'*Astroides calycularis* jusqu'à -27 m. Toutefois, la fraction fine des sédiments est relativement importante en dessous de 30 m; localement (parages de la Grotte aux Pigeons, haut fond entre Zembra et Zembretta), des peuplements à gorgones et à *Alcyonium* traduisent, en profondeur, l'existence de masses d'eau riches en particules nutritives et se renouvelant bien, sans toutefois qu'apparaissent les peuplements rhéophiles à grandes algues brunes communs autour des îles et des hauts fonds du Canal de Sicile.

La pente des fonds est forte (falaises, éboulis couverts de peuplements sciaphiles), ce qui est peu favorable au développement de *Posidonia oceanica*, qui constitue de simples placages sur roche, à l'exception de quelques anses (Anse du Port, Anse du Mouillage, Ain Kabar), et ne semble pas descendre très profondément (30 m au maximum, généralement moins). Aucun bio-concrétionnement important n'a été observé; *Lithophyllum lichenoides* est absent, ainsi que le bio-concrétionnement coralligène. Du coralligène d'Horizon Inférieur de la Roche littorale qui semble ancien (non actif actuellement) a toutefois été repéré localement entre - 35 et -48 m. La rareté des herbiers à *P. oceanica* et des bio-concrétionnements explique la pauvreté des sédiments en bioclastes. D'une façon générale, en l'absence d'une population dense d'oursins brouteurs, la biomasse algale est importante.

L'extraordinaire exubérance du Scléactiniaire *Astroides calycularis*, dont le recouvrement peut atteindre 100% sur les parois verticales exposées, entre la surface et une quinzaine de mètres de profondeur, et qu'on retrouve en moindre abondance sur tout le pourtour de l'île, dans des conditions très variées d'exposition, de lumière et de profondeur, constitue certainement le caractère le plus immédiat du benthos de Zembra. La patelle géante *Patella ferruginea*, endémique méditerranéenne qui a disparu de la plus grande partie de son aire, est relativement abondante dans le sous-étage moyen du Médiolittoral, au niveau de la Phaeophyceae *Ralfsia verrucosa*. On remarque également la relative abondance du triton *Charonia nodifera* et des Cyprées (*Erosaria*), espèces sur lesquelles le ramassage par les plongeurs fait peser de graves menaces en Méditerranée, du Scléactiniaire *Cladopsammia rolandi*, de l'Asteroida *Ophidiaster ophidianus* et de l'Holothuroidea *Holothuria sanctori*.

En revanche, un certain nombre d'espèces sont remarquablement rares (peut être, pour une part, en liaison avec l'occupation du substrat par le Scléactiniaire *Astroides calycularis*) : l'ensemble des gorgones (très localisées), les Anthozoaires *Alcyonium acaule*, *A. coralloides*, *Anemonia sulcata*, les Holothuroidea *Holothuria polii* et *H. tubulosa*, les Echinoidea *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* et *Sphaerechinus granularis*, les Asteridae *Marthasterias glacialis* et *Echinaster sepositus*, le grand Bivalve *Pinna nobilis*, l'Ascidie *Halocynthia papillosa*.

Enfin, un certain nombre d'espèces aisément observables et parfois très abondantes en Méditerranée n'ont pas été rencontrées : les Spongiaires *Aplysina aerophoba*, *A. cavernicola*, *Chondrosia reniformis*, *Calyptopora nicaeensis*, l'anémone *Aiptasia mutabilis*, *Corallium rubrum*, *Cladocora cespitosa*, les Echinoidea *Centrostephanus longispinus* et *Echinus melo*, l'Holothuroidea *Holothuria forskali*, l'Asteroida *Hacelia attenuata*, les Bryozoaires *Pentapora fascialis*, *Turbicellepora avicularis* et *Schizoporella errata*, l'Ascidie *Phallusia mamillata*, les Rhodophyta *Asparagopsis armata* et *Goniolithon papillosum* et la Chlorophyta *Codium fragile*.

Le peuplement de poissons (une quarantaine d'espèces observées) se caractérise par une particulière abondance de la castagnole *Chromis chromis* à toutes les profondeurs, des Sparidae (en particulier *Diplodus*

*vulgaris*), du Serranidae *Serranus scriba*, et d'une façon générale des grandes espèces piscivores; on note ainsi la fréquence remarquable du mérou *Epinephelus guaza* et du corb *Sciaena umbra*, deux espèces particulièrement menacées en Méditerranée par la prédation humaine, et plus spécialement par la chasse sous-marine. La richesse spécifique stationnelle est relativement faible (8 à 16 espèces le long de transects de 50 m entre 8 et 18 m de profondeur) par rapport à la Méditerranée nord-occidentale (18-28 espèces à Port-Cros dans les mêmes conditions : HARMELIN, 1986). Certains labres sont peu représentés, ainsi que les Anthias anthias, les Boops boops, les Gobiidae, les Blenniidae, les *Scorpaena*, *Serranus cabrilla*. La coquette (*Labrus bimaculatus*) n'a pas été rencontrée malgré des conditions d'habitat très favorables. Il en est de même du *Ctenoabrus rupestris*, espèce d'affinité froide présente en Méditerranée nord-occidentale. L'absence de juvéniles de mérous, malgré leur présence au Cap Bon, représente un autre caractère septentrional. Par contre, la prédominance du serran-écriture (*Serranus scriba*) sur le serran petite-chèvre (*S. cabrilla*), celle du crénilabre ocellé (*Symphodus ocellatus*) chez les labres, et la présence de la girèle-paon (*Thalassoma pavo*) peuvent être considérées comme des caractères méridionaux.

La flore algale présente certaines affinités "froides", qui la rapproche de celle de la Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Lion, îles centro-méditerranéennes); on note toutefois l'absence d'un certain nombre d'espèces caractéristiques du bassin occidental : *Lithophyllum lichenoides*, *Goniolithon byssoides*, *Rissoëlla verruculosa*. Des espèces caractéristiques de la côte nord-africaine, ou traduisant l'influence du courant d'entrée en Méditerranée des eaux atlantiques, sont également absentes : *Cystoseira sedoides*, *Peyssonnelia coriacea*. On note l'absence d'un certain nombre d'espèces orientales telles que les Corallinaceae *Tenarea undulosa* et *Goniolithon trochanter*. Enfin, un grand nombre d'espèces plus ou moins thermophiles, fréquentes dans le Sud de la Méditerranée (genres *Halopithys*, *Digenea*, *Alsidium*, *Caulerpa*, etc), sont absentes, tandis que *Dasycladus claviformis* et *Acetabularia acetabulum* sont très rares ou rares. L'absence à Zembra de *Caulerpa prolifera* est remarquable puisqu'elle est considérée comme l'une des algues les plus communes dans le Golfe de Tunis par BEN ALAYA (1970) et AZOUZ (1973). Par ailleurs, il ne semble pas que *P. oceanica* fleurisse à Zembra, y compris certaines années (1982, 1983) où la floraison a concerné la quasi-totalité de la Méditerranée, ce qui pourrait être une conséquence des températures estivales relativement modestes.

Des caractères méridionaux ou orientaux se manifestent toutefois, bien que timidement, chez les algues : la présence de la Phaeophyceae *Hydroclathrus clathratus*, de la Rhodophyta *Rodriguezella bornetii*, l'abondance de la Phaeophyceae *Dilophus fasciola*, l'absence de *Lithophyllum lichenoides*. Chez les invertébrés, le caractère méridional le plus évident est la présence, souvent exubérante, des Scléactiniaires *Astroides calycularis* et *Cladopsammia rolandi*. On note également la présence de l'astérie *Ophidiaster ophidianus*, de l'holothurie *Holothuria sanctori*, l'existence de placages, il est vrai peu développés, de vermetes. La moule *Perna perna* est une espèce réputée "atlantique

tropicale", qui, en Méditerranée, est connue du Maroc et d'Algérie; en Tunisie, elle n'a été signalée que de Tabarka, Bizerte et La Goulette (ZAOUALI, 1972, 1973); elle est présente également à Zembra, bien qu'elle y soit rare. La rareté (gorgones) ou l'absence (corail rouge *Corallium rubrum*) de certains Octocoralliaires (gorgones, corail rouge) peuvent aussi être considérés comme les indices d'une situation orientale.

En fin de compte, la flore comme la faune de Zembra se caractérisent autant par la présence de certaines espèces (froides, atlantiques, méridionales) que par l'absence de toute une série d'organismes qu'on se serait attendu à y rencontrer, et qui existent effectivement à peu de distance, sur les côtes continentales de Tunisie, dans les fles du Canal de Sicile ou dans le Sud de l'Italie; il est possible que les problèmes de recrutement, en liaison avec un courant dominant venant du bassin occidental, et n'ayant pas forcément eu la possibilité de se charger en diaspores au contact immédiat d'un littoral rocheux, expliquent les lacunes du peuplement de Zembra et le succès des espèces qui profitent de niches écologiques peu disputées.

Le benthos de l'île de Zembra apparaît au total comme relativement original par rapport à celui de tous les autres secteurs de Méditerranée, y compris ceux qui en sont relativement proches (Iles du Canal de Sicile, côtes continentales de Tunisie).

Des traces de dégradation des peuplements, en liaison avec la pollution ou les activités humaines, existent, bien que très limitées : (i) ramassage de la patelle géante *Patella ferruginea* par les résidents sur l'île, (ii) présence ponctuelle d'*Enteromorpha*, algues indicatrices de pollution, sur le côté externe de la digue Sud-Ouest du port, (iii) existence de mattes mortes de *Posidonia oceanica* vers 15 m de profondeur, dans l'Anse du port, en liaison avec la pollution venue de l'agglomération de Tunis ou bien avec la turbidité, lors de crues exceptionnelles de la Medjerda. Inversement, on note la vigueur des peuplements à Phaeophyceae du genre *Cystoseira*, aussi bien près de la surface (*C. stricta*) qu'en profondeur (*C. spinosa*, *C. zosteroides*); ces peuplements ont disparu aujourd'hui d'une grande partie des côtes méditerranéennes, souvent assez loin des sources directes de pollution (côtes françaises du Var et des Pyrénées-Orientales dans leur ensemble). Par ailleurs, bien que peu développés, les herbiers à *P. oceanica* sont d'une façon générale en bon état (structure, densité des faisceaux élevée).

La présence autour de Zembra d'une population relativement importante de *Patella ferruginea*, espèce endémique de la Méditerranée, qui a disparu de la plus grande partie de son aire, à la suite du ramassage par l'homme, et dont l'existence est aujourd'hui menacée, mérite une mention toute particulière.

L'exceptionnelle beauté des fonds (l'îlot de l'Entorche constitue sans doute le plus beau paysage sous-marin de toute la Méditerranée), aussi bien que la qualité esthétique du paysage émergé, la réunion (en une combinaison relativement originale) d'un grand nombre de peuplements

et d'espèces caractéristiques du benthos méditerranéen, la présence d'espèces menacées devenues rares en Méditerranée, la rareté des signes de dégradation des peuplements par la pollution ou les activités humaines, confirment l'intérêt qu'il y a à pérenniser la protection de l'île de Zembra.

Actuellement, et depuis 1977, la gestion de l'île a été confiée aux militaires et son accès est limité, réservé seulement sur avis du Ministère de la Défense à des scientifiques.

Compte tenu de la vocation multiple que se doit de présenter tout Parc National et des possibilités offertes par l'île de Zembra, la mise en place d'une structure de gestion administrative et technique, d'une assistance scientifique (voir organigramme possible, Fig. 39), en même temps que l'ouverture au tourisme avec le développement de certaines activités récréatives et pédagogiques, pourraient s'effectuer dans des délais et avec des investissements raisonnables.

La mise en place d'un programme d'aménagement, d'un plan de zonage pour réglementer les diverses utilisations de l'île, d'un système de surveillance et de contrôle des parties marines et terrestres, l'établissement de liaisons par bateaux avec Sidi Daoud et la mise en place d'un outil d'information et de sensibilisation sur la valeur du milieu marin et côtier ne pourraient qu'améliorer l'image de marque du Parc National de Zembra et de Zembretta. Ces actions contribueraient en outre à développer la prise de conscience sur l'importance des équilibres écologiques pour la survie de nombreuses espèces, mais aussi pour l'homme.

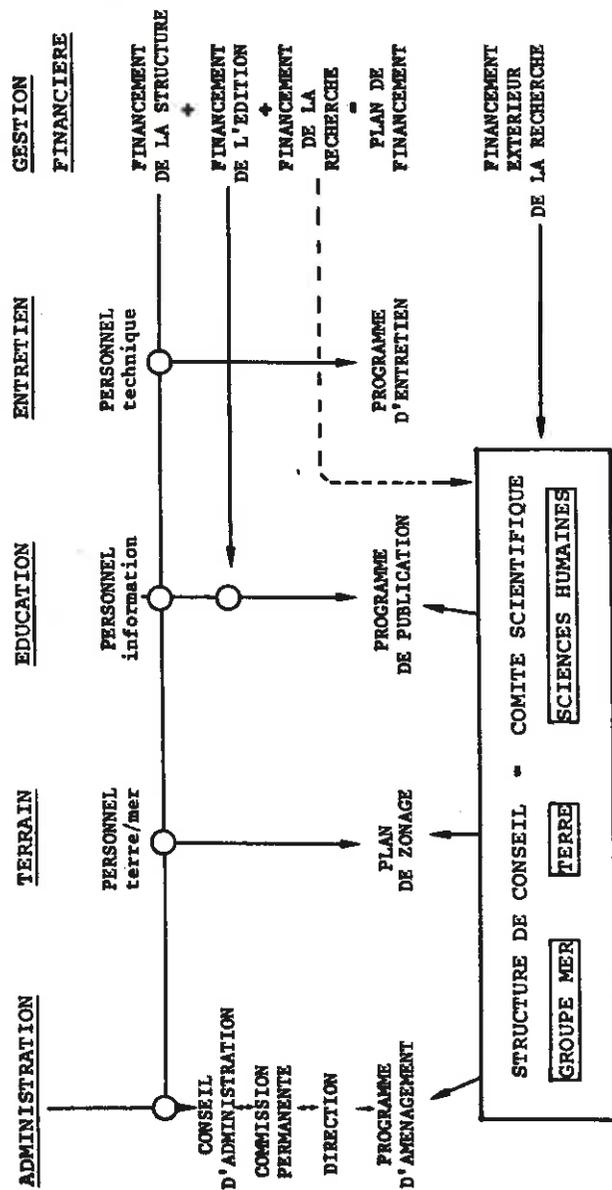


Fig. 59 : Structure de gestion d'une aire protégée ; exemple du Parc National de Port-Cros (Var, France) d'après J. OLIVIER, rapport UICH.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs de ce travail tiennent à adresser leurs remerciements à tous ceux qui ont été à l'origine du programme, qui ont permis à la mission de terrain de se dérouler dans les meilleures conditions possibles, ou qui les ont aidés dans l'exploitation des données et du matériel récolté :

Monsieur Salem HADJ-ALI, Directeur de l'INSTOP (Salambô) et du projet RAC/SPA.

Le Ministère de la Défense Nationale de Tunisie, pour l'autorisation d'accès et l'accueil à Zembra, et tout particulièrement Monsieur BOUHAOUALA, Commandant de la Base de la Goulette, qui a assuré notre transport et celui de notre matériel depuis Tunis.

Le Ministère de l'Agriculture de Tunisie, qui nous a accordé les autorisations d'accès et de plongée. Madame Hédia BACCAR, sous Directrice de l'Environnement, qui nous a donné accès à toute sa documentation.

Monsieur Fredj KARTAS, Directeur du Laboratoire de Biologie Marine de l'Université de Tunis.

La FAO (projet MEDRAP), l'ORSTOM, et Madame Brigid LOIX pour le prêt de matériel indispensable à notre mission.

Messieurs Pierre VASSEUR, Marc VERLAQUE et Helmut ZIBROWIUS qui ont déterminé certains spécimens et nous ont fait bénéficier de leur expérience, Luc HARTEK qui a traduit des textes de l'allemand, Mme M. PANOUSE pour sa contribution aux recherches bibliographiques.

Monsieur ASFOUR, Garde chasse à Zembra, nous a accompagné à deux reprises sur le terrain et fait bénéficier de sa connaissance de l'île.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLAIN C., 1960. Topographie dynamique et courants généraux dans le bassin occidental de la Méditerranée (Golfe du Lion, Mer Catalane, Mer d'Alboran et ses abords, secteur à l'Est de la Corse). Rev. Inst. Pêches marit., Fr., 24 (1) : 121-144.
- ANDREN L.E., HADJ ALI SALEM M., 1978. Sources de pollution marine côtière en Tunisie : facteurs influençant sa distribution et ses effets. Bull. Inst. natl. sci. techn. Océanogr. Pêche Salammô, Tun., 5 (1-4) : 53-96.
- ARNOULD M., 1955. La collection de mollusques testacés de la Station océanographique de Salammô. A. Archæogastropoda. I. Zeugobranchis, II. Patellacea (=Docoglossa), III. Trochacea. Bull. Stn. océanogr. Salammô, Tun. 51 : 3-21.
- ARNOULD M. et DOLLE J.E., 1954. Sur la présence d'un niveau fossilifère oligocène dans l'île de Zembra. Mém. Soc. Sci. nat. Tunisie, 2 : 65-70.
- AUGIER H., BOUDOURESQUE C.F., 1967. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National) : I. La Baie de La Palu. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, 27 : 93-124, 1 pl. h.t.
- AUGIER H., BOUDOURESQUE C.F., 1979. Premières observations sur l'herbier de Posidonies et le Métritique Côtier de l'île du Levant (Méditerranée, France), à l'aide du sous-marin Griffon de la Marine Nationale. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 5 : 141-153.
- AZOUZ A., 1968. Contribution à l'étude de l'Etage circalittoral du Golfe de Tunis. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 19 (2) : 125-127.
- AZOUZ A., 1973. Les fonds chalutables de la région Nord de la Tunisie. 1. Cadre physique et biocoenoses benthiques. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammô, Tun., 2 (4) : 473-563.
- AZZOLINA J.F., Etude écologique des secteurs acquis ou susceptibles d'être acquis par le Conservatoire du Littoral dans le département du Var : le domaine marin. Contrat Parc National de Port-Cros - Lab. Ecol. Benthos Fac. Sci. Luminy, N° 8300983400, Marseille, Fr. : 1-150.
- BAUCHOT M.L., PRAS A., 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux et Niestlé edit., Neufchâtel, Swizerl. : 1-427.
- BELKNIR M., HADJ ALI SALEM M., 1983. Notions d'hydrologie comparée dans le Lac de Tunis. Bull. Inst. natl. sci. techn. Océanogr. Pêche Salammô, Tun., 10 : 5-26.
- BELL J.D., 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean sea. J. Appli. Ecol., 20 : 357-369.
- BELLAIR P., 1954. Sur un échantillon de sable de la plage de Zembra. Mém. Soc. Sci. nat. Tunisie, 2 : 59-61.
- BELLAN-SANTINI D., 1966. Influence des eaux polluées sur la faune et la flore marines benthiques dans la région marseillaise. Tech. Sci. municipales, Fr., 61 (7) : 285-292.
- BELLIL M., 1976. Exploitation des données thermiques et pluviométriques concernant la Tunisie du Nord. Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. Grenoble, Fr. : 1-86.

- 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.
- BEN ALAYA H., 1970. Flore marine de Tunisie. I : Liste préliminaire des algues du Golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 1 (4) : 205-212 + xv.
- BEN ALAYA H., 1972. Répartition et conditions d'installation de *Posidonia oceanica* Delile et de *Cymodocea nodosa* Ascherson dans le golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 2 (3) : 331-416.
- BEN MAIZ N., 1984. Contribution à la distribution, à l'écologie et à la systématique des algues marines benthiques de Tunisie. Mém. Dipl. Et. approf. Ecologie méditerranéenne, Univ. Aix-Marseille III : 1-65.
- BEN OTHMAN S., MOKHTAR F., QUIGNARD J.P., 1971. Présence d'un phoque moine *Monachus monachus* (Hermann 1779) dans le Golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 2 (2) : 267.
- BERNARD F., 1958. Le courant atlantique en Méditerranée. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. Intl. Explor. Médit., Monaco, 14 : 97-100.
- BERTHOLD G., 1882. Über die vertheilung der Algen im Golf von Neapel, nebst einen Verzeichniss der bisher daselbst beobachteten Arten. Mittheil. zool. Stn. Neapel, Germ., 393-536.
- BLANC J.J., 1953. Le gîte d'Ellianac (Cassis, B.-du-Rhône). Provence historique, Fr., 3 : 1-14.
- BLANC J.J., 1958. Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale. Thèse Fac. Sci. Univ. Paris, Masson edit., Fr. : 1-140.
- BLANC J.J., MOLINIER R., 1955. Les formations organogènes construites superficielles en Méditerranée occidentale. Bull. Inst. océanogr., Monaco, 52 (1067) : 1-26, 1 pl. h.t.
- BORY DE SAINT-VINCENT J.B., 1832. Notice sur les Polyptères de la Grèce. Expédition scientifique de Morée, III, 1<sup>o</sup> partie, Zoologie. Paris, Fr. : 204-209.
- BOUDOURESQUE C.F., 1969. Etude qualitative et quantitative d'un peuplement algal à *Cystoseira mediterranea* dans la région de Banyuls-sur-Mer (P.O.). Vie Milieu, Fr., 20 (2B) : 437-452.
- BOUDOURESQUE C.F., 1970. Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille II, Fr. : 1-624.
- BOUDOURESQUE C.F., 1971. Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes varoises. Vegetatio, Netherl., 22 (1-3) : 83-184.
- BOUDOURESQUE C.F., 1973.- Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Les peuplements sciaphiles de mode relativement calme sur substrats durs. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, Fr., 33 : 147-225.
- BOUDOURESQUE C.F., 1974. Aire minimale et peuplements algaux marins. Bull. Soc. phycol. Fr., 19 : 141-157.
- BOUDOURESQUE C.F., AUGIER H., VERLAQUE M., 1977. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). XVIII : Documents pour la flore des Rhodophycées. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 3 : 57-88.
- BOUDOURESQUE C.F., BELSHER T., 1979. Le peuplement algal du port de Port-Vendres : recherches sur l'aire minimale qualitative. Cah. Biol. Mar., Fr., 20 : 259-269.
- BOUDOURESQUE C.F. et BOUDOURESQUE E., 1969.- Contribution à la flore des algues marines de l'Algérie. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, Fr., 29 : 129-136.

- BOUDOURESQUE C.F., CINELLI F., 1976. Le peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels de mode battu en Méditerranée occidentale. Pubbl. Staz. zool. Napoli, Ital., 40 (2) : 433-459.
- BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., PERCENT G., 1983. Un nouvel outil au service de l'étude des herbiers à *Posidonia oceanica* : la lépidochronologie. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. Intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 28 (3) : 111-112.
- BOUDOURESQUE C.F. et DENIZOT M., 1975.- Revision du genre *Peyssonnelia* (Rhodophyta) en Méditerranée. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, Fr., 35 : 7-92.
- BOUDOURESQUE C.F., FRESI E., 1976. Modelli di zonazione del benthos fitale in Mediterraneo. Boll. Pesca Piscic. Idrobiol., Ital., 31 (1-2) : 129-143.
- 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 natl. 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). International Workshop on Posidonia oceanica beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A. and OLIVIER J. edit., GIS Posidonie publ., Fr., 1 : 185-191.
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., MEINESZ A., 1985. Un nouveau type d'herbier à *Posidonia oceanica*, l'herbier de colline. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. Intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 29 (5) : 173-175.
- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Cah. Parc natl. Port-Cros, Fr., 4 : 1-80.
- BOUDOURESQUE C.F., FERRET M., 1977. Inventaire de la flore marine de Corse (Méditerranée) : Rhodophyceae, Phaeophyceae, Chlorophyceae et Bryopsidophyceae. Bibliotheca phycologica, Germ., 25 : 1-171.
- BOUDOURESQUE C.F., FERRET-BOUDOURESQUE M., KNOEPFFLER-PEGUY M., 1984. Inventaire des algues marines benthiques dans les Pyrénées-Orientales (Méditerranée, France). Vie Milieu, Fr., 34 (1) : 41-59.
- BOUDOURESQUE C.F., THELIN I., BERGIN F., CAMPOS-VILLACA R., MAUBERT H., MOSSE R.A., FERRET-BOUDOURESQUE M., 1983. Etude du phytobenthos du site d'El-Dabaa (côtes méditerranéennes d'Egypte). CEA Cadarache et Laboratoire d'Ecologie du Benthos, Fac. Sci. Luminy, Marseille, Fr. : 1-110.
- BOUDOURESQUE C.F., THOMMERET J., THOMMERET Y., 1981. Sur la découverte d'un bioconcrétionnement fossile intercalé dans l'herbier à *Posidonia oceanica* de la baie de Calvi (Corse). Journ. Etude Systém. Biogéogr. médit., Cagliari, CIESH edit., Monaco : 139-142.
- BOULVA J., 1975. Survey of the Mediterranean monk seal *Monachus monachus*, in the Western Mediterranean and the Eastern Atlantic. International Fund for Animal Welfare and International Union for the Conservation of Nature : 1-26.
- BOUVIER E.L., 1940. Faune de France 37, Décapodes marcheurs. Librairie de la Faculté des Sciences edit., Paris, Fr. : 1-404, 14 pl. h.t.
- BRANDHORST W., 1977. Les conditions de milieu au large de la côte tunisienne. Bull. Inst. natl. sci. techn. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 4 (2-4) : 129-220.
- BRAUN BLANQUET J., 1928. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer edit., Berlin, Germ. : i-x, 1-330.
- BRUSLE J., 1985. Exposé synoptique de données biologiques sur les mérours *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de l'Océan atlantique et de la Méditerranée. FAO Synopsis, Synopsis Pêches, 129 : 1-64.
- BUCCOY E., DAUZENBERG P., DOLLFUS C., 1887-1888. Les mollusques marins du Roussillon. Tome II : Pélécytopodes. Fr. : 1-884, 99 pl. h.t.
- CANU F., BASSLER R.S., 1930. Bryozoaires marins de Tunisie. Ann. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 5 : 1-91, 13 pl. h.t.

CARPINE C., GRASSHOFF M., 1975. Les gorgonaires de la Méditerranée. Bull. Inst. océanogr. Monaco, 60 (1270) : 1-52.

CARUS J.V., 1893. Prodromus faunae mediterraneae sive descriptio animalium maris mediterranei inolarum quam comparata silva rerum quatenus innotuit adiectis locis et nominibus vulgaribus eorumque auctoribus in commodum zoologorum. Vol. 2 : Brachiostomata, Mollusca, Tunicata, Vertebrata. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart, Germ., 1-ix, 1-850.

CASTANY G., 1955. Le haut bassin Siculo-tunisien. Etude de morphologie et de géologie sous-marines. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 52 : 3-17.

CAYE G., 1982. Etude de la croissance de la Posidonie, *Posidonia oceanica* (L.) Delile, formation des feuilles et croissance des tiges au cours d'une année. Théthys, Fr., 10 (3) : 229-235.

CHAMBOST L., 1928. Essai sur la région littorale dans les environs de Salammbô. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 8 : 1-28.

CHAMLEY H., 1966 : Guide des techniques du laboratoire de Géologie marine. Fac. Sci. Luminy, Univ. Aix-Marseille II : 1-158.

CHAUVET C., 1981. Calcul par otolithométrie de la relation Long.-T-âge d'*Epinephelus guaza* (L. 1758) de la côte Nord de la Tunisie. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 27 (5) : 103-106.

CHERBONNIER G., 1956. Les Echinodermes de Tunisie. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 53 : 1-23.

CINELLI F., DRAGO D., FURNARI G., GIACONE G., SCAMMACCA B., SOLAZZI A., SORTINO M., TOLOMIO G., 1976. Flora marina dell'isola di Linosa (Arcipelago delle Pelagie). Mem. Biol. mar. Oceanogr., N.S., Ital., 6 (5) : 141-172.

CINELLI F., FEOLI E., FURNARI G., GIACONE G., SCAMMACCA B., SOLAZZI A., SORTINO M., TOLOMIO G., 1976. Zonazione della vegetazione di Linosa (Isole Pelagie) : ordinamento e classificazione. Mem. Biol. mar. Oceanogr., N.S., Ital., 6 (6) : 229-248, 2 tabl. h.t.

CINELLI F., FRESI E., IDATO E., MAZZELLA L., 1977. L'aire minimale du phytobenthos dans un peuplement à *Cystoseira mediterranea* de l'île d'Ischia (Golfe de Naples). Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., 24 (4) : 113-115.

CINELLI F., SALGHETTI-DRIOLI U., 1983. Observation 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. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 28 (8) : 169-170.

CIRIK S., 1978. Recherches sur la végétation marine des côtes turques de la mer Egée. Etudes particulières des Peyssonelliacées de Turquie. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris, Fr. : 1-172, 3 cartes, 28 pl. h.t.

CLAIREFOND P., JEUDY DE GRISSAC A., 1979. Description et analyse de structures sédimentaires en milieu marin : recensement de quelques exemples dans l'herbier de Posidonies autour de l'île de Port-Cros (Parc National). Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 5 : 79-104.

COLANTONI P., GALLIGNANI P., FRESI E., CINELLI F., 1982. Patterns of *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples) and in adjacent waters. P.S.Z.N. Marine Ecology, Germ., 3 (1) : 53-74.

COPPEJANS E., 1977. Résultats d'une étude d'homogénéité de peuplements algaux photophiles sur substrat rocheux à Port-Cros et à Banyuls (France). Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 24 (4) : 143-144.

COURTIN J., FROGET C., 1970. La station néolithique de l'île Riou (Sud de Marseille, B.-du-Rh.). Etude géologique et archéologique. Bull. Mus. Anthropol. préhist. Monaco, 15 : 147-157.

CRISTIAENS J., 1983. The genus *Patella* along the coast of Malaga (Spain). La Conchiglia, Ital., 15 (166-167) : 15-17.

CROUZET A., 1981. Mise en évidence de variations cycliques dans les écailles de *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 7 : 129-135.

DALONGEVILLE R., 1977. Trottoir - encochement - encoche : aspects du littoral actuel libanais. Bull. Lab. rhodanien Géomorphol., Fr., 1 : 53-58.

DALONGEVILLE R., 1978. Le littoral actuel de Yougoslavie. Bull. Lab. rhodanien Géomorphol., Fr., 3 : 5-11.

DALONGEVILLE R., 1979. Vues nouvelles sur le littoral actuel de la Grèce : le trottoir. Bull. rhodanien Géomorphol., Fr., 6 : 3-11.

DALONGEVILLE R., 1980a. Vues nouvelles sur le trottoir actuel de Sicile : trottoir de corrosion, trottoir construit, formes mixtes. Bull. Lab. rhodanien Géomorphol., Fr., 7 : 51-53.

DALONGEVILLE R., 1980b. Morphologie littorale du calcaire en Yougoslavie. Bull. Lab. rhodanien Géomorphol., Fr., 8 : 3-16.

DALONGEVILLE R., SANLAVILLE P., 1977. Témoins de lignes de rivage holocènes en Turquie méridionale. Bull. Ass. fr. Etude Quatern., Fr., 53 : 79-81.

DALONGEVILLE R., SANLAVILLE P., 1978. Les changements de la ligne de rivage en Méditerranée orientale, à l'époque historique. Exemple de la côte levantine. Coll. Internat. Centre natl. Rech. sci., Fr., 578 : 19-32.

DALONGEVILLE R., SANLAVILLE P., 1978-79. Les rivages holocènes de Turquie méridionale. Bull. rhodanien Géomorphol., 4-5 : 5-15.

DAVID L., POUYET S., 1979. La mer pélagienne. F. Bryozoaires. Ann. Univ. Provence, Géol. médit., Fr., 6 (1) : 265-270.

DELEUIL R., 1954. Prospection ornithologique des îles de Zembretta et Zembra. Mém. Soc. Sci. nat. Tun., 2 : 19-31, pl. h.t. II-III.

DELEUIL R., 1955. Les oiseaux d'eau et des rivages de Tunisie. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 51 : 23-27.

DEMETROPOULOS A., RADJICHRISTOPHOROU M., 1976. Echinodermata of Cyprus. Crinoïdes, Echinoïdes, Asteroïdes, Ophiuroïdes. Fish. Bull., Cyprus, 4 : 7-74.

DIF G., 1982. Les oiseaux de mer d'Europe. Arthaud édit., Fr. : 1-445.

DOLLFUS G., DAUTZENBERG P., 1932. Les mollusques de Fabius Columna. J. Conchylol., Fr., 76 (4) : 283-333.

DUCUY R., ROBINEAU D., 1982. Guide des mammifères marins d'Europe. Delachaux et Niestlé édit., Neuchâtel, Switz. : 1-200.

FEKIH M., GOUGEROT L., 1974. Liste commentée des Gastéropodes testacés marins recueillis dans les dépôts littoraux actuels du Golfe de Tunis. Bull. Inst. océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 3 (1-4) : 165-232.

FELDMANN J., 1931 a. Notes sur quelques algues marines de Tunisie. Notes Stat. océanogr. Salammbô, Tun., 24 : 3-17.

FELDMANN J., 1931 b. Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie. Les algues de Cherchell. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 22 : 179-254.

FELDMANN J., 1938. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée : la Côte des Albères. Rev. algol., Fr., 10 (1-4) : 1-340.

FELDMANN J., 1961. Note sur les algues marines de la Galite (Tunisie). Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 16 (2) : 503-508.

FISCHER P.H., 1927. Coquilles récoltées par Miss Carrod dans le gisement moustérien de la Devil's Tower (Gibraltar). J. Conchylol., Fr., 71 (4) : 384-394.

- FISCHER P.H., KLSCH B.S., 1958. Habitacles de patelles creusés sur le test d'autres patelles. J. Conchyol., Fr., 98 : 168-170, 2 pl. h.t.
- FISCHER-PIETTE E., 1935. Systématique et biogéographie. Les Patelles d'Europe et d'Afrique du Nord. J. Conchyol., Fr., 79 : 5-66, 4 pl. h.t.
- FISCHER-PIETTE E., FISCHER P.H., GERMAIN L., PALLARY P., 1942. Les mollusques d'Adanson. J. Conchyol., Fr., 85 : 101-366, 16 pl. h.t.
- FISCHER-PIETTE E., GAILLARD J.M., 1959. Les patelles au long des côtes atlantiques ibériques et nord-marocaines. J. Conchyol., Fr., 99 (4) : 135-200.
- FOREST J., GUINOT D., 1956. Sur une collection de crustacés décapodes et stomatopodes des mers tunisiennes. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 53 : 24-43.
- FRENKEL, 1975. Contribution à l'étude des cycles de reproduction des Patellidae en Algérie. Pubbl. Staz. zool. Napoli, Ital., 39 (suppl.) : 153-189.
- FRICK H., BOLDUOUSQUE C.F., HARMELIN J.G., LABOREL F., LABOREL J., MEINESZ A., VACELET J., VERLAQUE M., 1986. Le benthos littoral des îles Lavezzi : première contribution. Trav. sci. Parc nat. rég. Res. nat. Corse, Fr., 7 : 1-133.
- FUNK G., 1927. Die Algenvegetation des Golfs von Neapel, nach neueren ökologischen Untersuchungen. Pubbl. Staz. zool. Napoli, 7 (suppl.) : 1-507, 1 tabl., 20 pl. h.t.
- FURNARI G., 1974. Segnalazione di Codium fragile (Suringar) Hariot nel Lago di Faro (Messina). Mem. Biol. mar. Oceanogr. N.S., Ital., 4 (4-6) : 193-199.
- FURNARI G., SCAMMACCA B., 1970 a. Flora algale dell'isola Lachea (Golfo di Catania). G. bot. Ital., 104 (3) : 137-164.
- FURNARI G., SCAMMACCA B., 1970 b. Ricerche floristiche sulle alghe marine della Sicilia orientale. Boll. Acc. Gioenia Sci. nat. Catania, Ital., 4, 10 (3) : 215-243.
- FURNARI G., SCAMMACCA B., 1973 a. Osservazioni preliminari su alcuni popolamenti algali della costa orientale della Sicilia. Atti Congr. naz. Soc. ital. Biol. mar., Ital., 5 : 42-48.
- FURNARI G., SCAMMACCA B., 1973 b. Ricerche floristiche sulle alghe marine della Sicilia orientale. Nuovo contributo. Boll. Sed. Accad. gioenia Sci. nat. Catania, Ital., 4, 11 (7-8) : 1-22, 3 pl. h.t.
- FURNARI G., SCAMMACCA B., CORMACI M., BAITIATO A., 1977. Zonazione della vegetazione sommersa dell'isola Lachea (Catania). Atti Cong. Soc. ital. Biol. mar., Ital., 9 : 245-257, 1 tabl. h.t.
- GARCIA-RASO J.E., SALAS-CASANOVA C., 1984. Aportaciones al conocimiento de la fauna y flora litoral de la isla de Alboran (España). Sabeg, Spain, 28 : 75-81.
- GEORGE J.D., GEORGE J.J., 1979. Marine life. An illustrated encyclopedia of invertebrates in the sea. Harrap edit., London, U.K. : 1-288.
- GERLOFF J., GEISSLER U., 1971. Eine revidierte Liste der Meeresalgen Griechenlands. Nova Hedwigia, Germ., 22 (3-4) : 721-793, 1 carte h.t.
- GIACCONE G., DE LEO A., 1966. Flora e vegetazione algale del Golfo di Palermo. Lav. Ist. bot. Giard. col. Palermo, Ital., 22 : 1-69, 5 pl. h.t.
- GIACCONE G., SCAMMACCA B., CINELLI F., SARTONI G., FURNARI G., 1972. Studio preliminare sulla tipologia della vegetazione sommersa del Canale di Sicilia e isole vicine. G. bot. Ital., 106 (4) : 211-229.
- GIACCONE G., SORTINO M., 1974 a. Zonazione della vegetazione marina delle Isole Egadi (Canale di Sicilia). Lav. Ist. bot. Giard. col. Palermo, Ital., 25 : 166-183, 7 pl., 4 tabl. h.t.
- GIACCONE G., SORTINO M., 1974 b. Significato biogeografico della vegetazione marina della Sicilia e delle isole minori nell'area del Mare Mediterraneo. Boll. Studi inform. Giard. col. Palermo, Ital., 26 : 130-146, 1 carte h.t.

- GIACCONE G., SORTINO M., SOLAZZI A., TOLOMIO C., 1973. Tipologia e distribuzione estiva della vegetazione sommersa dell'Isola di Pantelleria. Lav. Ist. bot. Giard. col. Palermo, Ital., 25 : 103-119, 6 pl., 3 tabl. h.t.
- GILLI-I-SARDA J.M., 1982. Fauna de Cnidaris de les illes Medes. Treb. Inst. cat. Hist. Nat., Spain, 10 : 1-175.
- GIRAUD G., 1977a. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de Posidonia oceanica (L.) Delile. Thèse de Doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Océanologie, Univ. Aix-Marseille II, I-VIII, I-150.
- GIRAUD G., 1977b. Essai de classement des herbiers de Posidonia oceanica (Linné) Delile. Botanica marina, Germ., 20 (8) : 487-491.
- GRANDFILS-ACCINO R., 1982. Contribucion al conocimiento de Patella ferruginea (Gmelin, 1789). Iberus, Spain, 2 : 57-69.
- GRANDFILS-ACCINO R., VEGA-LUZ R., 1982. Il genere Patella lungo la costa di Malaga (Spagna). La Conchiglia, Ital., 14 (158-195) : 6-9.
- GROS C., 1978. Le genre Cystoseira sur la côte des Albères. Répartition, écologie, morphogénèse. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle Biol. vég. mar., Univ. P. et M. Curie, Paris, Fr. : 1-115.
- GUELORGET O., FRISONI G.F., PERTHUISOT J.P., 1982. Contribution à l'étude biologique de la Bahiret el Biban, lagune du Sud-Est tunisien. Mém. Soc. géol. Fr., N.S., 144 : 173-186.
- GUYOT M.A., 1951. L'hydrologie du Canal de Sicile. Bull. Inf. COEC, 3 (7) : 269-280.
- HAMEL G., 1937. Phéophycées de France, III. Paris, Fr. : 177-240.
- HAMEL G., 1939. Phéophycées de France, V. Paris, Fr. : 337-432.
- HARMELIN J.G., 1969. Bryozoaires des grottes sous-marines de la région marseillaise. Faunistique et écologie. Thétye, Fr., 1 : 793-806.
- HARMELIN J.G., 1976. Le sous-ordre des Tubuliporina (Bryozoaires Cyclostomes) en Méditerranée. Ecologie et systématique. Mém. Inst. océanogr., Monaco, 10 : 1-326.
- HARMELIN J.G., 1984. Suivi des peuplements ichtyologiques du Parc National de Port-Cros (Méditerranée, France). Mise en place d'un inventaire périodique. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 10 : 165-168.
- HARMELIN J.G., 1985. Bryozoan dominated assemblages in Mediterranean cryptic environments. In C. NIELSEN, G.P. LARWOOD edit., Bryozoa : Ordovician to recent. Olsen & Olsen publ., Fredensborg, Denmark : 135-143.
- HARMELIN J.G., 1986. Peuplement ichtyologique de deux stations permanentes dans l'Infra-littoral rocheux de Port-Cros. Rapport contrat 85-011 Parc National de Port-Cros, Hyères, Fr..
- HARMELIN J.G., BELLAN-SANTINI D., sous presse. Modèles naturels pour les récifs artificiels en Méditerranée. Colloque franco-japonais d'Océanographie.
- HARMELIN J.G., BOUCHON C., DUVAL C., HONG J.S., 1980. Les Echinodermes des substrats durs de l'île de Port-Cros, Parc National (Méditerranée nord-occidentale). Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 6 : 25-38.
- HARMELIN J.G., LABOREL J., 1976. Note préliminaire sur la morphologie de l'herbier profond de Posidonies Posidonia oceanica (Linné) Delile à Port-Cros. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 2 : 105-113.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., 1982. Ichtyofaune des herbiers de posidonies du Parc National de Port-Cros. I : Composition et variations spatio-temporelles. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 8 : 69-92.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation "in situ" de la faune ichtyologique. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 1 : 47-52.

HARMEIN-VIVIEN M.L., HARMEIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC P., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERE C., 1985. Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. Rev. Ecol. (Terre Vie), Fr., 40 : 467-539.

HARTOG C. den, 1970. The seagrasses of the world. North Holland publ. Comp., Amsterdam, Netherl. : 1-275, 31 pl. h.t.

HUELIN M.F., ROS J., 1984. Els Mol'luacs marins de les illes Medes. Els sistemes naturals de les illes Medes, ROS J., OLIVELLA I., GILLI J.M. edit., Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, Spain : 457-504, 1 pl. h.t.

HUNNAN P.J., 1980. Espèces marines de Méditerranée qui pourraient avoir besoin de protection. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, IC 20/INF 6 : 1-45.

HUVE H., 1962. Taxonomie, écologie et distribution d'une Mélobésiée méditerranéenne : Lithophyllum papillosum (Zanardini) comb. nov., non Lithophyllum (Dermatolithon) papillosum (Zanard.) Foslie. Botanica marina, Germ., 4 (3-4) : 219-240.

HUVE H., 1963. Données écologiques et biogéographiques relatives à quelques Mélobésiées méditerranéennes caractéristiques des niveaux superficiels de la roche littorale. Rapp. P.V. Reun. Commiss. Intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 17 (2) : 147-160.

HUVE H., 1972. Aperçu sur la distribution en mer Egée de quelques espèces du genre Cytosira (Phéophycées, Fucales). Bull. Soc. phycol., Fr., 17 : 22-37.

HUVE P., 1957. Contribution préliminaire à l'étude des peuplements superficiels des côtes rocheuses de Méditerranée orientale. Rec. Trav. Stn. mar. Endoume, Fr., 12 (21) : 50-66.

JAUZEIN A., 1967. Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale tunisienne (Tunisie septentrionale). Ann. Mines Géol., Tun., 22 : 1-475.

JUDY DE GRISSAC A., 1981. Etude sommaire de sédimentologie marine et littorale. Trav. sci. Rés. nat. Scandola, Ajaccio, Fr. 1 : 151-167.

KALLEL R. et al., 1979. Les précipitations et crues exceptionnelles de l'automne 1969 en Tunisie. Ressources en eau de la Tunisie, 2 : 45-112.

KNOEFFLER-PEGUY M., BELSHER T., BOUDOURESQUE C.F., LAURET M., 1985. Sargassum muticum begins to invade the Mediterranean. Aquat. Bot., Netherl., 23 : 291-295.

LABOREL-DEGUEN F., 1985. Biologie et répartition de Patella ferruginea. Compte rendu et résultats scientifiques de la Mission Scandola XXVIII. Parc nat. Rég. Corse et Gis Posidonie, Marseille, Fr. : 41-48.

LABOREL-DEGUEN F., LABOREL J., 1985. Répartition, morphologie et reproduction de Patella ferruginea. Mission Scandola XXXIV du 15 au 23 octobre 1985. Parc nat. rég. Corse, Ajaccio, Fr. : 1-9.

LACOMBE H., TCHERNIA P., 1960. Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne. Cah. océanogr., Fr., 8 :

LAURENT P., 1939. Une collection de coquilles recueillies à Gouraya (Dept d'Alger) pendant l'hiver 1936-1937. J. Conchyol., Fr., 83 (4) : 318-326.

LEGENDRE L., LEGENDRE P., 191979. Ecologie numérique. 2 : La structure des données écologiques. Masson et Presses de l'Université du Québec édit., Fr. : 1-254.

LINNAEUS C., 1767. Systema naturae, Ed. 12, 2.

LUBET P., AZOUZ A., 1969. Etude des fonds chabutables du Golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 1 (3) : 87-111.

MAYHOUB H., 1976. Recherches sur la végétation marine de la côte syrienne. Etude expérimentale sur la morphogénèse et le développement de quelques espèces peu connues. Thèse Doct. Etat, Univ. Caen, Fr. : 1-286, 1 carte, 16 pl. h.t.

MEINESZ A., 1977. Surveillance des herbiers de Posidonies dans la réserve sous-marine de Scandola. Courrier Parc Corse, Fr., 26 : 24-27.

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., 1962. Etude des biocoenoses marines du Cap Corse. Vegetatio, Netherl., 9 (3-5) : 121-192, 217-312, 1 Fig et 2 Tabl. h.t.

MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Ann. Inst. océanogr., Fr., 27 (3) : 157-234.

MOLINIER R., PICARD J., 1953. Recherches analytiques sur les peuplements littoraux méditerranéens se développant sur substrat solide. Rec. Trav. Stn. mar. Endoume, Fr., 9 : 1-18.

MOLINIER R., PICARD J., 1954. Eléments de bionomie marine sur les côtes de Tunisie. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 48 : 3-47, pl. 1-6.

MOLINIER R., PICARD J., 1956. Aperçu bionomique sur les peuplements marins littoraux des côtes rocheuses méditerranéennes de l'Espagne. Bull. Trav. publ. Stn. Aquic. Pêche Castiglione, N.S., Alg., 8 : 251-268.

MOLINIER R., ZEVACO C., 1962. Etudes écologiques et biocénologiques dans la Baie du Brusco, Fasc. 3 : Etude statistique et physiologique de la croissance des feuilles de Posidonia (Posidonia oceanica Delile). Bull. Inst. océanogr. Monaco, 59 (1234) : 1-46, 1 pl. h.t.

MOUNTFORD M.D., 1962. An index of similarity and its application to classificatory problems. Progress in soil Zoology, MURPHY P.W. edit., London, UK. : 43-50.

MOUZON P., 1985. Le retour des corbs. Océans, Fr., 148 : 2-6, 11, 14, 19, 21.

MUNIZ-SOLIS R., 1972. El genero Patella y su dispersion en las costas marroquies. Cuad. Bibl. esp. Tetuan, Spain, 6 : 1-77.

MIRAOUR P., 1959. Etude sismique par réfraction au large du bassin de la Medjerda. Bull. Stn. océanogr. Salammbô, Tun., 54 : 1-23.

NORDSIECK F., 1982. Die europäischen Meeres-Gehäuseschnecken (Prosobranchia) vom Eismeer bis Kspverden, Mittelmeer und Schwarzes Meer. 2 völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. Gustav Fischer edit., Stuttgart, Germ., i-xii, 1-539.

OFFICE DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1967. Climatologie de la Tunisie. Normales et statistiques.

OTIMAN F., PICARD J., 1954. Sur quelques mouvements tectoniques récents sur les côtes Nord et Est de la Sicile. C.R. Séances Acad. Sci., Fr., 239 : 1230-1231.

PALLARY P., 1900. Coquilles marines du littoral du département d'Oran. J. Conchyol., Fr., 48 : 211-503, 11 pl. h.t.

PALLARY P., 1918-19. Etudes de malacologie rétrospective. J. Conchyol., Fr., 64 : 12-32.

PARENZAN P., 1970. Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. I, Gasteropodi. Bios Taras edit., Taranto, Ital. : 1-283, 53 pl. h.t.

PARENZAN P., 1974. Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. II Bivalvi, prima parte. Bios Taras edit., Taranto, Ital. : 1-279.

PAULUS M., MARS P., 1941. Guide malacologique des environs de Marseille. Deuxième partie. Catalogue des principaux mollusques marins du Golfe de Marseille : Solénogastres, Polyplacophores, Gasteropodes. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, Fr., 1 (3) : 227-247.

PERES J.M., MOLINIER R., 1957. Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée : colloque tenu par le Comité du Benthos (Gènes, 10-11 juin 1957); compte-rendu des séances. Rec. Trav. Stn. mar. Endoume, Fr., 22 : 5-15.

PERES J.M., PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. Trav. Stn. mar. Endoume, Fr., 31 (47) : 5-137.

PERGENT G., 1985. Floraison des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la région d'Izmir (Turquie). Posidonia Newsletter, Fr., 1 (1) : 15-21.

PERGENT G., BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., 1986. The flowering of *Posidonia oceanica* over the past fifty years : a lepidochronological study. International Workshop on *Posidonia* beds, BOUDOURESQUE C.F., FRESI E. and MEINESZ A. edit., Cis Posidonie publ., Fr., sous presse.

PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., 1983. Variations cycliques dans les écailles des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica*. Trav. sci. Parc natl. Port-Cros, Fr., 9 : 107-146.

PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., VADIER B., 1985. Etude préliminaire des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la côte des Albères (Pyrénées-Orientales, France). Ann. Inst. océanogr., Fr., 61 (2) : 97-114.

PERRET-BOUDOURESQUE M. et BOUDOURESQUE C.F., 1985. Inventaire des algues marines benthiques des îles de Port-Cros et de Bagaud (Var - France). Parc natl. Port-Cros et Univ. Aix-Marseille II : 1-99.

PYMIENIA J., 1959. Le cycle pliocène-actuel dans les bassins paraliques de Tunis. Mém. Soc. géol. Fr., 38 (85) : 1-176, 4 pl. h.t.

POUYET S., 1971. *Schizoporella violacea* (Ganu et Bassler, 1930) (Bryozoa, Cheilostomata) : variations et croissance zoariale. Geobios, 4 (3) : 185-197, pl. 13-14.

PRINUS G., PANTOUSTIER G., 1974. Etude écologique des zones littorales rocheuses du Golfe de Tunis et leurs peuplements d'Isopodes. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 3 (1-4) : 153-164.

RIBERA-SIGUAN M.A., 1983. Estudio de la flora bentónica marina de las islas Baleares. Thèse Doct., Fac. Biol. Univ. Barcelona, Spain : 1-636.

RIEDL R., 1983. Fauna und flora des Mittelmeeres. Paul Parey edit., Hamburg, Germ. : 1-836, 16 pl. h.t.

SCHMIDT H., 1972. Prodröm zu einer Monographie der mediterranen Aktinien. Zoologica, 121 : 1-146.

SECOURD P., 1984. Contribution à l'étude de l'ichtyofaune de la réserve marine de Banyuls-Cerbère par comptage en scaphandre autonome. Dipl. Et. approf. Ecol., Univ. Sci. techn. Languedoc, Montpellier, Fr. : 1-32 + Annexes.

STEPHENSON T.A., 1939. The constitution of the intertidal fauna and flora of South Africa. Part I. Linn. Soc. J., U.K.

THELIN I., BOUDOURESQUE C.F., 1983. Longévité des feuilles de *Posidonia oceanica* dans un herbier superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 28 (3) : 115-116.

THELIN I., BOUDOURESQUE C.F., 1985. *Posidonia oceanica* flowering and fruiting : recent data from an international inquiry. Posidonia Newsletter, Fr., 1 (1) : 5-14.

THOMMERET J., PIRAZZOLI P., MONTAGGIONI L., LABOREL J., 1980. Nouvelles données sur les rivages soulevés de l'Holocène dans l'Ouest de la Crête. Congr. géol. intl., Paris, section 08, Symposium 2.03, Fr., 26.

TORTONESE E., 1965. Fauna d'Italia, vol. VI : Echinodermata. Calderini edit., Bologna, Ital. : i-xiii, 1-422.

TZUR Y., SAFRIEL U.N., 1978. Vermetid platforms as indicators of coastal movements. Israel J. Earth Sci., 27 : 124-127.

VERLAQUE M., 1977. Etude du peuplement phytobenthique au voisinage de la centrale thermique de Martigues-Pontau (Golfe de Fos, France, Méditerranée). Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle Océanol., Univ. Aix-Marseille II-Luminy, Fr. : 1-172.

VERLAQUE M., 1980. Preliminary data on some *Posidonia* feeders. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. intl. Explor. sci. Médit., Monaco, 27 (2) : 201-202.

WEINBERG S., 1977. Revision of the common Octocorallia of the Mediterranean Circalittoral. II. Alcyonacea. Beaufortia, 25 (326) : 131-166.

WEYLAND J., 1926. Le Cap Bon : étude historique et économique. Tunis : 1-126.

ZAOUALI J., 1972. Note sur la présence de *Perna perna* (= *Mytilus africanus* Chemnitz) dans la région de Bizerte (Tunisie). Etude quantitative du peuplement. Congr.-Ass. plen. Comm. incl. Explor. sci. Médit., 23 : 7 p.

ZAOUALI J., 1973. Note sur la présence de *Perna perna* (= *Mytilus africanus* Chemnitz) dans la région de Bizerte (Tunisie). Etude quantitative du peuplement. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 2 (4) : 637-642.

ZARGOUNI F., TRUILLET R., 1986. Etude de cas en Tunisie : synthèse des études relatives à la partie terrestre de l'île de Zembra. Centre Régional d'Activité pour les Aires Spécialement Protégées édit., 6-11.

ZIBROWIUS H., 1980. Les Scléractinaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. Mém. Inst. océanogr., Monaco, 11 : 1-284, pl. 1-107.

ZIMMERMANN L., 1980. Eine neues Formenelement im litoralen Benthos des Mittelmeerraums : die Klein-Atoille ("Boiler"-Riffe) bei Phalasma/Westkreta. Berliner Geogr. Stud., Germ., 7 : 135-153.

ZIMMERMANN L., 1982. Anmerkungen zur Verbreitung, Bionomie und taxonomischen Stellung von *Lithophyllum tortuosum* (Esper) Foslie und anderen biogenen Gesteinsbildern im Mittelmeer. Sencenbergiana marit., Germ., 14 (1-2) : 9-21.

ZIMMERMANN L., 1983. Durch seepocken initiierte Kleinstriffbildungen im litoralen Biokarst Kretas (Ostmediterraneis). Essener Geogr. Arb., Germ., 6 : 217-249.

## ANNEXE I

## TEXTES CONCERNANT LE STATUT DE ZEMBRA

par A. JEUDY DE GRISSAC et K. BEN MUSTAPHA

(1) Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 9 novembre 1973, relatif à l'institution d'une zone de protection biologique autour de l'île de Zembra

## ARRETE

Article Premier. Il est insitué une zone de protection biologique autour de l'île de Zembra. La dite zone est comprise entre la laisse de basse mer et la ligne de 1 mille et demi au large de l'île.

Article 2. Il est interdit, en tout temps, toute activité de pêche, tant professionnelle que sportive, dans la zone indiquée dans l'article précédent.

Article 3. Les infractions aux dispositions du présent arrêté sont constatées, poursuivies et réprimées conformément aux dispositions du décret du 26 juillet 1951, portant refonte de la législation de la police de la pêche maritime et notamment celles des articles 34,41, 54 et 58.

Tunis, le 9 novembre 1973  
Le Ministre de l'Agriculture  
Draoui HANNABLIA

VU : Le premier Ministre  
Hedi NOUIRA

(2) Loi du 1er avril 1977 pour la création du Parc National des îles Zembra et Zembretta. Le décret 77-340 fait de Zembra un Parc National avec une façade maritime et un Parc Marin sur 1 mille 1/2 autour de cette même île.

(3) Zembra et Zembretta sont incluses dans la liste des réserves de la Biosphère de l'UNESCO. Références 2.17.06 4.030 1977

(4) Dans la liste des Nations Unies établie en 1982, et selon les catégories établies par l'UICN, l'ensemble Zembra-Zembretta est classé dans les catégories II : Parc National (en tant que Parc Marin) et IX : Réserve de la Biosphère.

ANNEXE II  
INVENTAIRE BIBLIOGRAPHIQUE DES ALGUES MARINES BENTHIQUES  
DES ILES ZEMBRA ET ZEMBRETTE

par N. BEN MAIZ

En l'absence d'indication particulière, les références concernent l'île de Zembra et non Zembretta. 1 = FELDMANN (1931a), 2 = HAMEL (1939), 3 = BOUDOURESQUE et BOUDOURESQUE (1969), 4 = BOUDOURESQUE (1970), 5 = BOUDOURESQUE (1973), 6 = BOUDOURESQUE et DENIZOT (1975), 7 = BEN MAIZ (1984).

BANGIOPHYCEAE

Stylonema alsidii : 4, 5.  
Stylonema cornu-cervi : 4, 5.

FLORIDEOPHYCEAE

Acrochaetium leptonema : 4.  
Acrosorium uncinatum var. uncinatum : 4, 5.  
Acrosorium uncinatum var. venulosum : 4, 5.  
Aglaothamnion caudatum : 4, 7.  
Aglaothamnion tripinnatum : 4, 5.  
Amphiroa cryptarthrodia : 4, 5.  
Antithamnion cruciatum var. cruciatum : 4, 5.  
Antithamnionella elegans : 4.  
Apoglossum ruscifolium : 4, 5.  
Bonnemaisonia asparagoides : 4, 5.  
Botryocladia boergesenii : 4, 5.  
Botryocladia botryoides : 4.  
Callithamnion granulatum : 4.  
Ceramium codii : 4, 5.  
Ceramium diaphanum var. diaphanum : 4, 5.  
Ceramium gracillimum : 4, 5.  
Chylocladia verticillata : 4, 5.  
Contarinia squamariae : 4, 5.  
Corallina elongata : 4, 5, 7.  
Corallina granifera : 4, 5, 7.  
Dasyopsis plana : 4, 5.  
Dermatolithon corallinae : 4.  
ErythroGLOSSUM sandrianum : 4, 5.  
"Falkenbergia rufolanosa" stadium : 4, 5.  
Fosliella farinosa var. farinosa : 4, 5.

- Gelidium pusillum : 7.  
Griffithsia opuntioides : 4.  
Gymnothamnion elegans : 4.  
Halymenia sp. : 4, 5.  
Haraldia lenormandii : 4.  
Hypoglossum hypoglossoides : 4, 5.  
Jania rubens : 4, 5.  
Laurencia obtusa : 4, 5.  
Lithothamnion sonderi ? : 4, 5.  
Melobesia membranacea : 4.  
Myriogramme minuta : 4, 5.  
Myriogramme tristomatica : 4, 5.  
Peyssonnelia bornetii ? : 4 (sub. nomen P. magna Ercegovic), 6.  
Peyssonnelia harveyana : 4.  
Peyssonnelia rubra : 4, 5.  
Phymatolithon lenormandii : 4.  
Platythamnion plumula : 4, 5.  
Pleonosporium borrieri : 4, 7.  
Plocamium cartilagineum : 4, 5, 7.  
Pseudolithophyllum lobatum : 4, 5, 7.  
Rhodochorton hauckii (stade de Kallymenia microphyllia) : 4.  
Rhodophyllis divaricata : 4, 7.  
Rhodymenia ardissoni : 4, 5.  
Schottera nicaeensis : 4, 7.  
Serospora sp. : 4.  
Spermothamnion barbatum : 4.  
Spermothamnion repens var. repens : 4.  
"Trailliella intricata" Stadium (stade de Bonnemaisonia hamifera Hariot; ce dernier n'a jamais été récolté en Tunisie) : Zembretta : 1, 3 (d'après FELDMANN, 1931a).

## PHAEOPHYCEAE

- "Aglaozonia chilosa" stadium (sporophyte de Cutleria chilosa (Falkenberg) Silva (= C. monoica Ollivier) qui n'a pas été trouvé en Tunisie) : 4, 5.  
Castagnea irregularis : 4, 5.  
Cystoseira compressa : Zembretta : 2 (d'après FELDMANN).  
Dictyopteris membranacea : 4, 5, 7; Zembretta : 2 (d'après FELDMANN).  
Dictyota dichotoma var. dichotoma : 4, 5.  
Dilophus fasciola var. fasciola : 4.  
Feldmannia globifera : 4, 5.  
Giraudia sphaclarioides : 4, 5.  
Halopteris filicina : 4, 5.  
Hydroclathrus clathratus : 4, 5.  
Lobophora variegata : 4, 5.  
Mesogloia vermiculata : 4, 5.  
Myriactula gracilis : 4, 5.  
Padina pavonica : Zembretta : 2 (d'après FELDMANN).  
Sphaclaria cirrosa : 4, 5.

- Stypocaulon scoparium : 4.  
Zanardinia prototypus : 4, 5.

## CHLOROPHYCEAE

- Acrochaete viridis : 4, 5.  
Palmophyllum crassum : 4, 5.  
Pringsheimiella scutata : 4.  
Ulva lactuca : 4.

## BRYOPSIDOPHYCEAE

- Cladophora coelothrix : 4.  
Cladophora feredayi ? : 4, 5.  
Cladophora pellucida : 4, 7.  
Cladophora prolifera : 4.  
Pseudochlorodesmis furcellata : 4, 5.  
Udotea petiolata : 4, 5.  
Valonia utricularis : 4, 5, 7.

INQUIRANDAE : signalisation difficile à replacer dans la systématique actuelle.

- Polysiphonia foetidissima ? : 4, 5.

## ANNEXE III

## INDEX DES ESPECES SIGNALÉES A ZEMBRA

par C.F. BOUDOURESQUE, J.G. HARMELIN et A. JEUDY DE GRISSAC

Dans cet inventaire, seules sont mentionnées les espèces que nous avons effectivement rencontrées à Zembra, où qui y sont citées dans la littérature, à l'exclusion des espèces mentionnées dans le texte pour souligner leur absence. A l'intérieur de chaque groupe taxonomique, les espèces sont classées dans l'ordre alphabétique.

Sauf cas particulier, la nomenclature adoptée est celle de BOUDOURESQUE, PERRET-BOUDOURESQUE et al. (1984) et de PERRET-BOUDOURESQUE et BOUDOURESQUE (1985) pour les algues (Bangiophyceae, Florideophyceae, Phaeophyceae, Xanthophyceae, Chlorophyceae, Bryopsidophyceae), de HARTOG (1970) pour les Spermaphyta (Phanérogames marines), GEORGE et GEORGE (1979) pour les Anthozoaires, PARENZAN (1970, 1974) pour les Mollusques, HARMELIN (1976) pour les Bryozoaires, TORTONESE (1965) pour les Echinodermes, BAUCHOT et PRAS (1980) pour les poissons, DIF (1982) pour les oiseaux marins, DUGUY et ROBINEAU (1982) pour les mammifères marins, et enfin RIEDL (1983) et BOUVIER (1940) pour les autres groupes.

Les chiffres qui suivent les noms d'espèces renvoient aux pages (texte, figures ou tableaux) où l'espèce est citée.

## REGNE VEGETAL

## BANGIOPHYCEAE

Erythrotrichia carnea (Dillwyn) J. Agardh : 86.

Erythrotrichia simplex Dangeard : 86.

Stylonema alsidii (Zanardini) Drew (Goniotrichum alsidii (Zanardini)

Howe, = G. elegans (Chauvin) Le Jolis) : 87, 181.

Stylonema cornu-cervi Reinsch (= Goniotrichum cornu-cervi (Reinsch) Hauck) : 181.

## FLORIDEOPHYCEAE

Acrochaetium crassipes Børgesen : 86.

Acrochaetium leptonema (Rosenvinge) Børgesen : 181.

Acrochaetium microscopicum (Nägeli in Kützing) Nägeli : 86.

Acrodiscus vidovichii (Meneghini) Zanardini : 92.

- Acrosorium uncinatum (Turner) Kylin var. uncinatum : 86, 92, 181.  
Acrosorium uncinatum (Turner) Kylin var. venulosum (Zanardini) Boudouresque, Perret-Boudouresque et Knoepffler-Peguy (= A. venulosum (Zanardini) Kylin) : 86, 181.  
Aglaothamnion caudatum (J. Agardh) Feldmann-Mazoyer : 181.  
Aglaothamnion tripinnatum (Grateloup) Feldmann-Mazoyer : 181.  
Amphiroa cryptarthrodia Zanardini : 181.  
Amphiroa rigida Lamouroux : 41, 86.  
Antithamnion cruciatum (C. Agardh) Nägeli var. cruciatum : 181.  
Antithamnionella elegans (Berthold) Boudouresque et Verlaque (= Antithamnion elegans Berthold : BERTHOLD, 1882, p. 516) : 181.  
Apoglossum ruscifolium (Turner) J. Agardh : 86, 181.  
Bonnemaisonia asparagoides (Woodward) C. Agardh : 86, 181.  
Botryocladia boergesenii J. Feldmann : 181.  
Botryocladia botryoides (Wulfen in Jacquin) J. Feldmann (= Chrysomenia uvaria J. Agardh) : 181.  
Callithamnion granulatum (Ducluzeau) C. Agardh : 94, 181.  
Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau : 56, 91.  
Ceramium codii (Richards) Mazoyer : 181.  
Ceramium diaphanum (Lightfoot) Roth var. diaphanum : 86, 181.  
Ceramium gracillimum Griffiths et Harvey in Harvey : 181.  
Champia parvula (C. Agardh) Harvey : 86.  
Chrysomenia ventricosa (Lamouroux) J. Agardh : 86.  
Chylocladia verticillata (Lightfoot) Bliding (= C. kaliformis Harvey) : 86, 181.  
Contarinia squamariae (Meneghini ex Zanardini) Denizot (= Rhizophyllis squamariae (Meneghini ex Zanardini) Kützing) : 181.  
Corallina elongata Ellis et Solander (= Corallina mediterranea Areschoug in J. Agardh) : 41, 51, 56, 57, 64, 65, 72, 74, 80, 91, 92, 94, 128, 181.  
Corallina granifera Ellis et Solander : 86, 91, 181.  
Crouania attenuata Bonnemaison ex C. Agardh) J. Agardh : 86.  
Dasyopsis plana (C. Agardh) Zanardini : 181.  
Dermatolithon corallinae (Crouan) Foslie : 181.  
Dudresnaya verticillata (Withering) Le Jolis : 66, 81, 86, 92, 95.  
Erythrocytis montagnei (Derbès et Solier) Silva (= Ricardia montagnei Derbès et Solier) : 86.  
Erythrogloussum sandrianum (Zanardini) Kylin : 181.  
"Falkenbergia rufolanosa (Harvey) Schmitz in Engler et Prantl" stadium (sporophyte d'Asparagopsis armata Harvey) : 92, 181.  
Fosliella farinosa (Lamouroux) Howe var. farinosa (= Melobesia farinosa Lamouroux) : 86, 181.  
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis (= G. pulchellum (Turner) Kützing) : 182.  
Gigartina acicularis (Roth) Lamouroux : 61.  
Gracilaria sp. : 43, 86.  
Grateloupia filicina (Lamouroux) C. Agardh : 80.  
Griffithsia flosculosa (Ellis) Batters in Newton : 86, 182.  
Griffithsia opuntioïdes J. Agardh : 182.  
Gymnothamnion elegans (Schousboe ex C. Agardh) J. Agardh (= Plumaria schousboei (Bornet) Schmitz) : 182.  
Halymenia floresia (Clemente) C. Agardh : 86.

- Haraldia lenormandii (Derbès et Solier in Castagne) J. Feldmann : 182.  
Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambronn f. tenella (C. Agardh) Ambronn (= H. tenella (C. Agardh) Ambronn f. tenella) : 86.  
Hypnea cf spinella (C. Agardh) Kützing : 85, 86.  
Hypoglossum hypoglossoides (Harvey) Womersley (= H. woodwardii Kützing) : 86, 182.  
Jania adhaerens Lamouroux : 83, 86.  
Jania rubens (Linnaeus) Lamouroux : 86, 182.  
Laurencia obtusa (Hudson) Lamouroux : 86, 182.  
Laurencia undulata Yamada : 45, 47, 80, 90, 94, 107.  
Liagora viscida (Forsskaal) C. Agardh : 41, 86.  
Lithothamnion sonderi ? Hauck : 80, 153, 182.  
Melobesia membranacea (Esper) Lamouroux (= Epilithon membranaceum (Esper) Heydrich) : 182.  
Meredithia microphylla (J. Agardh) J. Agardh (= Kallymenia microphylla J. Agardh) : 86.  
Myriogramme minuta Kylin : 182.  
Myriogramme tristromatica (Rodriguez ex Mazza) Boudouresque (= Nitophyllum tristromaticum Rodriguez ex Mazza) : 92, 182.  
Nemalion helminthoides (Vellay in Withering) Batters : 41, 47, 51, 90, 91, 94, 107.  
Nitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville : 86.  
Peyssonnelia bornetii Boudouresque et Denizot ? : 86, 182.  
Peyssonnelia harveyana Crouan et Crouan ex J. Agardh : 182.  
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque et Denizot : 92, 95.  
Peyssonnelia rubra (Greville) J. Agardh : 86, 182.  
Peyssonnelia squamaria (Gmelin) Decaisne : 86.  
Phyllophora nervosa (De Candolle) Greville : 80, 81, 82, 86, 92.  
Phymatolithon lenormandii (Areschoug in J. Agardh) Foslie (= Lithothamnion lenormandii (Areschoug in J. Agardh) Foslie) : 182.  
Platythamnion plumula (Ellis) Boudouresque, Augier et Verlaque var. crispum (Ducluzeau) Hauck (= Antithamnion plumula (Ellis) Thuret in Le Jolis var. crispum (Ducluzeau) Hauck, = Conferva plumula Ellis : ELLIS, Phil. Trans. 57, p. 426, pl. 18; cf BOUDOURESQUE et al., 1977) : 182.  
Pleonosporium borneri (Smith) Nägeli ex Hauck : 182.  
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon (= P. coccineum (Hudson) Lyngbye, = P. vulgare Lamouroux) : 59, 61, 65, 80, 86, 92, 94, 182.  
Polysiphonia flocculosa Kützing : 86.  
Polysiphonia foetidissima ? Cocks : 183.  
Polysiphonia sertularioides (Grateloup) J. Agardh : 86.  
Pseudolithophyllum expansum (Philippi) Lemoine : 92, 95.  
Pseudolithophyllum lobatum (Lemoine in Børgesen) Verlaque et Boudouresque (= Lithophyllum lobatum Lemoine in Børgesen) : 182.  
Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet et Thuret (= P. pinnata (Hudson) Papenfuss) : 61, 65, 72, 80, 94.  
Rhodochorton hauckii (Schiffner) Hamel (stade de Meredithia microphylla) : 182.  
Rhodophyllis divaricata (Stackhouse) Papenfuss (= R. bifida (Goode-nough et Woodward) Kützing) : 182.  
Rhodymenia ardissonae J. Feldmann : 86, 182.

- Rodriguezella bornetii (Rodriguez) Schmitz : 52, 85, 95, 161.  
Rodriguezella pinnata (Kützing) Schmitz : 54, 95.  
Schottera nicaeensis (Lamouroux ex Duby) Guiry et Hollenberg (= Petroglossum nicaeense (Lamouroux ex Duby) Schotter et Hollenberg) : 61, 65, 72, 74, 80, 92, 94, 182.  
Seiospora sp. : 182.  
Spermothamnion barbatum (C. Agardh) Bornet : 182.  
Spermothamnion repens (Dillwyn) K. Rosenvinge var. repens : 182.  
Sphaerococcus coronopifolius Stackhouse : 91, 92.  
"Trailliella intricata Batters" Stadium (stade de Bonnemaisonia hamifera Harlot) : 87, 182.  
Vidalia volubilis (Linnaeus) C. Agardh : 39, 87.  
Wrangelia penicillata C. Agardh : 51.

## PHAEOPHYCEAE

- "Aglaozonia chilosa Falkenberg" stadium (sporophyte de Cutleria chilosa (Falkenberg) Silva = C. monoica Ollivier) : 182.  
Arthrocladia villosa (Hudson) Duby : 43, 86.  
Asperococcus turneri (Smith) Hooker (= A. bullosus Lamouroux) : 86.  
Castagnea irregularis Sauvageau : 182.  
Cladostephus hirsutus (Linnaeus) Boudouresque et Perret (= C. verticillatus (Lightfoot) Lyngbye, = C. spongiosus (Hudson) C. Agardh var. verticillatus, = Fucus hirsutus Linnaeus : LINNAEUS, 1767, p. 717) : 51, 64, 86, 91, 93.  
Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès et Solier in Castagne : 39, 68, 76, 80, 86, 91, 92, 93, 149.  
Cystoseira balearica Sauvageau : 51, 86, 91, 93.  
Cystoseira barbata (Goodenough et Woodward) C. Agardh : 86.  
Cystoseira cf caespitosa Sauvageau : 91, 93.  
Cystoseira compressa (Esper) Gerloff et Nizamuddin (= C. fimbriata (Desfontaines) Bory, = C. abrotanifolia C. Agardh) : 94, 182.  
Cystoseira spinosa Sauvageau : 51, 66, 80, 81, 82, 86, 92, 93, 162.  
Cystoseira stricta (Montagne) Sauvageau : 45, 47, 52, 91, 94, 162.  
Cystoseira zosteroides (Turner) C. Agardh (= C. opuntioides Bory ex Montagne in Bory) : 71, 81, 82, 92, 93, 162.  
Dictyopteris membranacea (Stackhouse) Batters (= D. polypodioides (Desfontaine) Lamouroux) : 41, 49, 51, 80, 86, 91, 92, 93, 182.  
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux var. dichotoma : 51, 65, 80, 86, 91, 92, 93, 182.  
Dictyota dichotoma var. intricata (C. Agardh) Greville : 86.  
Dilophus fasciola (Roth) Howe var. fasciola : 47, 49, 51, 64, 65, 76, 80, 91, 93, 161, 182.  
Dilophus spiralis (Montagne) Hamel (= D. ligulatus (Kützing) J. Feldmann) : 65, 93.  
Feldmannia globifera (Kützing) Hamel (= Ectocarpus globifer Kützing) : 182.  
Giraudia sphaclarioides Derbès et Solier in Castagne; généralement orthographié, de façon incorrecte, Giraudya sphaclarioides : 182.  
Halopteris filicina (Grateloup) Kützing : 62, 86, 92, 182.  
Hydroclathrus clathratus (Bory) Howe : 80, 85, 91, 93, 94, 161, 182.

- Liebmannia leveillei J. Agardh : 91.  
Lobophora variegata (Lamouroux) Womersley (= Pocockiella variegata (Lamouroux) Papenfuss) : 182.  
Mesogloia vermiculata (Smith) S. F. Gray : 182.  
Myriactula gracilis Van der Ben : 182.  
Nemoderma tingitanum Schousboe ex Bornet : 47, 90, 91, 94.  
Padina pavonica (Linnaeus) Thivy (= Padina pavonia (Linnaeus) Gailion) : 39, 49, 51, 80, 86, 91, 93, 94, 182.  
Ralfsia verrucosa (Areschoug) J. Agardh : 45, 47, 56, 57, 72, 80, 90, 91, 94, 106, 107, 160.  
Sargassum vulgare C. Agardh var. diversifolium Bory : 81, 82, 92, 93, 94.  
Spatoglossum solieri (Chauvin ex Montagne) Kützing : 80.  
Sphaclaria cirrosa (Roth) C. Agardh : 87, 182.  
Sporochnus pedunculatus (Hudson) C. Agardh : 43, 92.  
Stypocaulon scoparium (Linnaeus) Kützing (= Halopteris scoparia (Linnaeus) Sauvageau) : 51, 64, 65, 87, 91, 92, 93, 183.  
Zanardinia prototypus (Nardo) Nardo : 39, 51, 87, 91, 183.  
Zonaria tournefortii (Lamouroux) Montagne : 61, 66, 92.

## XANTHOPHYCEAE

- Tribonema sp. : 91.

## CHLOROPHYCEAE

- Acrochaete viridis (Reinke) Nielsen (= Entocladia viridis Reinke, = Entoderma viride (Reinke) Lagerheim) : 183.  
Enteromorpha sp. : 41, 86, 162.  
Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhorst : 92, 183.  
Pringsheimiella scutata (Reinke) Marchewianka (= Pringsheimia scutata Reinke) : 183.  
Ulva lactuca Linnaeus : 87, 183.  
Ulva olivascens Dangeard : 87.

## BRYOPSIDOPHYCEAE

- Acetabularia acetabulum (Linnaeus) Silva (= A. mediterranea Lamouroux) : 43, 91.  
Bryopsis muscosa Lamouroux : 56, 90, 91, 94.  
Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kützing : 86.  
Cladophora coelothrix Kützing : 183.  
Cladophora feredayi ? Harvey : 85, 183.  
Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kützing : 86, 94.  
Cladophora pellucida (Hudson) Kützing : 72, 183.  
Cladophora prolifera (Roth) Kützing : 39, 86, 183.  
Codium bursa (Linnaeus) C. Agardh : 49, 65, 81, 82, 92, 93.  
Codium effusum (Rafinesque) Delle Chiaje (= C. difforme Kützing) : 41.  
Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser (= D. clavaeformis (Roth) C.

- Agardh : 39, 85, 87, 161.  
*Hallmeda tuna* (Ellis et Solander) Lamouroux : 49, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 62, 72, 76, 77, 80, 86, 91, 92, 93, 95.  
*Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen : 59, 92, 95, 183.  
*Udotea petiolata* (Turra) Børgesen : 43, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 62, 72, 75, 76, 77, 83, 87, 92, 93, 94, 118, 183.  
*Valonia utricularis* (Roth) C. Agardh : 56, 61, 72, 80, 87, 91, 94, 183.

## SPERMATOPHYTA (PHANEROGAMES MARINES)

- Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson : 39, 41, 43.  
*Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile : 31, 34, 39, 40, 41, 43, 45, 49, 51, 52, 68, 72, 75, 76, 80, 81, 99-103, 111, 116, 117, 120, 124, 128, 129, 143, 145, 160, 161, 162.

## REGNE ANIMAL

## PORIFERA (EPONGES)

- Agelas oroides* (Schmidt) : 53, 56, 62, 65, 76, 77, 80.  
*Axinella damicornis* (Esper) : 83.  
*Axinella polypoides* (Schmidt) : 81, 91.  
*Clathrina* sp. : 77.  
*Hippospongia* sp. : 65.  
*Oscharella lobularis* (Schmidt) : 80.  
*Petrobia massiliensis* Vacelet et Levi : 61, 77.  
*Petrosia ficiformis* Poiret (= *P. dura*) : 83.

## HYDROZOA

- Aglaophenia* sp. : 92.

## ANTHOZOA

- Alcyonium acaule* (Kükenthal) : 83, 120, 160.  
*Alcyonium coralloides* (Pallas) (= *Parerythropodium coralloides* (Pallas)) : 83, 92, 120, 160.  
*Anemonia sulcata* (Pennant) : 49, 117, 160.  
*Astroides calycularis* (Pallas) : 25, 31, 45, 54, 57, 59, 61, 64, 65, 68, 72, 75, 76, 80, 92, 93, 117, 118, 139, 140, 141, 159, 160, 161.  
*Balanophyllia europaea* (Risso) : 25, 119.  
*Caryophyllia inornata* (Duncan) : 25, 119.  
*Cerianthus mediterraneus* (Spallanzani) : 77, 119.  
*Cladopsammia rolandi* Lacaze-Duthiers : 25, 52, 53, 61, 72, 77, 80, 118, 119, 149, 160, 161.  
*Condylactis aurantiaca* (Delle Chiaje) : 43, 117.  
*Corynactis viridis* Allman : 61, 117.  
*Eunicella singularis* (Esper) (= *E. stricta* (Bertoloni)) : 81, 82, 92,

- 120, 151.  
*Guynia annulata* Duncan : 25, 119.  
*Hoplanguia durotrix* Gosse : 25, 119.  
*Leptopsammia pruvoti* Lacaze-Duthiers : 25, 52, 72, 77, 118, 119.  
*Lophogorgia ceratophyta* (Linnaeus) : 81, 120.  
*Madracis pharensis* (Heller) : 25, 77, 79.  
*Parazoanthus axinellae* (O. Schm.) : 65, 72, 83, 117.  
*Phyllanguia mouchezii* (Lacaze-Duthiers) : 15, 52, 119.  
*Polycyathus muelleri* (Abel) : 25, 61, 77, 119.  
*Veretillum cynomorium* (Pallas) : 43, 120.

## MOLLUSCA

- Alvania cancellata* (Da Costa) : 25.  
*Alvania cimex* (Linnaeus) : 25.  
*Alvania montagui* (Payr.) var. *algeriana* Monterosato : 25.  
*Arca noae* Linnaeus : 43.  
*Bittium reticulatum* (Da Costa) : 25.  
*Bivonia triquetra* (Bivona) (= *Vermetus triquetra* Bivona); une certaine confusion règne dans la taxonomie de certaines espèces de Vermetidae (PARENZAN, 1970); les bio-concrétionnements édifés par des Vermetidae dans le Méditerranéen ou au sommet de l'Infralittoral sont généralement attribués (PERES et PICARD, 1954; MOLINIER, 1960) à *Vermetus cristatus* Biondi (= *Bivonia cristata* (Biondi)); mais PARENZAN (1970) n'indique que *Bivonia triquetra* comme espèce bio-constructrice, tandis que TZUR et SAFRIEL (1978) mentionnent *Dendropoma petraeum* et *Bivonia triquetra*. En l'absence d'une étude taxonomique précise des Vermetidae de Zembra, leur attribution à *B. triquetra* est donc purement indicative : 65, 90.  
*Buccinum corneum* (Linnaeus) (= *Euthria cornea* (Linnaeus)) : 25.  
*Cantharus d'orbigny* (Payr.) (= *Pollia orbigny* (Payr.)) : 25.  
*Cerithiopsis tubercularis* (Montagu) : 25.  
*Charonia nodifera* (Lamarck) (= *Charonia lampas* (Linnaeus), = *Triton nodiferum* Lamarck) : 43, 160.  
*Chauvetia minima* (Montagu) var. *mamillata* (Phil.) (= *Donovania minima* (Montagu)) : 26.  
*Clanculus corallinus* (Gmel.) : 26.  
*Columbella rustica* (Linnaeus) : 26.  
*Conus mediterraneus* Bruguières : 26.  
*Coralliophila babelis* (Requien) (= *Pseudomurex babelis* (Requien)) : 26.  
*Diodora gibberula* (Lamarck) (= *Fissurella gibberula* Lamarck) : 26.  
*Diodora graeca* (Linnaeus) (= *Fissurella graeca* (Linnaeus)) : 26.  
*Diodora italica* (Defr.) (= *Fissurella neglecta* Desh.) : 26.  
*Erosaria spurca* (Linnaeus) (= *Cypraea spurca* Linnaeus) : 45, 59.  
*Fissurella nubecula* (Linnaeus) (= *Fissurellidea nubecula* (Linnaeus)) : 26.  
*Folinia costata* (Adams) (= *Alvania costata* (Adams)) : 26.  
*Gibberula clandestina* (Brocchi) (= *Persicula clandestina* Brocchi) : 26.  
*Gibberula miliaria* (Linnaeus) (= *Persicula miliaris* (Linnaeus)) : 26.  
*Gibbula umbilicaris* (Linnaeus) (= *G. fuscata* Gmel.) : 26.  
*Gourmya vulgata* (Bruguières) (= *Cerithium vulgatum* Bruguières) : 26.

- Hinia costulata (Renieri) (= Nassa costulata (Renieri)) : 26.  
Hinia incrassata (Strom.) (= Nassa incrassata (Strom.)) : 26.  
Hyalina secalina (Phil.) (= Volvarina mitrella (Risso)) : 26.  
Littorina neritoides (Linnaeus) (= Melaraphe neritoides) : 41, 45, 89, 90, 94.  
Mantellum hians (Gmelin) : 49.  
Melanella polita (Linnaeus) (= Eulima polita Linnaeus) : 26.  
Monodonta mutabilis (Phil.) : 26.  
Murex brandaris Linnaeus : 26.  
Naytiopsis granum (Lamarck) (= Nassa granum Lamarck) : 26.  
Neverita josephina Risso : 26.  
Patella caerulea (Linnaeus) : 26, 41.  
Patella ferruginea Gmelin : 26, 31, 34, 35, 41, 45, 47, 51, 80, 90, 91, 94, 105-110, 137, 160, 162.  
Patella rustica Linnaeus (= P. lusitanica Gmelin) : 26, 41, 47, 56, 66, 90, 91, 94, 106, 159.  
Payraudeautia intricata (Donovan) (= Natica intricata Donovan) : 26.  
Peltdoris atromaculata (Bergh) : 52, 61.  
Perna perna (Linnaeus) : 52, 161.  
Pinna nobilis (Linnaeus) : 39, 160.  
Pirenella conica (Blainville) (= Potamides conicus Blainville) : 26.  
Rissoina brugueri (Payr.) : 26.  
Roxania utriculus (Brocchi) : 26.  
Smaragdia viridis Linnaeus : 26.  
Sphaeronassa mutabilis (Linnaeus) (= Nassa mutabilis (Linnaeus)) : 26.  
Tonna galea (Linnaeus) (= Dolium galea Linnaeus) : 43.  
Tornus subcarinatus (Montagu) : 26.  
Tricolia pulla (Linnaeus) : 26.  
Tricolia speciosa (Mühlfeld) (= T. nicaensis Risso) : 26.  
Triphora perversa (Linnaeus) : 26.  
Trunculariopsis trunculus (Linnaeus) (= Murex trunculus Linnaeus) : 26.  
Turbonilla rufa Phil. : 26.

## CRUSTACEA

- Athanas laevirhynchus (Risso) :  
Chthamalus depressus (Poli) : 66, 89, 94.  
Chthamalus stellatus (Poli) : 31, 37, 47, 56, 57, 72, 74, 80, 89, 90, 91, 94, 107, 108.  
Homarus gammarus (Linnaeus) : 54, 56.  
Illa nucleus (Linnaeus) : 26.  
Inachus dorhynchus Leach : 26.  
Lambrus massena Roux : 26.  
Macropipus arcuatus (Leach) : 26.  
M. barbarus (Lucas) : 26.  
M. corrugatus (Pennant) : 26.  
Macropodia longirostris (Fabricius) : 26.  
Maia squinado (Herbst) : 61.  
Maia verrucosa Milne-Edwards : 26.  
Pagurus pridauxi Leach (= Eupagurus pridauxi (Leach)) : 26.

- Pagurus cuanensis Thompson (= E. spinimanus (Lucas)) : 26.  
Palaemon xiphias Risso : 26.  
Pisa tetraodon (Pennant) : 26.  
Pontonia pinnophyllax (Otto) : 26.  
Scyllarides latus (Latreille) (= Scyllarus latus Latreille) : 61, 78, 80.  
Xantho pilipes Milne-Edwards : 26.

## BRYOZOA

- Adeonella calveti Canu et Bassler : 52, 53, 56, 62, 75, 83, 121.  
Aetea sica (Couch) : 121.  
Brodiaella armata (Hincks) : 121.  
Cellaria sp. : 83.  
Celleporina caminata (Waters) : 121.  
Celleporina sp. : 121.  
Callopora dumerilli (Audouin) : 121.  
Chlidonia pyriformis (Bertoloni) : 121.  
Crassimarginatella maderensis (Waters) : 121.  
Crisia sp. : 121.  
Diaperoecia major (Johnston) : 121.  
Entalophoroecia cf deflexa (Couch) : 121.  
Escharina porosa (Smitt) : 121, 123.  
Escharina vulgaris (Moll) : 121.  
Escharoides coccinea (Abildgaard) : 121.  
Fenestrulina malusii (Audouin) : 121.  
Haplopoma sciaphilum Silén et Harmelin : 121, 123.  
Hincksina flustroides (Hincks) : 121.  
Hornera cf lichenoides (Linnaeus) : 121.  
Idmidronea atlantica (Forbes) in Johnston : 56, 62, 83, 121.  
Membraniporella nitida (Johnston) : 121.  
Micropora cf coriacea (Esper) : 121.  
Microporella ciliata (Pallas) : 121.  
Microporella marsupiata (Busk) : 121.  
Mollia patellaria (Moll) : 121.  
Myriapora truncata (Pallas) : 56, 62, 77, 80, 92, 121.  
Onychoecia marioni Jullien : 121.  
Parellisina curvirostris (Hincks) : 121.  
Plagioecia sarniensis (Norman) : 121.  
Puellina cf flabellifera (Kirkpatrick) : 121, 122.  
Puellina hincksi (Friedl) : 121.  
Puellina pedunculata Gautier : 77, 121, 123.  
Puellina radiata (Moll) : 121.  
Puellina setosa (Waters) : 121.  
Puellina venusta Canu et Bassler : 121.  
Rhynchozoon sp. : 121.  
Sertella harmeri Hass : 121.  
Sertella septentrionalis Harmer : 52, 56, 121.  
Schizomavella auriculata (Hassall) : 52, 75, 80, 121.  
Schizomavella linearis (Hassall) : 75, 121.  
Schizoporella cf unicornis (Johnston) : 121.  
Schizotheca sp. : 121, 122.

- Scrupocellaria sp. : 83.  
Smittioidea reticulata (Mac Gillivray) : 121.  
Spiralaria gregaria (Heller) : 121.  
Tubulipora cf aperta Harmer : 121.

## ECHINODERMATA

- Arbacia lixula (Linnaeus) : 26, 41, 45, 54, 59, 61, 60, 123, 160.  
Astropecten irregularis subsp. pentacanthus (Delle Chiaje) : 26.  
Brissus unicolor (Leske) (= B. brissus Clark) : 26.  
Coscinasterias tenuispina (Lamarck) : 124.  
Echinaster sepositus (Retzius) : 56, 71, 83, 124, 160.  
Echinocardium flavescens (O.F. Müller) : 26.  
Echinocyamus pusillus (O.F. Müller) : 26, 49.  
Holothuria polii Delle Chiaje : 160.  
Holothuria sanctori Delle Chiaje : 49, 80, 124, 160, 161.  
Holothuria tubulosa Gmelin : 26, 124, 160.  
Marthasterias glacialis (Linnaeus) : 72, 124, 160.  
Ophiaster ophidianus (Lamarck) : 61, 62, 71, 80, 124, 147, 160, 161.  
Paracentrotus lividus (Lamarck) : 26, 54, 71, 72, 80, 91, 123, 160.  
Psammechinus microtuberculatus (Blainville) : 26.  
Sphaerechinus granularis (Lamarck) : 41, 62, 83, 123, 160.

## ASCIDIACEA

- Amaroucium albicans (Milne-Edwards) : 56.  
Clavelina sp. : 62.  
Halocynthia papillosa Linnaeus : 56, 80, 160.  
Polycitor crystallinum Renier : 52.  
Pseudodistoma cirrusense Pérès : 52, 53, 54, 56, 59.

## OSTEICHTHYES (POISSONS OSSEUX)

- Anthias anthias (Linnaeus), barbier : 56, 62, 78, 81, 112, 113, 160.  
Apogon imberbis (Linnaeus), Apogon : 61, 75, 76, 78, 80, 102.  
Boops boops (Linnaeus), bogue : 61, 112, 114, 160.  
Chromis chromis (Linnaeus), castagnole : 49, 52, 53, 61, 63, 73, 76, 78, 81, 83, 112, 113, 114, 115, 139, 143.  
Coris julis (Linnaeus), girelle : 49, 52, 53, 63, 75, 112, 113, 114, 115.  
Dentex dentex (Linnaeus), denti : 52, 53, 56, 61, 112.  
Diplodus annularis (Linnaeus), sparailon : 112, 115.  
Diplodus puntazzo (Gmelin), charax : 61, 80, 112.  
Diplodus sargus (Linnaeus), sar : 56, 61, 80, 112, 114, 115.  
Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-Hilaire), sar à tête noire : 56, 61, 75, 81, 83, 112, 113, 114, 115, 151, 160.  
Epinephelus guaza (Linnaeus), mérou : 52, 53, 56, 61, 63, 73, 75, 76, 78, 80, 83, 112, 113, 114, 116, 153, 160.  
Epinephelus cf alexandrinus (Valenciennes), badèche : 61, 112, 114, 115.

- Cobius cf auratus Risso, goble : 112, 114.  
Labrus merula Linnaeus, merle : 49, 75, 112, 115.  
Labrus viridis Linnaeus, lasagne : 112.  
Lithognathus mormyrus (Linnaeus), marbré : 111, 112.  
Mugil sp., muge : 63, 111, 112.  
Mullus surmuletus Linnaeus, rouget : 111, 112, 115.  
Muraena helena Linnaeus, murène : 61, 73, 75, 78, 80, 112.  
Oblada melanura (Linnaeus), oblade : 61, 75, 76, 112, 114, 115.  
Phycis phycis (Linnaeus), mostèle : 78, 80, 111, 112, 113, 114.  
Sarpa salpa (Linnaeus) (= Boops salpa), saupe : 61, 63, 112, 114, 115 + figure de couverture.  
Sciaena umbra Linnaeus (= Corvina nigra Bloch), corb : 56, 61, 63, 78, 80, 81, 83, 112, 113, 114, 115, 160.  
Scorpaena notata Rafinesque, petite rascasse : 112, 114.  
Scorpaena scrofa Linnaeus, chapon : 81, 112.  
Seriola dumerilii (Risso), sériole : 111, 112, 113, 114, 115.  
Serranus cabrilla (Linnaeus), serran petite-chèvre : 52, 53, 83, 112, 116, 160, 161.  
Serranus scriba (Linnaeus), serran écriture : 52, 53, 78, 80, 81, 83, 112, 113, 114, 115, 116, 149, 160, 161.  
Sparus aurata Linnaeus, daurade : 111, 112, 115.  
Sparus pagrus Linnaeus, pagre : 73, 75, 112, 114, 115.  
Spicara smaris (Linnaeus), jarret : 61, 63, 73, 112, 114.  
Spondyllosoma cantharus (Linnaeus), canthare : 61, 73, 78, 81, 83, 112, 114, 115.  
Symphodus cinereus (Bonnaterre) : 112, 114.  
Symphodus doderleini Jordan : 112, 114.  
Symphodus mediterraneus (Linnaeus) : 52, 53, 83, 112, 115.  
Symphodus melanocercus (Risso) : 112.  
Symphodus ocellatus (Forsskaal), crénilabre ocellé : 52, 53, 112, 114, 115, 116, 161.  
Symphodus roissali (Risso) : 111, 112, 115.  
Symphodus rostratus (Bloch) : 112, 115.  
Symphodus tinca (Linnaeus) (= Crenilabrus pavo Brunnich) : 52, 53, 75, 112, 114, 115.  
Thalassoma pavo (Linnaeus), girelle paon : 61, 63, 112, 114, 115, 116, 161.  
Tripterygion sp. : 52, 75, 76, 80, 112.

## OISEAUX MARINS

- Alca torda Linnaeus : 26.  
Calonectris diomedea (Scopoli) (= Puffinus kuhlii kuhlii (Boie)), puffin cendré : 26.  
Fratercula arctica (Linnaeus), macareux moine : 26.  
Larus argentatus Pontoppidan, goéland argenté : 26.  
Larus audouinii Payraudeau, goéland d'Audouin : 26.  
Phalacrocorax aristotelis Linnaeus, cormoran huppé : 26.  
Puffinus puffinus (Brunnich), puffin yelkouan : 26.  
Sula bassana (Linnaeus), fou de bassan : 26.

## MAMMIFERES MARINS

Monachus monachus (Hermann) (= M. albiventer Boddaert), phoque moine : 27, 51.

## ANNEXE IV

INDEX DES ESPECES NON RENCONTREES A ZEMBRA  
MAIS CITEES DANS LE TEXTE

Le fait que les espèces dont les noms suivent n'aient été rencontrées à Zembra ni par les auteurs de la présente étude, ni par les auteurs qui les ont précédés, ne signifie naturellement pas qu'elles ne soient pas susceptibles d'y être rencontrées à l'occasion d'une exploration plus approfondie, tout au moins pour un certain nombre d'entre elles.

A l'intérieur de chaque groupe taxonomique, les espèces sont classées dans l'ordre alphabétique. La nomenclature adoptée est la même que pour l'Annexe III. Les autorités figurent dans le texte, lorsque l'espèce y apparaît pour la première fois.

Les chiffres qui suivent les noms d'espèces renvoient aux pages où l'espèce est citée.

## CYANOBACTERIES

Rivularia mesenterica : 94.

## FLORIDEOPHYCEAE

Acrothamnion preisii : 89.

Alsidium corallinum : 85, 161.

Alsidium helmintochorton : 85, 161.

Asparagopsis armata : 89, 160 (mais son tétrasporophyte "Falkenbergia rufolanosa stadium" a été rencontré à Zembra) : 89, 160.

Callophyllis laciniata : 87.

Caulacanthus ustulatus : 94.

Chondria boryana : 94.

Digenea simplex : 85, 161.

Galaxaura oblongata : 85.

Gastroclonium clavatum : 94.

Goniolithon byssoides (= Lithophyllum byssoides) : 87, 88, 161.

Goniolithon papillosum (= Lithophyllum papillosum) : 88, 94, 160.

Goniolithon trochanter (= Lithophyllum trochanter) : 88, 89, 94, 161.

Halopitys incurvus : 85, 161.

Laurencia papillosa : 90, 94.

Lithophyllum lichenoides (= L. tortuosum) : 87, 88, 90, 94, 108, 160, 161.

Neogoniolithon notarisi : 91, 94.

- Peyssonnelia armorica : 106.  
Peyssonnelia coriacea : 87, 161.  
Pseudolithophyllum cablochae : 85.  
Rissoëlla verruculosa : 87, 94, 161.  
Rytiphlaea tinctoria : 85.  
Tenarea undulosa : 88, 89, 94, 161.

## PHAEOPHYCEAE

- Carpomitra costata : 95.  
Colpomenia peregrina : 89.  
Cystoseira amantacea : 94.  
Cystoseira crinita : 93.  
Cystoseira dubia : 93, 95.  
Cystoseira elegans : 93.  
Cystoseira ercegovicii : 93.  
Cystoseira fucoides : 88.  
Cystoseira mediterranea : 92, 94.  
Cystoseira myriophylloides : 93.  
Cystoseira platyramosa : 88.  
Cystoseira sauvageauiana : 93.  
Cystoseira sedoides : 87, 93, 94, 161.  
Dilophus mediterraneus : 85.  
Discosporangium mesarthrocarpum : 85.  
Mesospora macrocarpa (= M. mediterranea) : 94, 108.  
Sargassum hornschurchii : 93.  
Sargassum muticum : 89.  
Sargassum trichocarpum : 88, 93.  
Scytosiphon lomentarius : 94.

## BRYOPSISIDOPHYCEAE

- Acetabularia parvula : 85.  
Anadyomene stellata : 87, 94.  
Caulerpa prolifera : 87, 161.  
Codium fragile : 89, 160.  
"Espera mediterranea stadium" (stade de Penicillus capitatus) : 87.  
Penicillus capitatus : 87.

## LICHENS

- Verrucaria amphibia : 90, 94.

## PORIFERA

- Aplysina aerophoba : 160.  
Aplysina cavernicola : 160.  
Calyx nicaeensis : 160.

- Chondrosia reniformis : 160.

## ANTHOZOA

- Aiptasia mutabilis : 117, 160.  
Cladocora cespitosa : 119, 160.  
Corallium rubrum : 120, 160, 161.  
Cribrinopsis crassa : 117.  
Eunicella cavollinii : 120.  
Paramuricea clavata : 120.

## MOLLUSCA

- Littorina punctata : 90, 94.  
Patella aspera : 110.  
Patella cochlear : 110.  
Patella nigra (= P. safiana) : 105.

## BRYOZOA

- Parasmittina rouvellei : 122.  
Pentapora fascialis : 122, 160.  
Pentapora foliacea : 122.  
Puellina innominata : 122.  
Reptadeonella violacea : 122.  
Schizobrachiella sanguinea : 122.  
Schizoporella errata : 122, 160.  
Schizoporella longirostris : 122.  
Tubicellopora avicularis : 160.

## ECHINODERMATA

- Centrostephanus longispinus : 123, 160.  
Echinus melo : 123, 160.  
Hacelia attenuata : 124, 160.  
Holothuria forskali : 125, 160.

## ASCIDIACEA

- Phallusia mamillata : 160.

## OSTEICTHYES (POISSONS OSSEUX)

- Ctenolabrus rupestris : 116, 161.  
Diplodus cervinus : 116.  
Labrus bimaculatus : 116, 161.