

Les particularités de la mer Méditerranée : son origine, son cadre, ses eaux, sa flore, sa faune, ses peuplements, sa fragilité écologique

Augier H.

La mer Méditerranée

Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes; n. 19

1973
pages 27-53

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010510>

To cite this article / Pour citer cet article

Augier H. **Les particularités de la mer Méditerranée : son origine, son cadre, ses eaux, sa flore, sa faune, ses peuplements, sa fragilité écologique.** *La mer Méditerranée*. Paris : CIHEAM, 1973. p. 27-53 (Options Méditerranéennes; n. 19)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Henry AUGIER

Docteur es-Sciences
Maître Assistant
U.E.R. des Sciences de la mer
et de l'Environnement
Facultés des Sciences
de Marseille-Luminy

Les particularités de la mer Méditerranée : son origine, son cadre, ses eaux, sa flore, sa faune, ses peuplements, sa fragilité écologique

Les illustrations de cet article ont été fournies
par l'auteur.

LA MER MÉDITERRANÉE UN DOMAINE A PART

Son origine

Formée par l'effondrement du continent hypothétique Nord-africain de la Tyrrhénide, la mer Méditerranée représente les restes de l'ancienne Téthys, mer plus vaste ayant séparé au cours des temps géologiques le continent nord-européen et le continent africain. Cet effondrement, consécutif à la sur-
rection des plissements alpins qui l'environnent de leurs reliefs jeunes (Atlas, Sierra Nevada, Pyrénées, Alpes, Apennin, Alpes dinariques, chaînes balkaniques, etc...), a formé deux bassins (occidental et oriental) séparés par un seuil de 135 m de profondeur entre la Sicile et la Tunisie. Les Dardanelles et le Bosphore correspondent à une zone de fractures, la mer Egée à une zone d'effondrement et la mer Adriatique à une zone synclinale entre les Apennins et les Dinarides.

Sa place parmi les autres mers du Monde

On distingue classiquement quatre catégories différentes de mers qui sont d'ailleurs reliées par tous les intermédiaires :

— les mers bordières ou épicontinentales qui se situent sur le bord des grandes étendues océaniques et communiquent largement avec elles (mer du Nord, mer du Bengale, mer de Bering, etc...);

— les méditerranées qui sont profondément engagées dans l'intérieur des continents ou entre un continent et des groupes d'îles, et surtout qui ne communiquent avec les étendues océaniques que par des détroits d'étendue restreinte et de faible profondeur (Méditerranée, mer Rouge, mer de Chine, mer des Caraïbes, etc...);

— les mers intérieures qui s'ouvrent par un seuil étroit et peu profond non pas sur un océan mais sur une mer (mer Baltique, mer Noire, etc...);

— les mers fermées qui sont totalement isolées des océans (mer Caspienne, mer d'Aral, etc...).

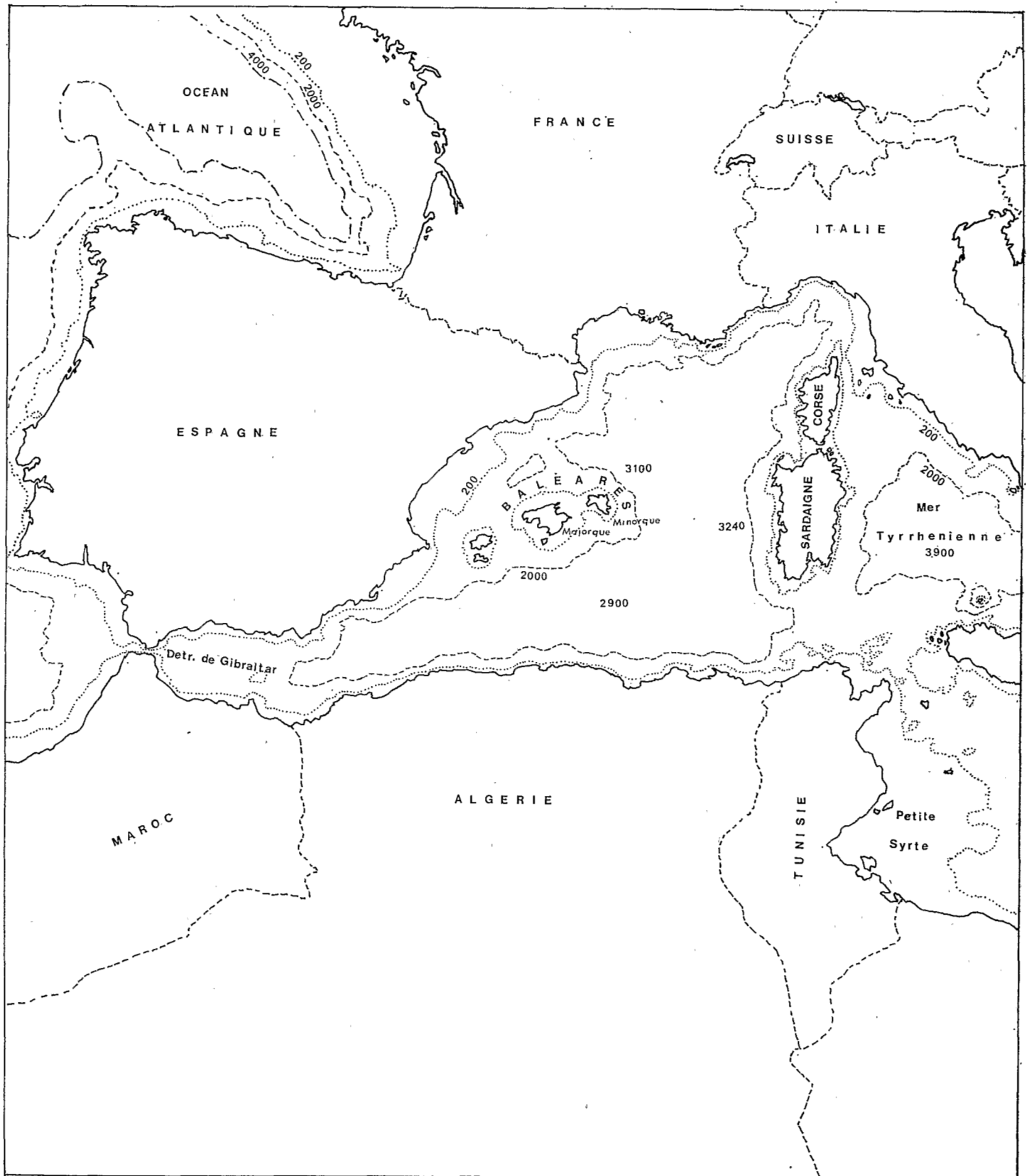
Les méditerranées présentent une circulation profonde déficiente et ceci d'autant plus nettement que le ou les détroits sont plus exigus et moins profonds. Elles présentent souvent des anomalies de la salinité et surtout de la température en profondeur. Dans les océans, la température décroît avec la profondeur; au contraire, les méditerranées ont, jusqu'à leurs plus grandes profondeurs, une température qui est voisine de celle qu'a la mer ouverte à la profondeur du seuil de communication. Ainsi, les eaux de la Méditerranée présentent une température d'environ 13° depuis 350 m (profondeur du seuil de Gibraltar) jusqu'à ses plus grandes profondeurs.

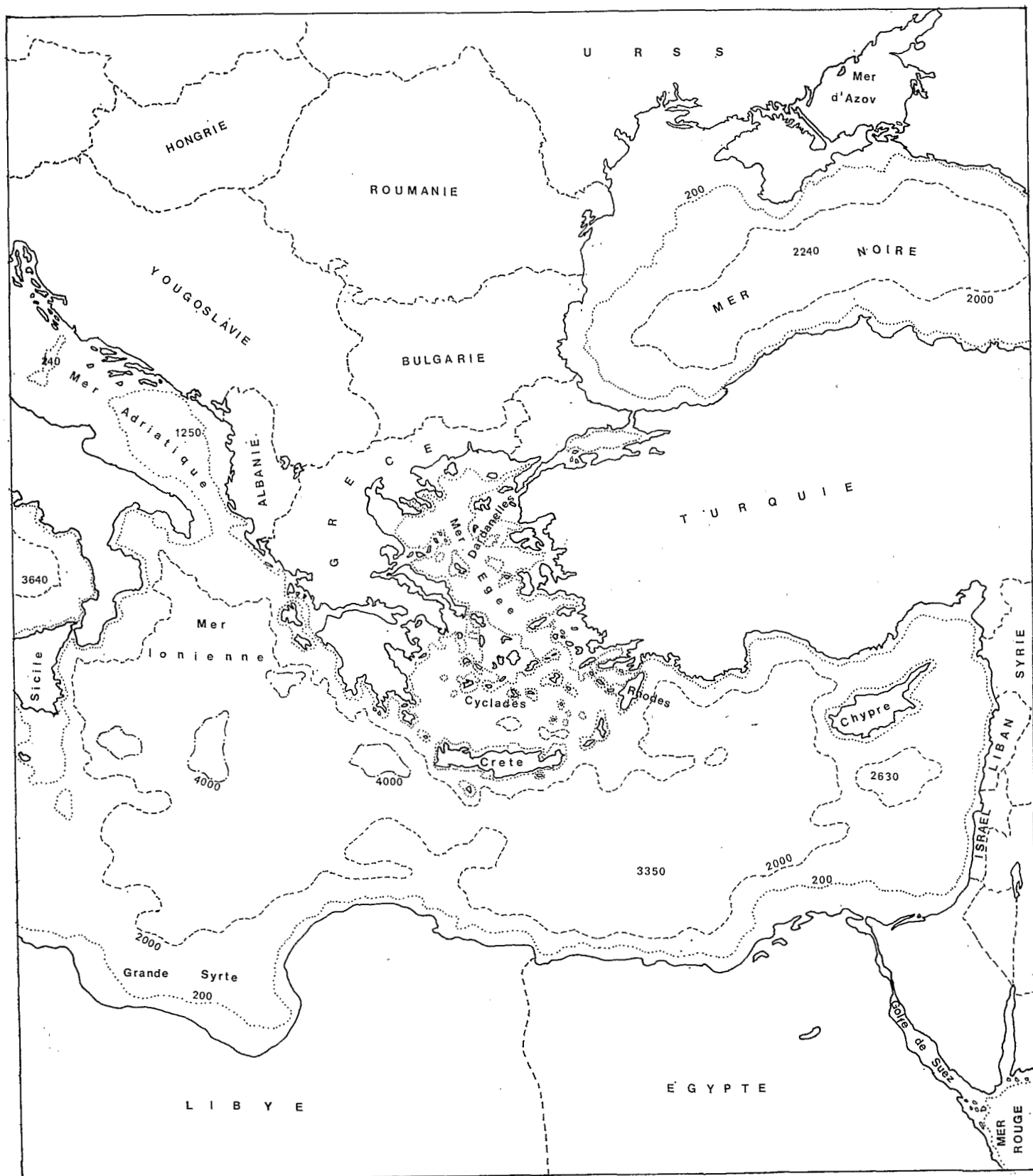
L'étendue, le relief et les profondeurs de la Méditerranée

La Méditerranée se développe sur 3 800 km de longueur, mesurés le long du 35° degré de latitude Nord, ce qui représente la distance de l'Espagne à Terre-Neuve. Sa plus grande largeur approche 800 km entre le fond du golfe de Gênes et la Tunisie, elle atteint seulement 138 km entre la Sicile et la Tunisie. Sa superficie totale est d'environ 3 millions de km², ce qui représente la 35° partie de la superficie de l'océan Atlantique et la 180° partie de tous les océans et mers du monde.

Superficie (S) et profondeur moyenne (P) des différentes parties de la mer Méditerranée (d'après Kossinna).

	S km ²	P m
Méditerranée occidentale	821,3	1 615
Méditerranée orientale	1 363,3	1 656
Mer Adriatique.	132,0	242
Mer Egée	179,0	583
Mer de Marmara.	8,3	313
Mer Noire.	420,0	1 225
Mer d'Azov	42,0	10
Méditerranée.	2 965,9	1 429





La Méditerranée est une mer relativement profonde : sa profondeur moyenne est estimée à 1 450 m et à 1 650 m en faisant abstraction des mers secondaires. Des profondeurs de 1 000 m sont parfois rapidement atteintes ; entré l'Italie et la Sardaigne on relève des fonds de 3 700 m et au Sud de la Grèce certaines fosses dépassent 4 000 m. Le point le plus profond de la Méditerranée est situé dans l'une des fosses de Matapan (5 100 m).

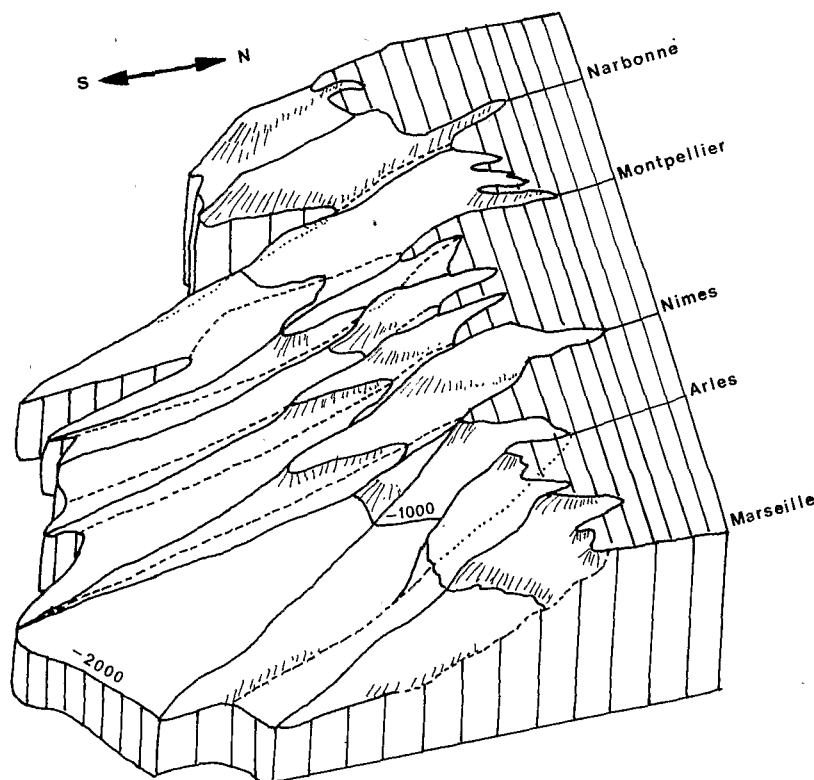
L'étude du relief sous-marin montre que, comme pour les océans et les autres mers, dans beaucoup de cas, en partant du rivage, la pente des fonds est de faible amplitude et constitue une plate-forme immergée peu profonde appelée « plateau continental ». Ce plateau présente un milieu particulièrement propice à l'exploitation des ressources marines en raison de la proximité du rivage, de la faible profondeur de ses fonds (200 m maximum) et de la richesse de ses eaux. D'après les données de STOCKS, pour l'ensemble des mers du globe, la zone du plateau continental occupe les 7,6 % de la superficie totale ; en Méditerranée il serait beaucoup plus important (17 %). Au delà du plateau continental (isobathe 200) la pente augmente brusquement pour former le talus continental qui descend jusque vers 1 500 à 2 000 m, profondeur où la pente redevient faible et forme une grande « plaine » profonde (dite abyssale). La plaine abyssale est interrompue localement par des fosses et ravins profonds.

Répartition des différentes profondeurs en surface et en pourcentage de la surface totale en Méditerranée sans l'Adriatique (d'après Stocks).

Profondeurs	km ²	%
0- 200 m . .	370,2	17,0
200- 500 m . .	212,7	9,8
500-1 000 m . .	216,5	9,9
1 000-1 500 m . .	191,1	8,8
1 500-2 000 m . .	211,3	9,7
2 000-2 500 m . .	261,2	11,9
2 500-3 000 m . .	431,1	19,7
3 000-3 500 m . .	190,5	8,7
3 500-4 000 m . .	86,9	4,0
+ de 4 000 m . .	13,7	0,5

Les deux bassins de la Méditerranée ont leur originalité propre.

La Méditerranée occidentale est nettement un bassin d'effondrement : elle est bordée par des massifs anciens et baigne des îles de roches anciennes, vestiges de la Tyrrhénide (Maures, Esterel, Corse, Sardaigne) ; les grandes lignes du relief côtier, continues au Sud et à l'Est (Atlas tellien et Apennin italien) sont brisées entre l'Espagne et les Alpes, la Sierra Nevada et les Pyrénées se prolongeant jadis vers les



Bloc diagramme du précontinent de Narbonne à Marseille. Des reliefs convexes, appelés interfluvies, séparent les canyons sous-marins. (D'après CARBONNEL).

Alpes du Sud. De plus, les bords de l'effondrement sont jalonnés, à l'Est, de volcans actifs (Etna, Stromboli, Vésuve, etc...) au bord des fosses sous-marines profondes. Les côtes sont en général rocheuses et élevées, sauf au fond du golfe du Lion et sur les côtes marécageuses d'Italie.

La Méditerranée orientale a une configuration très complexe ; divers effondrements font qu'elle se ramifie au Nord vers la mer Adriatique, entre les côtes rectilignes d'Italie et de l'Albanie-Dalmatie ; au Nord-Est vers la mer Noire par la mer Egée, bassin effondré d'où émergent les multiples sommets des anciennes chaînes englouties, formant les archipels des Cyclades, des Sporades, etc... La Méditerranée orientale proprement dite, entre l'Afrique du Nord aux côtes peu découpées, la Palestine et la Syrie aux côtes rectilignes et montagneuses, l'Asie Mineure du Sud, la Crète, la Grèce et la Sicile, rompt le prolongement naturel de l'Atlas vers le Nord-Est et possède une nette individualité.

Mer chaude

La Méditerranée, par sa latitude, par son orientation parallèle au tropique, par le relief côtier accentué de ses rives, forme un domaine climatique caractéristique, entre les régions subtropicales et subdésertiques d'Afrique et d'Europe où règnent les influences océaniques. C'est une sorte de vaste bassin presque fermé par un cercle de hautes montagnes qui jouit du climat dit « méditerranéen », aux étés chauds et secs, aux hivers tièdes et humides.

La Méditerranée symbolise la « mer chaude ». Au mois de février, qui est le mois le plus froid, la température de l'eau de surface est de 12° environ sur les côtes provençales, de 10° dans le Nord de la mer Egée, de 17° sur les côtes d'Egypte et de Syrie. Au mois d'août, qui est le mois le plus chaud, elle est de 21° dans le détroit de Gibraltar, de 22° sur les côtes de France, de 25° à Malaga, de 27° sur les côtes d'Egypte et même de 29° sur les côtes de Palestine. La différence entre les températures moyennes du mois le plus froid et du mois le plus chaud est en moyenne de 12° ; elle est de 8 à 9° sur les côtes d'Algérie, de 11° en Provence, de 13° dans le bassin oriental. L'insolation, souvent très vive, fait monter en été la température de la mer au contact du rivage ; en hiver, la terre étant plus froide que la mer, l'inverse se produit (pendant des hivers très rigoureux, on a vu de la glace se former au niveau du rivage dans le golfe de Salonique et des bassins du port de Marseille). En dessous de la surface et en particulier dans les premiers 50 m, la chute de température est relativement rapide. Comme on l'a vu précédemment, la profondeur à partir de laquelle la température ne varie plus est voisine de 300 m : en dessous de cette profondeur la température reste

constante, aux environ de 13°. Si l'on compare cette température à celles de l'eau des profondeurs de l'océan qui ne sont que de 3 à 4°, on constate qu'il règne un climat tempéré dans les grands fonds méditerranéens tout à fait caractéristiques.

Mer salée

A température égale, un litre d'eau provenant de l'Atlantique contient 3 à 4 grammes de sels de moins qu'un litre d'eau de la Méditerranée. Cette différence s'explique par le fait que la Méditerranée est une mer presque indépendante qui se trouve dans une zone climatique subtropicale à forte évaporation. L'ensemble des précipitations et des apports fluviaux est trop faible pour compenser l'évaporation de ces grandes surfaces d'eau en été. Si la Méditerranée n'était pas en relation avec l'océan, son plan d'eau s'abaisserait de près de 1 m par an. Néanmoins, l'apport de l'océan ne parvenant pas à compenser complètement les pertes, l'eau est plus salée et la salinité croît à mesure qu'on s'éloigne de Gibraltar. Alors que la teneur en sels de l'eau de l'océan est en moyenne de 3,5 ‰, celle de la Méditerranée oscille entre 3,64 et 3,95 ‰. Il en résulte qu'à température égale, l'eau de la Méditerranée est plus dense que celle de l'océan et qu'elle « porte » plus en terme de natation. Les apports des fleuves diminuent localement la salinité, parfois assez loin de leur embouchure. C'est ainsi que les crues du Nil font diminuer la salinité jusque sur les côtes de Palestine et de Syrie. La variation annuelle est sous l'influence des précipitations, cette influence s'exerçant souvent avec un certain retard. Les pluies de printemps en Provence sont suivies d'un minimum de salinité qui se produit en juin ; la sécheresse de l'été fait monter la salinité qui atteint son maximum en septembre. Les fortes pluies d'automne font de nouveau baisser la salinité. En profondeur, la salinité diminue légèrement entre la surface et 50 m, elle augmente ensuite jusqu'à 500 m et décroît de nouveau à des profondeurs plus grandes. Ces observations sont valables pour la Méditerranée occidentale ; en Méditerranée orientale, où l'apport atlantique est à peine sensible et où la salinité est très forte en surface, la salinité diminue faiblement, mais régulièrement, à mesure que la profondeur croît.

Mer bleue

C'est avec raison que la Méditerranée est le symbole de la mer bleue. Elle se distingue, en effet, des autres mers par sa couleur bleue intense due non seulement au reflet de l'azur du ciel mais aussi à la limpidité et à la transparence de ses eaux. Depuis le *Caeruleum mare* de Virgile, nombreux sont les poètes qui ont associé le mot bleu à la Méditerranée ; Victor Hugo

ne dit-il pas dans Ruy Blas : « Et je retournerai, aimable destinée, contempler ton azur, ô Méditerranée... ». Les secteurs les plus bleus sont le golfe de la Grande Syrte, la mer Ionienne, le bassin oriental au Sud de la Crète et de Chypre. La transparence mesurée avec le disque de Secchi paraît avoir son maximum sur les côtes de Syrie et dans le golfe de Syrte. LUKSH a trouvé 51 m dans la mer Ionienne, 52 m au Sud de Chypre et 60 m en Syrie. Malheureusement aux eaux turbides des embouchures de fleuves, on doit ajouter les eaux troubles et polluées au voisinage des régions portuaires, industrielles et des grandes agglomérations dont l'extension galopante devient inquiétante.

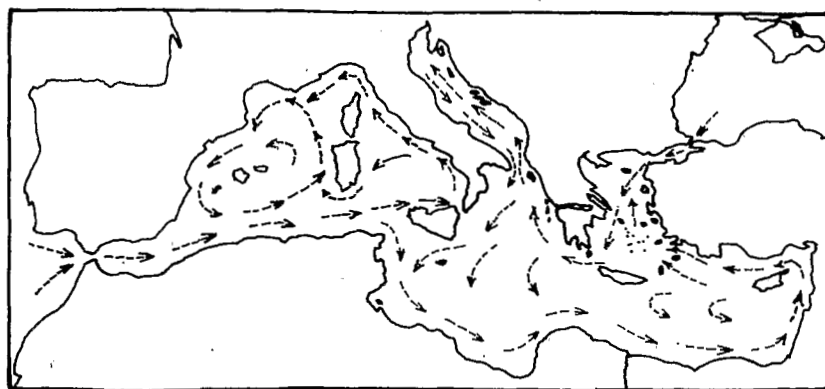
Mer tranquille ?

La Méditerranée est loin d'être perpétuellement une mer calme, mais les tempêtes sont plus rares que dans les océans car il y a là une zone privilégiée de hautes pressions. De plus, les tempêtes n'atteignent jamais dans ce bassin pratiquement clos, la même violence et la même durée que les tempêtes de l'Atlantique. Les vagues ne sont pas aussi hautes que celles des océans. D'après MARSILLI, la hauteur des vagues dans le golfe du Lion ne dépasse pas 2 m ; d'après SMYTH, dans le golfe de Gênes, elle aurait atteint 9 m au cours d'une tempête particulièrement violente ; d'après ROUGH, c'est là un maximum qui n'a jamais été signalé ailleurs, et on peut admettre qu'au large les vagues de plus de 5 m ne sont pas fréquentes. Ces vagues sont d'ailleurs courtes et donc relativement plus creuses que beaucoup de vagues de l'océan, ce qui les rend parfois très désagréables. La houle y est de peu d'amplitude, mais parfois violente et ses ondulations rapides et serrées rendent la navigation pénible par gros temps. ROUGH cite des cas extrêmes : houle de 9 m dans le port d'Alger le 3 février 1934, rouleaux de 14 m sur les rivages de Bizerte le 12 décembre 1931 qui dévastèrent le littoral.

On a souvent dit que la marée n'existe pas en Méditerranée et c'est une erreur car si elle est généralement très faible, elle est presque partout discernable. Dans beaucoup d'endroits, l'amplitude en vive-eau ne dépasse pas 20 à 30 cm ; en temps ordinaire, le niveau de l'eau est plus influencé par le vent ou par la pression barométrique que par la marée. A Marseille, son amplitude moyenne est de 209 mm, la plus grande amplitude observée a été de 770 mm et la plus petite de 27 mm. L'amplitude de la marée est de 17 cm à Monaco, 20 cm en Crète, 30 cm sur la côte Ouest de l'Italie, 40 cm à Port-Saïd, 45 cm à Salonique, 50 cm en Algérie, 60 cm en Tunisie, 70 cm à Smyrne, 90 cm à Chalcis, 140 cm à Sfax, 200 cm dans le golfe de Gabès, quelquefois 250 cm à Tanger et 6 à 7 m dans le détroit de l'Euripe entre la Grèce et l'île d'Eubée.

Le vent qui souffle sur le relief côtier fait monter la mer. Presque chaque année les quais de beaucoup de villes méditerranéennes sont inondés lorsque le vent souffle du large. Les dénivellations de ce genre dépassent souvent 1 m et atteignent parfois 2 m. A Venise, la mer peut monter, par coup de vent du Sud-Est, de 180 cm au dessus du niveau normal. La hauteur de la mer est également influencée par la pression barométrique, le niveau étant plus élevé lorsque la pression est plus basse et réciproquement. Les vents ont également, en Méditerranée, une influence importante sur la formation des courants de surface. Il arrive que les courants créés par le vent dépassent 2 nœuds et sont souvent plus forts que les courants généraux.

Le courant général d'Ouest vers l'Est qui entre en surface par le détroit de Gibraltar, suit la côte algérienne, continue le long de la côte Nord de la Sicile et remonte vers le Nord-Ouest en suivant les côtes d'Italie. Il est dirigé vers l'Ouest dans le golfe de Gênes et sur les côtes de Provence et vers le Sud-Ouest sur les côtes d'Espagne formant ainsi dans le bassin occidental de la Méditerranée un circuit complet en sens inverse des



Les courants superficiels en Méditerranée. (D'après NIELSEN).

aiguilles d'une montre. Ce courant ne suit pas toujours le tracé exact du rivage ; il existe aussi des contre-courants tels ceux des côtes d'Espagne et du Maroc. Entre la Sicile et la Tunisie, il existe un courant à peu près permanent dirigé vers l'Est qui dépasse souvent 1 nœud près du banc des Esquerquis. Le courant suit, vers l'Est, la côte de Tripolitaine et d'Égypte pour arriver à Port-Saïd où il transporte les limons du Nil en quantité assez importante pour nécessiter de continus dragages à l'entrée du port. Le courant remonte la côte de Palestine et de Syrie vers le Nord-Ouest et le Nord (les crues du Nil se font sentir parfois jusqu'en Syrie) et se dirige vers l'Ouest au niveau des côtes d'Asie Mineure où il est influencé par les vents. En mer Egée, il remonte vers le Nord ; puis à la suite du courant des Dardanelles qui s'écoule à une vitesse de 3 à 4 nœuds de la mer Noire vers la Méditerranée, le courant général redescend vers le Sud au milieu de la mer Egée et le long des côtes de Grèce. Au cap Matapan, le courant porte à l'Ouest et remonte la mer Ionienne en contournant la Grèce. Un autre courant suit vers le Sud les côtes de Sicile et termine ainsi le circuit du bassin oriental de la Méditerranée, dirigé dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, comme celui du bassin occidental.

Mer hospitalière

La Méditerranée fut le théâtre de l'histoire pendant de nombreux millénaires et on peut dire, sans exagération, qu'elle est, pour une large part, à l'origine de la culture humaine. Elle doit cela au fait qu'elle est par excellence la mer « hospitalière », mer hospitalière... par la tranquillité relative de ses eaux... par ses dimensions raisonnables, à l'échelle de l'homme... par la douceur de son climat et de ses eaux... par l'enchantement de ses paysages... par la fascination et la fécondité de cette « mer bleue »... Aucun étonnement donc à ce que, dès les temps les plus reculés, cette mer ait encouragé les hommes à en faire sa conquête et à lui confier leurs bateaux, et qu'à l'heure actuelle elle soit un lieu de prédilection pour les touristes venus du Nord.

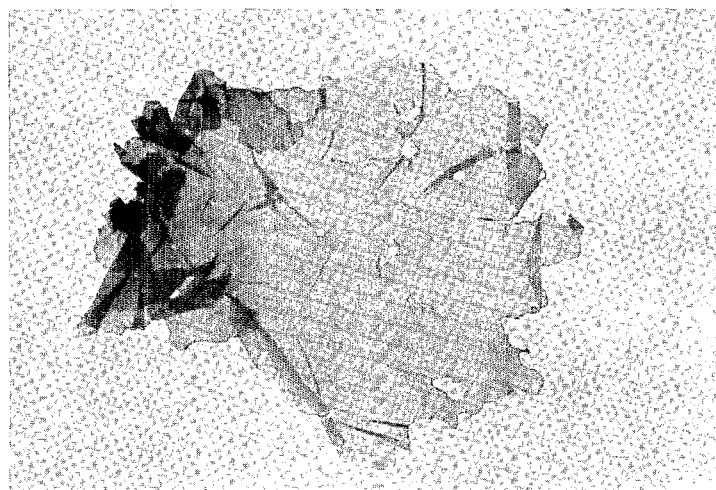
LES ÉLÉMENTS DE LA FLORE ET DE LA FAUNE DE LA MER MÉDITERRANÉE ET LEUR ORIGINE

La flore

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la flore de la mer Méditerranée ne constitue pas, en elle-même, une unité géographique et c'est également vrai pour la faune. Certes il existe un certain nombre d'organismes caractéristiques de la Méditerranée, mais, dans sa grande majorité, le fond biologique n'est qu'un mélange d'espèces de différentes origines.

En ce qui concerne la flore, si on se réfère aux études chorologiques réalisées par FELDMANN, il est possible de considérer 5 éléments principaux totalement différents les uns des autres.

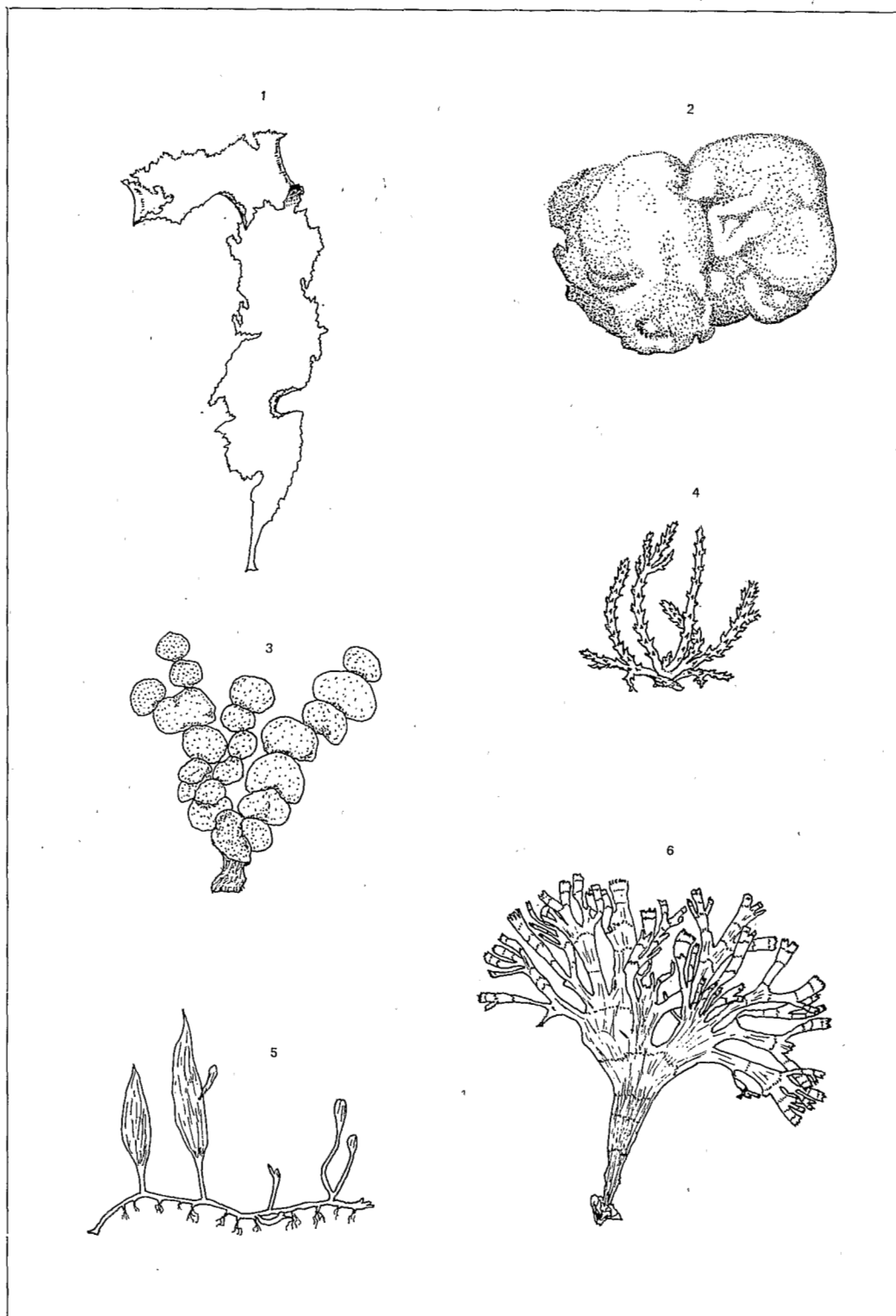
Il existe, en premier lieu, en Méditerranée, un nombre restreint d'espèces qui se retrouvent dans toutes les mers et océans du monde. Ce sont des espèces, comme *Ulva lactuca* et



La laitue de mer (*Ulva lactuca*), algue verte cosmopolite.

plusieurs *Enteromorpha*, particulièrement tolérantes, s'adaptant à une grande variété de conditions écologiques et que l'on qualifie d'ubiquistes, eurythermes et euryhalines. FELDMANN range également dans cet élément cosmopolite quelques espèces largement répandues dans toutes les régions tropicales et tempérées mais absentes dans les régions arctiques, c'est le cas par exemple de l'algue verte *Codium dichotomum* et de l'algue brune *Colpomenia sinuosa*. On peut également rattacher à ce groupe des espèces des mers froides et des mers tempérées des deux hémisphères, absentes dans les régions tropicales, comme par exemple la Phéophycée *Scytosiphon lomentaria*.

La Méditerranée renferme également des espèces réparties dans toutes les mers chaudes et dans les régions chaudes des océans : mer Rouge, Atlantique tropical et subtropical, océan In-



Quelques exemples d'algues endémique (1 : *Rissoella verruculosa*), cosmopolite
(2 : *Colpomenia sinuosa*), de mer chaude (3 : *Halimeda tuna*), indo-pacifique
(4 : *Acanthophora delilei*), Atlantique tropical (5 : *Caulerpa prolifera*)
et Atlantique boréal (6 : *Taonia atomaria*).

dien, océan Pacifique tropical et subtropical. Ces espèces ne sont pas très nombreuses ; on peut citer les Chlorophycées *Halimeda tuna*, *Anadyomene stellata*, *Udotea petiolata*, les Phéophycées *Sargassum vulgare*, *Zonaria tournefortii*, les Rhodophycées *Digenia simplex*, *Hypnea musciformis*... Ce groupe que FELDMANN qualifie de *pan-tropical*, présente actuellement une aire disjointe qui laisse supposer qu'il devait exister des communications entre les différents océans concernés. Ces espèces peuvent donc être considérées comme des survivantes de la flore de la Téthys, un nombre important d'entre elles ayant disparu par suite du refroidissement des eaux.

La flore méditerranéenne comprend également des espèces communes avec l'océan Indien et le Pacifique. Le lot des espèces de ce groupe n'est pas important. Certaines, comme *Acanthophora delilei*, ont immigré en Méditerranée dans des temps très reculés, probablement au tertiaire lorsqu'il existait une communication entre la Méditerranée et la mer Rouge et l'océan Indien ; d'autres comme *Halophila stipitata* ont pénétré beaucoup plus récemment grâce au percement du canal de Suez. Par ailleurs, ce qui est curieux, c'est que la Méditerranée et les océans Indien et Pacifique ont en commun des genres représentés dans ces régions par des espèces différentes. Il ne sera donné qu'un seul exemple chez les algues, celui du genre *Rhizophyllis* qui existe en Méditerranée (*R. squamariae* et *R. codii*) et à l'île de Pâques (*R. pacifica*). Chez les phanérogames marines, le genre *Posidonia* fournit également un bon exemple : *Posidonia australis* le long des côtes Sud de l'Australie. OSTENFELD suppose que ces deux espèces représentent les derniers survivants d'un genre originaire de l'océan Indien qui a disparu de sa patrie d'origine après s'être répandu vers le Nord et vers le Sud. C'est également le cas d'une autre monocotylédone marine : *Cymodocea nodosa* en Méditerranée, *C. rotundata* dans l'océan Indien.

Enfin la Méditerranée renferme un lot d'espèces — de loin le plus important numériquement — communes avec l'océan Atlantique tropical d'une part et l'Atlantique boréal d'autre part.

Parmi les espèces de l'Atlantique tropical et subtropical, on peut distinguer d'abord celles qui se localisent sur une seule rive de l'Atlantique (Mauritanie à l'Espagne, quelquefois Manche), par exemple : *Acetabularia mediterranea* et *Gracilaria armata*. D'après FELDMANN, certaines de ces espèces ont vraisemblablement une origine méditerranéenne, comme *Codium bursa*, et se sont répandues en dehors de la Méditerranée par le détroit de Gibraltar ; c'est l'inverse qui s'est produit pour d'autres espèces. Un cas particulièrement étonnant et riche d'enseignement est celui des espèces méditerranéennes qui se retrouvent sur les deux rives

(africaine et américaine) de l'Atlantique tropical comme par exemple l'algue verte *Caulerpa prolifera* et la rouge *Grateloupia dichotoma*. La présence de ces espèces sur les deux rives de l'Océan ne peut pas s'expliquer par le transport de spores ou de fragments fertiles par les courants, l'océan profond constituant une barrière infranchissable. Cela conduit à supposer qu'il devait exister des moyens de communications entre ces deux régions. La biogéographie fournit d'ailleurs beaucoup d'autres faits militant en faveur de cette hypothèse, comme par exemple les lamantins dans le domaine marin, mammifères herbivores connus à la fois des Caraïbes et des côtes occidentales d'Afrique. L'existence de communications entre l'ancien et le nouveau monde est généralement admise aujourd'hui par les géologues, en partie grâce à ces observations biologiques, et diverses hypothèses ont été envisagées pour les expliquer (théorie de la dérive des continents de WEGENER, hypothèse de l'existence de l'immense continent de l'Atlantide).

L'élément atlantique boréal comprend des espèces d'eau tempérée ou froide localisées dans l'Atlantique Nord et des espèces d'eau froide vivant dans le Nord de l'Atlantique et du Pacifique. Parmi les algues du premier groupe, certaines se localisent exclusivement sur les côtes européennes comme la Phéophycée *Taonia atomaria* et la Rhodophycée *Halopitys incurvus*, tandis que d'autres sont communes aux deux rives de l'Atlantique Nord comme la Phéophycée *Cutleria multifida* et la Rhodophycée *Chondria dasyphylla*. Ces dernières peuvent être considérées comme des espèces supportant mieux les températures basses, leur migration s'étant effectuée, d'après FELDMANN, par le Nord de l'Atlantique, l'Islande et le Groenland. Parmi les algues d'eau froide vivant dans le Nord de l'Atlantique et du Pacifique et qui existent en Méditerranée où elles atteignent la limite méridionale extrême de leur aire, on peut citer : *Ulothrix flacca* et *Ralfsia verrucosa* (Phéophycées), *Porphyra umbellalis* et *Gymnogongrus griffithsiae* (Rhodophycées). On peut également ranger dans cette catégorie la monocotylédone marine *Zostera noltii* fréquente sur les côtes européennes de la Méditerranée mais qui fait défaut sur les côtes africaines de cette mer. Dans l'Atlantique, *Zostera noltii* se rencontre sur toutes les côtes européennes jusqu'au Nord de la Scandinavie, au Sud-Ouest du Groenland et le long des côtes américaines, du Saint-Laurent à la Caroline du Nord. Dans le Pacifique Nord, la zostère se retrouve le long des côtes américaines, des îles Aléoutiennes à la Californie, et en Asie, sur les côtes du Japon et de Corée. D'après FELDMANN, les espèces atlantiques ont dû pénétrer dans la Méditerranée dès la fin du tertiaire. Les variations considérables du climat au quaternaire ont favorisé tantôt l'immigration d'espèces boréales, tantôt celles d'espèces tropicales. Pendant les grandes glaciations, le refroidissement

considérable des eaux de l'Atlantique Nord et de la Méditerranée a éliminé un grand nombre d'espèces tropicales et a favorisé l'extension méridionale et la pénétration en Méditerranée d'espèces à affinités froides. Au contraire, lors des périodes de réchauffement interglaciaire, des espèces tropicales, remontant le long des côtes africaines, ont pu pénétrer en Méditerranée.

La Méditerranée renferme enfin des *Endémiques*, espèces exclusivement localisées dans son bassin. Certaines, d'origine probablement très ancienne, ne montrent aucune parenté étroite avec d'autres espèces existant dans les régions voisines, par exemple l'algue brune *Laminaria rodriguezii* et l'algue rouge *Rissoella verruculosa*. D'autres, présentent des liens étroits de parenté avec d'autres espèces existant dans les régions voisines et en particulier dans l'Atlantique Nord ; elles ont été appelées *néoendémiques* par FELDMANN. Il s'agit, d'après lui, d'espèces vicariantes, dérivant d'espèces atlantiques qui, en pénétrant dans la Méditerranée, ont subi, sous l'influence d'un milieu différent de leur milieu originel, des modifications anatomiques telles qu'elles constituent maintenant, soit des espèces distinctes, soit des variétés des espèces atlantiques qui leur ont donné naissance. C'est ainsi qu'au *Phyllophora epiphylla* de l'Atlantique Nord correspond le *P. nervosa* de la Méditerranée et que le *Ceramium ciliatum*, très répandu dans l'Atlantique, est représenté en Méditerranée, par la variété *robustum* qui se distingue de la forme atlantique par des aiguillons formés de 5 cellules alors que ceux de l'Atlantique n'en possèdent que 3. Le cas des *Cystoseira*, étudiés par SAUVAGEAU, est également très net. Ces espèces sont très nombreuses en Méditerranée où on peut les considérer pour la plupart comme endémiques, mais il est possible d'établir leur filiation à partir d'espèces atlantiques ; par exemple *Cystoseira ericoïdes*, espèce atlantique qui ne pénètre en Méditerranée que sur les côtes algériennes, et qui a, par filiation, donné naissance à la *Cystoseira mediterranea* et à la *Cystoseira stricta*.

La faune

Comme on vient de le lire, la faune de la Méditerranée ne constitue pas une unité biogéographique, elle présente, au contraire, des affinités étroites avec l'océan Atlantique et le complexe mer Rouge, océan Indien, océan Pacifique. Le tableau suivant, emprunté à PERES, donne une idée de ces affinités pour deux groupes d'invertébrés marins fixés (les hydroïdes qui ont un stade pélagique de longue durée et les ascidies qui ont un stade pélagique extrêmement court) et deux groupes d'invertébrés vagiles (Crustacés décapodes marcheurs et échinodermes, la plupart à stade larvaire pélagique). Il résulte de ce tableau que ce sont les espèces de l'Atlantique Nord et les endémiques qui sont les plus largement représentées. Ces invertébrés sont également caractérisés par une proportion non négligeable

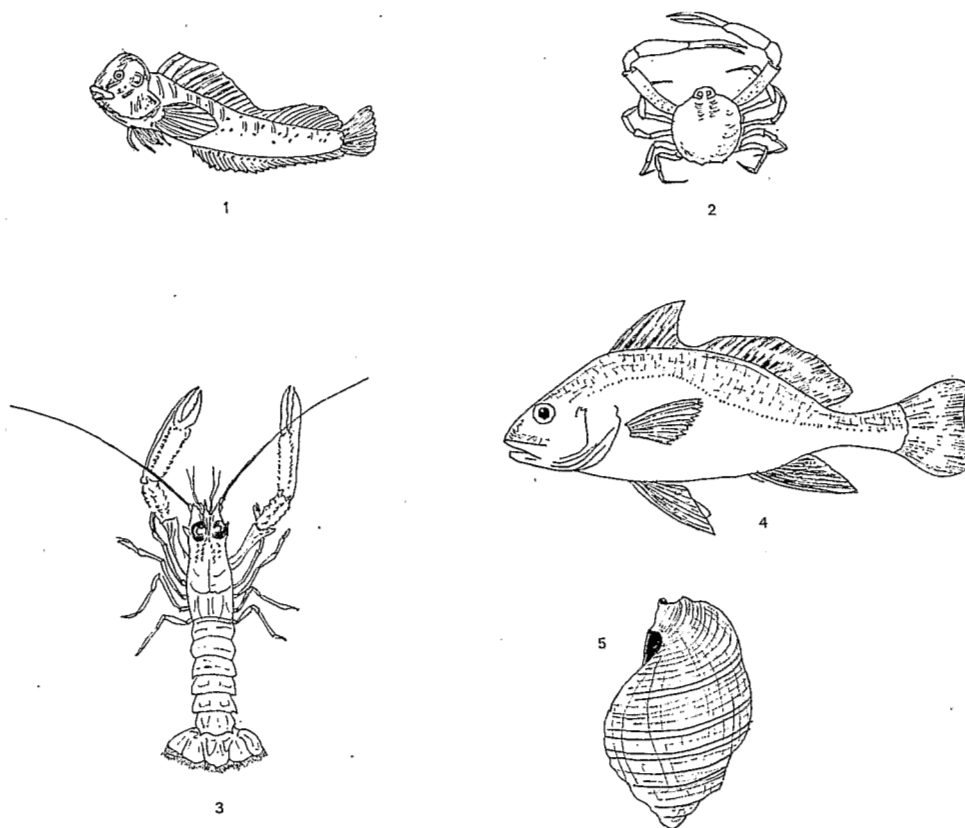
l'Atlantique Central et Sud, citons le madrépore *Cladocora patricaria*, le mollusque *Mytilus africanus* (= moule verte), l'oursin *Arbacia lixula*, le crustacé *Planes minutus* (= crabe des tortues) et des poissons comme l'ombrine de Lafont (*Umbrina lafontis* et le corbeau de mer (*Covina nigra*). A l'heure actuelle quelques espèces entrent en Méditerranée avec le courant d'eau atlantique qui passe par le détroit de Gibraltar. Elles ne s'étendent pas ou peu le long des côtes espagnoles mais vont quelquefois assez loin le long des côtes de l'Afrique du Nord ; c'est le cas du gastéropode *Trivia candidula* (= grain de café) de Madère et des Canaries qui va jusqu'aux côtes d'Oranie et du lamellibranche *Lithophaga aristata* (= datte de mer) du Sénégal, jusqu'à Malte et aux Baléares. De nombreux auteurs pensent que l'existence en Méditerranée d'une faune originaire à la fois de l'Atlantique Nord

Espèces à répartition méditerranéenne et...	Hydroïdes 192 espèces envisagées	Crustacés Décapodes Marcheurs 129 espèces envisagées	Échinodermes 107 espèces envisagées	Ascidies 132 espèces envisagées
Nord-Atlantique . . .	41,6 %	56,6 %	50 %	31,8 %
Centrale Atlantique (les deux rivages subtropicaux de l'A- tlantique)	3,6 %	2,3 %	4,6 %	1,7 %
Sénégalienne	0 %	17,9 %	14 %	2,2 %
Circumtropicale . . .	10 %	2,3 %	0,9 %	4,5 %
Indo-Pacifique (intro- duction par le canal de Suez).	0 %	3 %	0,9 %	3,2 %
Cosmopolite	17,2 %	4,6 %	2,8 %	5,3 %
Endémiques	27,1 %	13,2 %	26,1 %	50,4 %

ble d'espèces d'eau tempérée ou chaude et d'espèces cosmopolites. Il est intéressant de remarquer que pour les ascidies, organismes les moins doués de facultés de déplacement, le pourcentage plus faible d'espèces Nord-Atlantique est compensé par un pourcentage plus élevé d'endémiques (le pourcentage des endémiques est souvent en raison inverse de la mobilité des individus).

Les espèces méditerranéennes qui se rencontrent dans l'Atlantique Nord sont très nombreuses, NORDGAARD a établi qu'il y aurait 60 % d'espèces communes entre les côtes de Norvège et la Méditerranée occidentale ! Vouloir donner des exemples pour tous les groupes systématiques dépasserait le cadre de ce travail. Je citerai au hasard les mollusques *Isocardia humana* et *Pecten maximus*, le crustacé *Nephrops norvegicus* (= langoustine), le céphalopode *Allotheutis subulata* (= petit calmar) et des poissons tel *Clupea sprattus* (= sprat). Parmi les espèces que l'on retrouve dans les eaux tempérées ou chaudes de

et de l'Atlantique Sud peut s'expliquer par des variations de température des eaux méditerranéennes. Au Miocène moyen, la faune méditerranéenne est une faune de mer chaude ; au Pliocène supérieur les eaux se refroidissent, ce qui provoque une immigration d'espèces de l'Atlantique Nord surtout en Méditerranée occidentale ; cette immigration s'accroît au début du Pléistocène, le seuil de Gibraltar alors plus profond permettant le passage des courants froids ; au Pléistocène moyen, la profondeur réduite du seuil contrarie l'entrée des courants froids, la Méditerranée se réchauffe et des espèces « chaudes » viennent s'y installer. Pour PERES, ces variations paraissent résulter non de variations généralisées de la température des eaux, mais de variations de circulation des masses d'eau, cet auteur faisant justement remarquer qu'en phase dite « régressive » il y a essentiellement des introductions à partir de l'Atlantique Ouest-africain, tandis qu'en phase dite « transgressive » il y a surtout des introductions de l'Atlantique Nord-oriental.



Quelques exemples d'espèces animales endémique (1 : *Blennius pavo*), cosmopolite (2 : *Ilea nucleus*), Atlantique boréal (3 : *Nephrops norvegicus* = langoustine), Atlantique tropical (4 : *Corvina nigra* = corbeau de mer) et indo-pacifique (5 : *Cassis saburon* = casque).

La Méditerranée ne renferme que peu d'espèces à répartition indo-pacifique ; citons la polychète *Pallasia porrecta*, le gastéropode *Cassis saburon* (= casque), le crabe *Neptunus pelagicus*, l'ascidie *Amaroucium profundum* et quelques poissons comme le *Leio-gnathes klunzingeri*. Certains genres communs sont représentés par des espèces différentes comme par exemple la pieuvre *Octopus macropus* (Méditerranée) et *O. variabilis* (Japon). Citons encore une série de genres (*Maia*, *Eury-nome*, *Echinothrix*...) qui sont représentés uniquement dans la région atlanto-méditerranéenne d'une part et dans la région indo-pacifique occidentale d'autre part. D'après PERES, la répartition de ces genres peut s'expliquer aussi bien par le fractionnement de la mer Mésogéenne que par une possibilité temporaire de passage par les régions boréales à une période où les eaux présentaient des conditions favorables à cette propagation. Des possibilités temporaires de passage ont dû également exister par le cap de Bonne Espérance, ce qui expliquerait certaines affinités entre la

région atlanto-méditerranéenne et l'océan Indien occidental. Il convient de rappeler encore qu'à l'époque Helvétique, la Méditerranée communiquait avec la mer Rouge et par celle-ci avec l'océan Indien ; un certain nombre des espèces émigrées de la mer Rouge dans la Méditerranée, à cette époque, ont dû y persister. A l'époque actuelle, on assiste à l'introduction, en Méditerranée, de quelques- espèces- indo-pacifiques- immigrées par le canal de Suez, depuis son ouverture en 1869. Les plus connues sont la petite huître pintadine (*Pteria vulgaris*), les crabes *Myra fugax* et *Portunus pelagicus* et l'ophiure *Ophiactis savignyi*. Mais le passage de la faune de la mer Rouge vers la Méditerranée n'est pas chose facile en raison de la présence des lacs Amers dont la salure, très forte, atteint 75 g de sels par litre.

La Méditerranée recèle également une faune à très large répartition géographique qu'on peut qualifier de cosmopolite. C'est le cas par exemple du ruvetto (*Ruvettus pretiosus*), poisson de grande taille qui vit à des profondeurs de 500 à 800 m en Méditerranée et qu'on rencontre aussi dans l'Atlantique, à Madère, aux Canaries, à Cuba, dans des atolls du Pacifique, etc... Citons encore le poisson perroquet (*Sparisoma cretense*), le crabe *Ileia nucleus*, la polychète *Syllis gracilis*, etc...

Enfin la Méditerranée renferme une faune endémique ; citons au hasard l'holothurie *Kolga ludwigi*, le mollusque *Venericardia anticata* et le poisson *Cadus poutasson* (le poutasson des Niçois). Certains groupes présentent un nombre important d'endémiques : 50 % d'ascidies sont endémiques, 27 % d'hydroïdes, 26 % d'échinodermes, 13 % de crustacés décapodes ; certains genres ont également une prédilection pour l'endémisme, c'est le cas des blennies chez les poissons (*Blennius pavo*, *B. fluviatilis*, *B. Sphinx*, *B. nigriceps*, *B. zvonimiri*, *B. adriaticus*, *B. canevae*, *B. dalmaticus*, etc...). EKMAN avance 3 hypothèses pour expliquer l'origine des endémiques en Méditerranée : elles ont pu apparaître pendant une période d'isolement qu'aurait connue la Méditerranée à la fin du Pliocène ; elles peuvent s'être maintenues seulement en Méditerranée depuis une époque quelconque et avoir disparu des autres régions du globe en raison de changements hydrologiques d'origine climatique ; elles peuvent enfin avoir persisté depuis la fragmentation de la mer Mésogéenne.

LA VIE AU FOND : LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

Au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans les eaux des mers et des océans, les conditions de vie changent en fonction de la variation des facteurs écologiques dont les plus importants sont la lumière, l'agitation, la température et la nature du sol. Sur le fond, cela se traduit par une zonation verticale caractéristique des peuplements marins. Le Comité du Benthos de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée a défini l'unité de base de cette zonation : l'étage qui est « l'espace vertical du domaine benthique marin où les conditions écologiques, fonctions de la situation par rapport au niveau de la mer, sont sensiblement constantes ou varient régulièrement entre les deux niveaux critiques marquant les limites de l'étage. Ces étages ont chacun des peuplements caractéristiques et leurs limites sont révélées par un changement de ces peuplements au voisinage des niveaux critiques marquant les conditions limites des étages intéressés ». Dans le domaine benthique de la Méditerranée, on rencontre successivement les étages suivants :

— supralittoral ou zone d'humectation par les embruns, l'immersion y

étant exceptionnelle (Il est intéressant de remarquer, à ce sujet, que le domaine marin commence au-dessus du niveau 0) ;

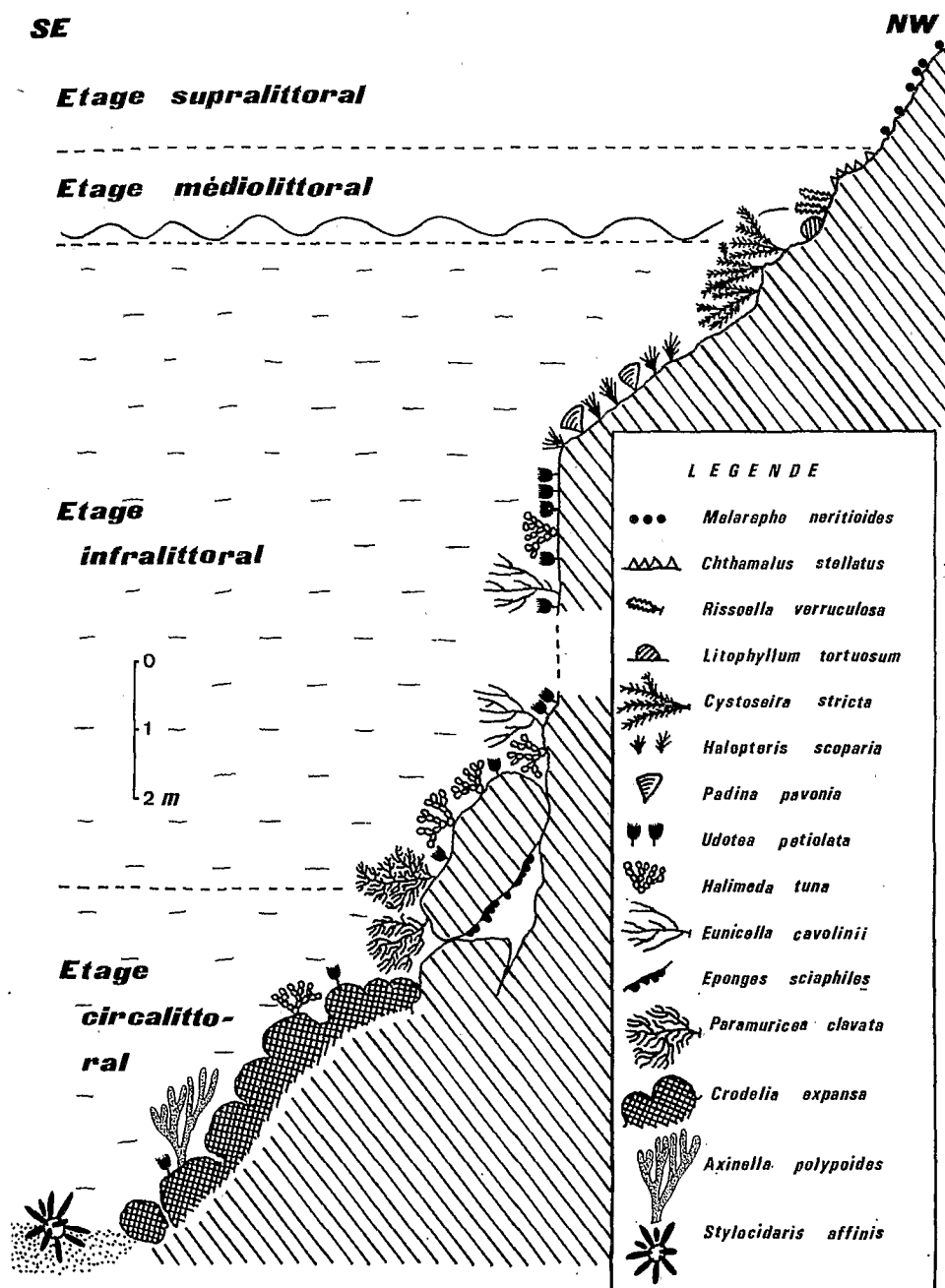
— médiolittoral ou zone d'humectation par les vagues et les marées, subdivisé en deux sous-étages, le supérieur, seulement mouillé par les vagues, l'inférieur immergé lorsque les eaux sont hautes (marée) et seulement mouillé par les vagues lorsque les eaux sont basses ;

— infralittoral ou zone constamment immergée, dont la limite inférieure est la profondeur qui est encore compatible avec la vie des phanérogames ma-

rines et des algues photophiles (algues des milieux bien éclairés) ; cette profondeur est de l'ordre de 20 à 45 m ;

— circalittoral qui s'étend au-delà jusqu'à la profondeur extrême compatible avec la vie d'algues pluricellulaires sciaphiles les plus tolérantes aux faibles éclaircissements (70 à 120 m, quelquefois plus) ;

— bathyal qui s'étend au-delà jusqu'aux plus grandes profondeurs ; dans l'océan, cet étage est souvent limité à la base du talus continental, les étages abyssal et hadal qui s'étendent plus bas sont donc absents en Méditerranée.



Étage supralittoral

a) Peuplements des substrats solides.

Ces peuplements semblent présenter, à l'échelle mondiale, une homogénéité physiologique indéniable. Ils le doivent certainement au fait que cet étage est un milieu extrêmement sévère pour les êtres vivants, brûlé par le soleil et le sel, lessivé par l'eau douce des pluies, mouillé par les embruns, desséché par le vent ; seules des espèces parfaitement adaptées peuvent y survivre. On y relève à peu près toujours des Cyanophycées plaquées sur ou vivant dans la roche, des Chlorophycées, et assez fréquemment des lichens représentant la flore, des gastéropodes Littorinidae et des crustacés Ligiidae représentant la faune. En Méditerranée, on trouve les mêmes éléments mais représentés par des espèces caractéristiques dans leur ensemble, citons le lichen noir *Verrucaria symbalana*, l'isopode *Ligia italica* et le gastéropode *Littorina neritoides* (*L. punctata* sur les côtes espagnoles et Nord-africaines) auxquelles il convient d'ajouter une petite mouche, *Fucelia maritima*, reconnaissable par ses ailes repliées l'une sur l'autre.

Les flaques d'eau supralittorales forment un biotope à part occupé en Méditerranée par des espèces caractéristiques comme le phytoflagellé *Dunaliella salina*, la ciliée *Condylostoma patens*, le coléoptère *Ochtebius lejolisi*, le crustacé *Harpacticus fulvus*, etc...

b) Peuplements des substrats meubles

Les peuplements supralittoraux de substrats meubles présentent aussi une grande uniformité à l'échelle mondiale. Les communautés sont essentiellement à base de crustacés amphipodes sauteurs auxquels s'ajoutent des éléments moins constants : divers crustacés isopodes et de nombreux insectes coléoptères détritivores ou carnivores et s'attaquant aux amphipodes.

Le peuplement des sables et sables vaseux est caractérisé en Méditerranée par les crustacés détritivores *Talitrus salinator* et *Tylos europaeus*. Le peuplement des galets est caractérisé par de nombreuses espèces, citons en particulier l'isopode *Tylos sardous*, le gastéropode *Alexia firmini* et le coléoptère *Bledius furcatus*. Dans les banquettes de feuilles de posidonies, ce sont surtout des *Orchestia* qui abondent (*O. mediterranea*, *O. montagui*, *O. platensis*).

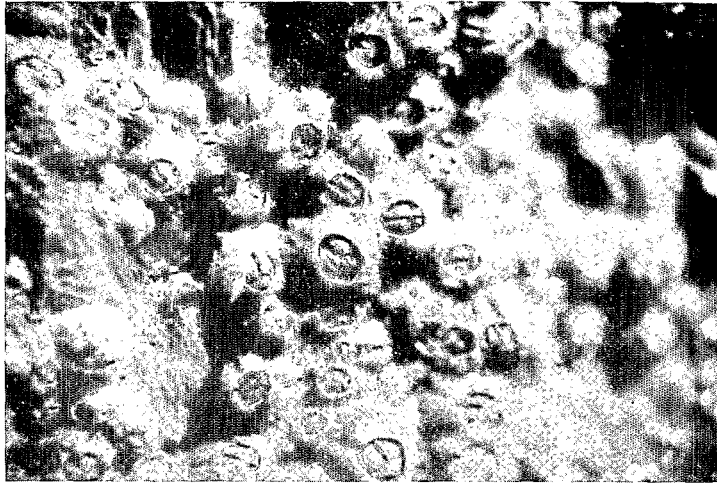
Étage médiolittoral

a) Peuplements des substrats durs

Le médiolittoral présente, à l'échelle mondiale, une indéniable uniformité dans les mers à marées faibles comme la Méditerranée. On y relève deux sous-étages superposés caractérisés par deux groupes distincts de communautés le premier à base de crustacés cirripèdes thoraciques, le second à base d'algues mélobésiées. Dans les mers à marées moyennes ou fortes, la subdivision du médiolittoral en deux sous-étages est

beaucoup moins apparente et l'étagement y est fréquemment masqué par des ceintures successives d'algues brunes ou rouges caractéristiques de cet étage.

En Méditerranée, le médiolittoral possède ses caractéristiques propres. Le sous-étage supérieur est occupé par plusieurs biocénoses rigoureusement superposées qui ne sont pas partout représen-

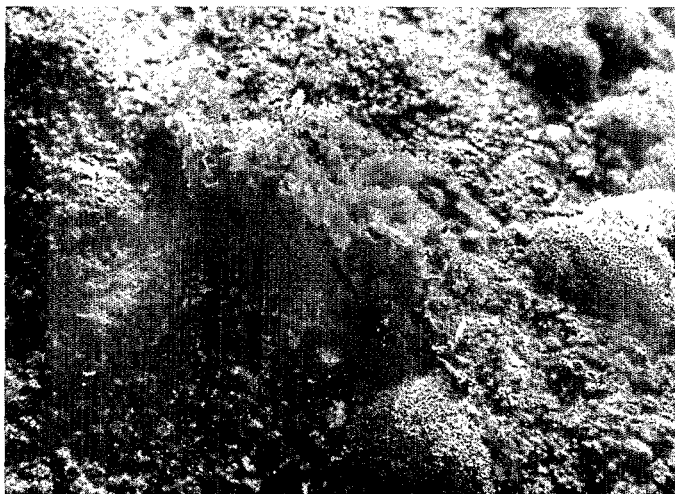


Les chthamales (*Chthamalus stellatus* et *C. depressus*) dans l'étage médiolittoral supérieur.

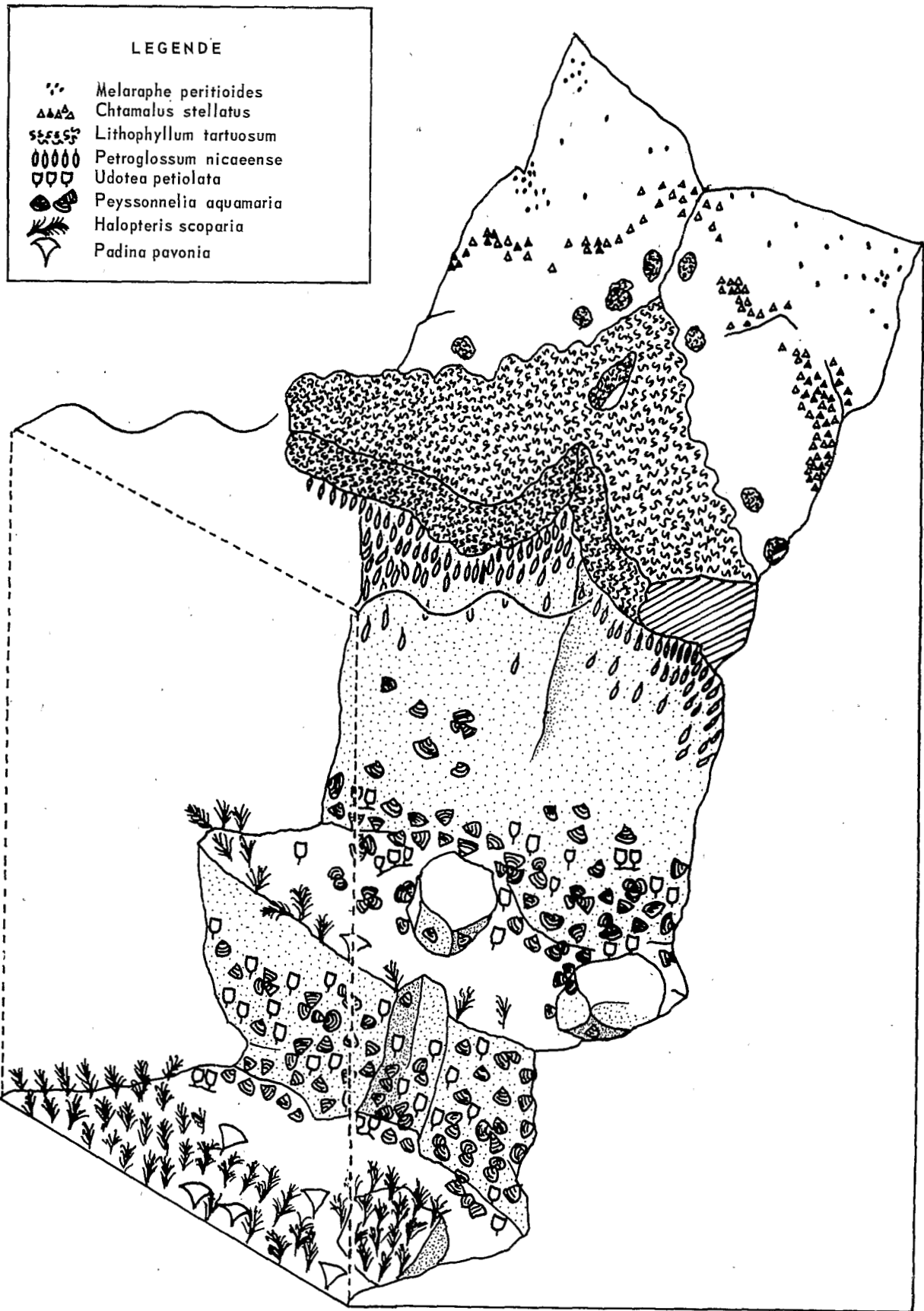
tées à cause des variations hydrodynamiques le long de la côte : la biocénose à chthamales (*Chthamalus stellatus* et *C. depressus*) en mode battu, la biocénose à *Porphyra leucosticta* (algue rouge) et *Scytosiphon lomentaria* (algue brune) en mode battu et en mode calme, la biocénose à *Rissoella verruculosa* et *Nemalion helminthoides* (algues rouges) en mode battu. En mode calme, le sous-étage est parfois occupé par la biocénose à *Enteromorpha compressa* et *Cladophora laeterivens* (algues vertes). On trouve encore bien d'autres organismes caractéristiques dans le médiolittoral supérieur ; par exemple dans toutes les

mers du monde, existe à ce niveau des gastéropodes patelliformes friands des Cyanophycées épi- et endolithes comme *Patella lusitanica* et *P. ferruginea* en Méditerranée.

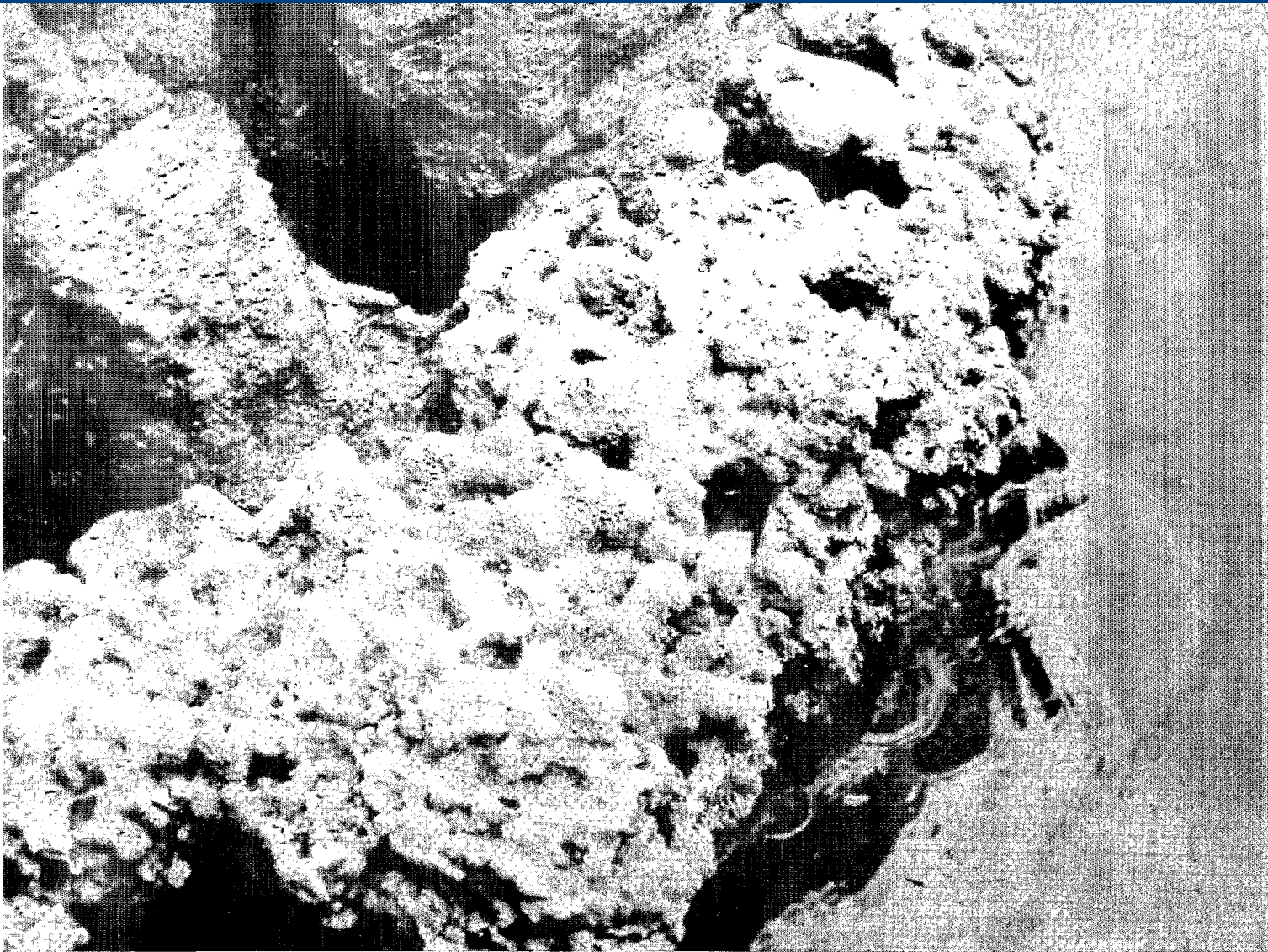
Le médiolittoral inférieur est, pour une large part, caractérisé, dans les mers à marées faibles, par des communautés à base d'algues calcaires Mélobésiées. Les Mélobésiées les plus caractéristiques en Méditerranée sont le *Neogoniolithon notarisii*, fréquent un peu partout en Méditerranée et qui a l'aspect de petites pustules blanchâtres ou roses pouvant former un placage continu par confluence,



Rissoella verruculosa (au centre) et coussinets de *Lithophyllum tortuosum* (en bas et à droite) dans l'étage médiolittoral.



Bloc diagramme représentant une portion de côte rocheuse ; on remarque, vers le haut, un encorbellement à *Lithophyllum tartuosum*. Les diverses biocénoses sont représentées schématiquement par la ou les espèces dominantes.
(D'après AUGIER et BOUDOURESQUE).



Le trottoir à *Lithophyllum tortuosum*.

le *Lithophyllum tortuosum* qui a l'aspect de boules hémisphériques méandriiformes et qui est propre au bassin occidental et le *Lithophyllum papillosum* formant un placage maneloné dont la répartition est assez restreinte. Dans les secteurs ombragés très battus et à ressac important, les coussinets de *Lithophyllum* deviennent confluent et édifient des encoberbellements surplombants larges parfois de plus de 2 m, connus sous le nom de « trottoir ». A ces algues calcaires qui sont l'élément fondamental, s'ajoutent d'autres éléments caractéristiques : des algues non calcifiées comme la Chlorophycée *Bryopsis muscosa* et les Rhodophycées *Laurencia undulata* et *Gastroclonium clavatum* ; des gastéropodes patelliformes comme *Patella aspera*, etc... Les faciès de cette biocénose sont assez nombreux : faciès à *Ralfsia verrucosa* (Phéophycée) un peu partout en Méditerranée ; faciès dégradé dans Mélobésiées où peut abonder la Cyanophycée *Rivularia atra*, un peu partout en Méditerranée ; faciès nitrophile à *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophycée) dans les eaux de mode calme plus ou moins polluées ; faciès à *Nemoderma tingitanum*, algues brune encroûtante surtout répandue dans le bassin occidental ; faciès à *Hydroclathrus clathratus* en divers points

de l'archipel grec d'après HUVÉ ; faciès à *Pollicipes cornucopiae* (Cirripède) localisé en divers points battus de la côte algérienne ; faciès des grottes et crevasses à *Hildenbrandia prototypus* (Rhodophycée) ; etc...

b) Peuplements des substrats meubles.

Dans la région atlanto-méditerranéenne, les sables sont occupés par divers organismes, dont en particulier des annélides et des crustacés. En Méditerranée, le peuplement des sables est caractérisé par les deux vers polychètes *Ophelia radiata* et *Eurydice affinis* ainsi que par le pélécy-pode *Mesodesma corneum*.

Les vases, riches en Cyanophycées, renferment des polychètes surtout de la famille des Nereidae. Deux faciès se présentent fréquemment, celui à *Salicornia herbacea* (Phanérogame annuelle) quand il y a sursalure, celui à *Juncus maritimus* (Phanérogame vivace) quand se manifeste une diminution de la salinité.

Les galets enfin sont occupés par divers organismes dont deux crustacés caractéristiques en Méditerranée : l'amphipode *Gammarus olivii* plus abondant lorsque les galets sont petits et l'isopode *Sphaeroma serratum* dominant quand les galets sont gros.



Peuplement à *Acetabularia mediterranea*.



Dasycladus claeiformis, algue verte à affinité subtropicale qui peut abonder dans les eaux tièdes de l'étage infralittoral.

Étage infralittoral

Cet étage, remarquable bionomiquement par l'exubérance de la flore, est sans aucun doute celui qui présente les aspects les plus divers.

a) Peuplements des substrats solides.

Dans l'infralittoral, la répartition des peuplements est fonction du découpage du terrain (souvent en mosaïque) sous l'influence des trois facteurs écologiques principaux que sont l'éclairement, l'hydrodynamisme et le degré de pollution. Il va de soi que dans cet étage, relativement peu profond, ce sont les peuplements photophiles qui dominent sauf dans des biotopes restreints d'éclairement réduit pour des raisons topographiques qui sont alors occupés par des peuplements sciaphiles.

En eau pure et en mode battu se développe en Méditerranée occidentale, le peuplement à *Cystoseira stricta*, algue brune de grande taille qui peut être remplacée localement (Gênes, Naples, Baléares, etc...) par sa vicariante *Cystoseira mediterranea*. Physionomiquement, on ne voit pratiquement que la cystoseire qui représente 80% de la biomasse du peuplement. Dans une étude réalisée sur 20 relevés, BELLAN a recueilli, dans ce peuplement, 179 espèces (dont 46 d'algues) en général de petite dimension, vivant sur les frondes des cystoseires ou à leur base. Dans le bassin oriental, on trouve assez fréquemment, dans les biotopes superficiels battus, un peuplement dense à *Tenarea undulosa* et *Lithophilum trochanter* (algues calcaires). Enfin, dans les portions de la Méditerranée où les eaux ne subissent pas un trop fort refroidissement l'hiver, on trouve assez fréquemment un peuplement très superficiel, à l'extrême limite de cet étage, caractérisé par l'abondance du gastéropode *Vermetus cristatus* (= Vermet). La confluence des tubes calcaires du vermet conduit à l'édification de « plates-formes », « margelles » et « corniches » qui ont été étudiées en détail, en Corse, par Roger MOLINIER.

En eau pure et en mode calme (ou à partir d'une certaine profondeur lorsque le mode est battu, l'agitation s'atténuant très vite avec la profondeur), les biotopes photophiles sont occupés par de très nombreux peuplements, ayant chacun leurs caractères propres, groupés pour certains auteurs en une vaste biocénose photophile ou composant, pour d'autres, plusieurs biocénoses distinctes. C'est la raison pour laquelle je désignerai ces entités sociologiques par le seul vocable de « peuplements » sans faire, ici, la distinction entre biocénoses et faciès. On y rencontre :

— le peuplement à *Cystoseira crinita* (Méditerranée occidentale, Adriatique, Grèce) souvent associé à *Cystoseira elegans* ;

— le peuplement à *Cystoseira fimbriata*, dans toute la Méditerranée ;

— le peuplement à *Halopteris scoparia* et *Cladostephus verticillatus*, Phéo-

phycées abondantes au fond des cuvettes profondes communiquant avec la mer ;

— le peuplement à *Halopytis incurvus* (Rhodophycée), là où l'apport exogène de sédiments est important ;

— le peuplement à *Alsidium helminthochordon*, algue rouge souvent associée à l'algue brune *Padina pavonia* ;

— le peuplement à *Acetabularia mediterranea*, Chlorophycée souvent abondante sur les substrats instables, dans toute la Méditerranée ;

— le peuplement à *Dasycladus claviformis*, Chlorophycée à affinité subtropicale qui peut abonder dans les secteurs les plus tièdes de la Méditerranée ;

— le peuplement à *Spatoglossum sohierii* et (ou) *Phyllaria reniformis*, Rhéophycées qui peuvent descendre assez profondément jusqu'à 35-40 m en Méditerranée occidentale (France, Espagne, Algérie, Corse) ;

— le peuplement à *Sargassum hornschuchii*, algue brune préférentielle des hauds fonds sous-marins culminant à des profondeurs de l'ordre de 15-30 m ;

— le peuplement à *Laurencia obtusa*, Rhodophycée particulièrement développée sur substrat solide organique comme les matras mortes de posidonies ;

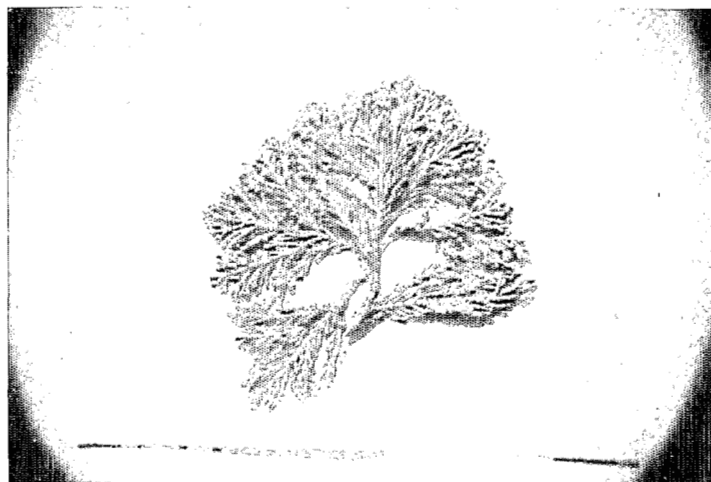
— le peuplement à *Dilophus fasciola* variété *repens*, abondant sur les replats de certains fonds battus ou semi-battus ;

— le peuplement à dominance de Dictyotales : *Dictyopteris membranacea*, *Phyllaria reniformis*, *Dilophus spiralis*, *Taonia atomaria*, *Dictyota dichotoma* ;

— le peuplement à *Lithophyllum incrustans* (Rhodophycée calcaire) et *Arbacia lixula* (Oursin noir) qui se développe partout où les algues non calcifiées ne peuvent pas s'établir pour les raisons les plus diverses (broutage des algues par les oursins, projection de sédiments sur la roche par mauvais temps, etc...) ;

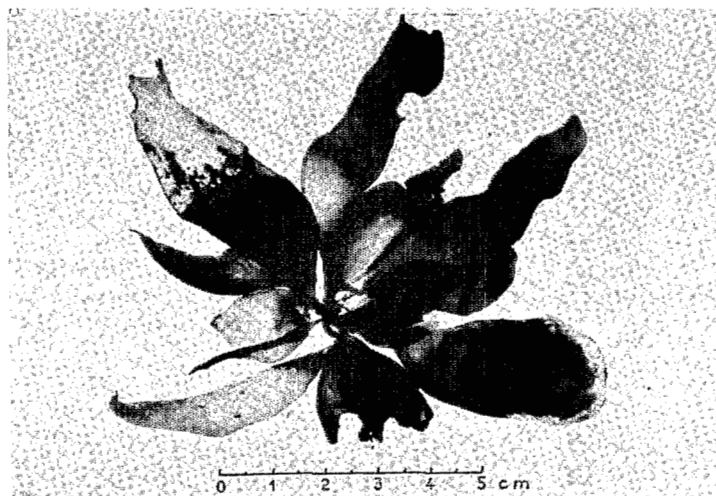
— le peuplement à *Lithophyllum byssoides* décrit sur les côtes occidentales du Cap Corse par MOLINIER et qui existe aussi sur les côtes d'Algérie.

Les eaux à turbidité et pollution moyennes sont occupées par des peuplements moins nombreux que ceux des eaux pures. Dans les secteurs battus prospère la moulière à *Mytilus galloprovincialis* (moule de Méditerranée) ; cette formation existe également en eau pure sous le peuplement à *Cystoseira stricta*, mais en eau polluée elle prend une extension considérable et élimine complètement les *Cystoseira stricta*. BELLAN a d'ailleurs démontré que le cortège floristique et faunistique de cette espèce est qualitativement et quantitativement différent en eau pure et en eau polluée. Plus profondément ou sur les substrats superficiels de mode plus calme s'installe le peuplement à corallines (*Corallina mediterranea* et *C. officinalis*). Ce peuplement peut également exister localement en eau pure et



La Rhodophycée calcaire *Corallina mediterranea* de l'étage infralittoral.

en sous-strate du peuplement à *Cystoseira stricta* mais là encore son extension territoriale est plus réduite et sa composition faunistique et floristique différente. Finalement les corallines, comme les moules, sont des organismes tolérants des conditions de milieu variées ; ceci explique qu'ils restent dans leur biotope originel lorsque la turbidité ou la pollution augmente, en y prenant très souvent une extension considérable due à la disparition des espèces concurrentes moins adaptées. En mode calme, sur les substrats solides qui ont une teneur élevée en matières organiques comme par exemple au débouché des égouts ou au voisinage des ports, on observe généralement un peuplement à base de Chlorophycées tolérantes comme *Ulva lactuca* (Laitue de mer) et diverses entéromorphes (*Enteromorpha compressa*, *E. linza*). Dans une étude faite sur 10 relevés réalisés dans la région marseillaise, BELLAN a dénombré, dans ce peuplement, 106 espèces différentes dont 10 algues, 41 crustacés et 22 mollusques et polychètes. Ce peuple-



L'algue brune *Petalonia fascia* des biotopes à turbidité et pollution moyennes et à éclaircissement légèrement atténué.

ment présente un avantage considérable, celui de déceler instantanément une pollution locale. Dans les secteurs moins éclairés et où l'eau est légèrement agitée peut s'installer le peuplement à *Petalonia fascia* décrit par FELDMANN sur la côte des Albères et que j'ai retrouvé à Agde et sur la Côte d'Azur. Enfin un peuplement très particulier existe dans le détroit de Messine, caractérisé par l'algue brune *Saccorhiza polyschides*, espèce atlantique probablement importée accidentellement et qui prospère grâce au brassage des masses d'eau dans le détroit de Messine qui rafraîchit les eaux superficielles en été.

D'après PERES, les peuplements des eaux portuaires polluées présentent, dans les grandes lignes, une assez grande homogénéité à l'échelle mondiale. Ils sont souvent relativement pauvres en végétation (la flore est représentée ordinairement par des bactéries, des Cyanophycées, des entéromorphes, des céramiales et des bangiales) et à dominance animale. Telle est par exemple, dans les ports méditerranéens, la communauté à *Balanus amphitrite* (crustacé fixé) et *Ciona intestinalis* (ascidie), signalée par PERES, qui montre toujours en abondance les hydrides *Tubularia mesembryanthemum* et *Ventroma halecioides*, le bryzoaire *Bugula neritina*, le polychète *Hydroides norvegica*, les mollusques *Amycla corniculum* et *Cardium exiguum*, l'ascidie *Styela plicata*, etc... Ces organismes constituent un fond commun largement réparti d'espèces très tolérantes vis-à-vis des facteurs ambiants et par conséquent non seulement nitrophiles mais aussi euryhalines, euryioniques et eurythermes. Le milieu portuaire est en effet un milieu très complexe qui reflète différentes tendances et conditions biologiques : eau polluée, mode calme, substrat souvent artificiel, températures extrêmes en raison de la faible circulation de l'eau, bouleversements imprévisibles du milieu par apport excessif d'eau douce ou de polluants, nombreux microbiotopes sciaphiles de topographie. Au stock d'espèces cosmopolites caractéristiques s'ajoute un nombre plus ou moins important d'espèces tolérantes caractéristiques de la province biogéographique dans laquelle on se trouve (cette juxtaposition est nettement mise en évidence par le travail de LEUNG TACK-KIT dans le port de Marseille).

Les biotopes sciaphiles de l'étage infralittoral sont occupés par deux biocénoses foncièrement différentes. La biocénose à *Pétroglossum nicaeense* et à *Plocamium vulgare* (Algues rouges) se localise dans les secteurs très fortement battus par les vagues et près de la surface, dans les petites cavités et les fissures des roches et de l'encorbellement à *Lithophyllum tortuosum*, sur les tombants des falaises très ombragées, sur les surplombs et quelquefois en sous-strate des *Cystoseira stricta*. La biocénose à *Udotea petiolata* (Chlorophycée) et *Peyssonnelia squamaria* (Phéophycée) occupe les biotopes sciaphiles de mode calme. Ce dernier peuplement trouve son optimum de développement dans le circalittoral.

b) Peuplements des substrats meubles

On peut les répartir en deux ensembles distincts : les communautés avec végétation bien développée et les communautés sans végétaux apparents qui peuvent s'installer sur galets, sur sables ou sur vases.

1. — Communautés sans végétaux apparents.

Le peuplement des galets, localisé dans les criques de côtes rocheuses plus ou moins battues, est caractérisé par deux crustacés détritivores *Melita palmata* et *Allochestes aquilinus* qui se nourrissent des débris organiques déposés par la mer entre les galets et qui servent de nourriture à un poisson prédateur le *Gouania wildenowii*.

Les étendues sableuses sont occupées par un grand nombre de peuplements parmi lesquels nous citerons les plus caractéristiques :

— le peuplement caractérisé par les mollusques pélicépodes *Donax semistriatus*, *D. trunculus*, *Tellina tenuis*, *Lentidium mediterraneum*, le gastéropode *Cyclonassa donovani*, les crustacés *Idotea baltica* et *Iphinoe inermis*, l'oursin *Echinocardium mediterraneum* ; c'est ce que PICARD appelle biocénose des sables fins des hauts niveaux (SFHN), située entre 0 et 3 mètres de profondeur et soumise épisodiquement à une certaine agitation par les vagues et la houle ;

— le peuplement, caractérisé par les mollusques pélicépodes *Loripes lacteus*, *Tapes aureus*, *T. decussatus*, les vers *Golfingia vulgare*, *Aricia foetida*, *Paraonis lyra*, le décapode *Upogebbia pusilla*, s'établit à des profondeurs identiques à la biocénose SFHN mais en mode plus calme et avec un sable nettement mêlé de vase. C'est la biocénose des sables vaseux en mode calme (SVMC) décrite en Méditerranée par PERES et PICARD. En Sardaigne et en Tunisie, ce peuplement présente un faciès à *Pirenella conica* (gastéropode) qui devient dominant en milieu pollué ;

— le peuplement caractérisé par les mollusques *Montacuta ferrugina*, *Cardium tuberculatum*, *Venus gallina*, *Donax venustus*, *Tellina pulchella*, les gastéropodes *Neverita josephina* et *Nassa mutabilis*, les crustacés *Iphinoe trispinosa*, *Crangon crangon*, les poissons *Gobius microps* et *Callionymus belenus*, etc... Ce peuplement correspond à la biocénose des sables fins terrigènes bien calibrés (SFBC) ; il occupe souvent d'énormes superficies le long des côtes basses et dans le fond des larges baies, entre 2 et 25 mètres de profondeur, en Méditerranée occidentale comme en Méditerranée orientale ;

— le peuplement caractérisé par les pélicépodes *Venericardia antiquata*, *Cardita trapezia*, *Venus verrucosa* et *Donax politus*. Ce peuplement des sables infralittoraux mal calibrés (SIMC) s'installe sur un sable peu vaseux dont la fraction organogène l'emporte généra-

lement sur la fraction terrigène. Le SIMC occupe par exemple les inter-mattes sableuses de l'herbier de *Posidonia oceanica* ;

— le peuplement caractérisé par l'algue calcaire *Lithophyllum racemus*, le madréporaire libre *Sphenotrochus intermedius*, les échinodermes *Ophiopsila annulosa* et *Echinocardium fenaxi*, les mollusques *Venus casina*, *Psammobia costulata*, le scaphopode *Dentalium vulgare*, les vers *Armandia polyophtalma* et *Sigalion squamatus*, les crustacés *Anapagurus breviaculeatus* et *Ciroloma gallica*, le céphalocordé *Branchiostoma lanceolatum*, le poisson *Gymnammodytes cicerellus*. Ce peuplement correspond à la biocénose des sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courantes de fond (SGCF) ; il se développe aussi bien dans l'infralittoral que dans le circalittoral (jusqu'à 80 mètres de profondeur) sur le parcours de courants de fonds.

Les vases portuaires, les vases dé-cantées au voisinage des égouts ou des estuaires pollués sont caractérisées par l'abondance des annélides dont les deux les plus fréquentes sont *Capitella capitata* et *Magellona papillicornis*.

2. — Communautés avec végétation bien développée.

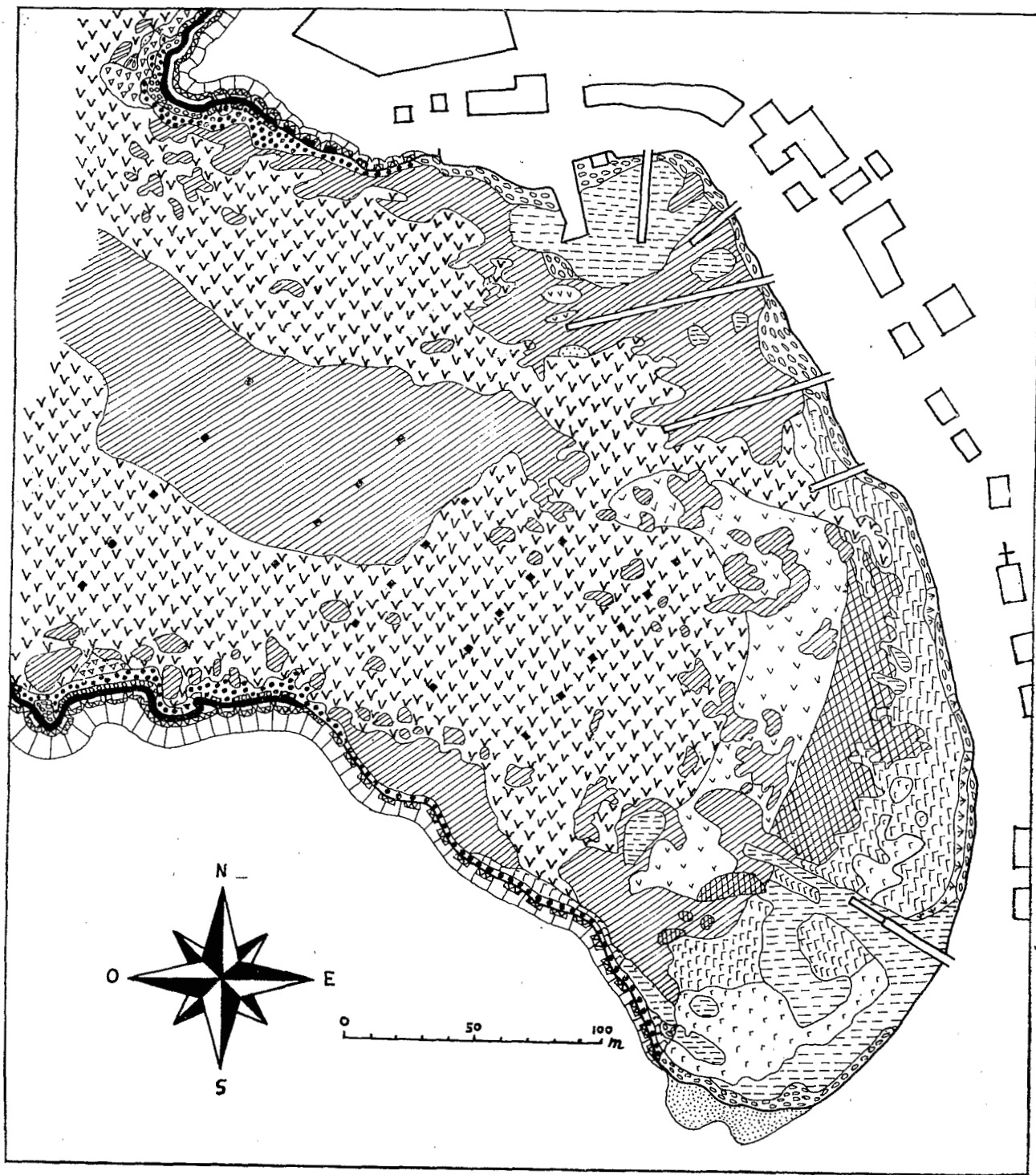
Les peuplements sont soit à base d'algues, soit à base de phanérogames

marines de la famille des Zostéracées (Monocotylédones).

Le type le plus connu de peuplement à base de Zostéracées est sans conteste l'herbier de *Posidonia oceanica*. Il occupe une part parfois importante de l'étage infralittoral et n'existe qu'en Méditerranée et au sud de l'Australie. La posidonie est une plante à fleur avec racines, rhizomes et feuilles comme n'importe quelle phanérogame terrestre. En Provence, ces plantes ne fleurissent que très rarement. J'ai eu le privilège, il y a quelques années, d'en composer un bouquet sur le rivage voisin d'Anthéor (Alpes-Maritimes). Les feuilles longues et étroites des posidonies forment un véritable piège à sédiments ; les particules retenues tendent à ensevelir les rhizomes qui réagissent par une croissance verticale. Ce phénomène, étudié par MOLINIER et PICARD, conduit à un lent exhaussement du « fond ». Il en résulte une tendance à l'émersion dans les herbiers superficiels qui peuvent aboutir, si le mode est assez calme (baies) à l'édification de ce qui a été appelé un « récif barrière », particulièrement caractéristique en Méditerranée, qui isole vers l'arrière une lagune. L'un des plus beaux récifs barrières se trouve dans le Parc National de l'Île de Port-Cros (France). Quelquefois, par endroits, l'herbier se dégrade laissant la place soit à des « mattes mortes » plus ou moins parsemées de



Plongeurs dans l'herbier de *Posidonia oceanica*.



L É G E N D E

	<i>Verrucario-Melaraphetum neritoides</i>		Galets
	<i>Chthamalellum stellati</i>		Sables Fins bien calibrés (S.F.B.C.)
	<i>Nemato-Rissoelletum verrucosae</i>		<i>Cystoseiretum strictae</i>
	<i>Neogoniolitho-Lithophylletum tortuosi</i>		Facès à <i>Padina pavonia</i>
	Sable émergé		Facès à <i>Cystoseira</i>
	Prairie de <i>Cymodocea</i> à vitalité réduite		<i>Cystoseiretum crinitae</i>
	Prairie de <i>Cymodocea</i> très développée		Matte morte de <i>Posidonies</i>
	Pelouse à <i>Zostera noltii</i>		Récif-barrière de <i>Posidonies</i>
	Facès sans épiflore		Herbier de <i>Posidonies</i> à vitalité réduite
	Sables Vaseux en Mode Calme (S.V.M.C.)		Herbier de <i>Posidonies</i> à vitalité normale

Un exemple de cartographie sous-marine : carte des peuplements benthiques de la base de Port-Cros. (D'après AUGIER et BOUDOURESQUE).

posidonies encore vivantes, soit à des mattes mortes ensablées, soit à des intermattes sableuses où l'herbier est complètement érodé. L'herbier de posidonies a une importance biologique et économique considérable en Méditerranée ; ces vastes prairies abritent en effet une flore et une faune remarquablement riche : peuplement hypogé du sédiment, peuplement vagile ou sédentaire des rhizomes, peuplement sessile ou sédentaire des feuilles, espèces vagiles (en particulier crustacés et poissons) qui y trouvent à la fois l'abri, la nourriture est une excellente frayère pour leur reproduction.

Sur les sables vaseux dont l'humidification lui est propice, s'installe la pelouse à *Cymodocea nodosa*, autre Zostéracée dont les rhizomes à croissance horizontale s'entrelacent et s'entrecroisent pour former par endroit un véritable tapis. En Méditerranée orientale, une autre phanérogame, *Halophila stipulacea*, se surimpose aux cymodocées allant même parfois jusqu'à leur élimination complète. Sur les sables souvent à forte proportion de vase et à faible profondeur s'établit une autre pelouse à *Zostera noltii*. Les étangs saumâtres enfin sont souvent occupés par un peuplement à *Ruppia maritima*.

Parmi les communautés à base d'algues, on peut citer :

- le peuplement à *Caulerpa prolifera* (Chlorophycée) qui peut s'installer aussi bien sur sables vaseux à quelques centimètres de profondeur que sur des sables ou graviers et même sur des vases molles terrigènes à plusieurs dizaines de mètres de profondeur (STEUER a même signalé cette espèce à 150 mètres de profondeur au large d'Alexandrie) ;

- le peuplement à *Caulerpa scalpelliformis* au large des côtes d'Israël, du Liban et de la Syrie ;

- le peuplement à *Caulerpa ollivieri* et *Penicillus mediterraneus* qui s'installe dans certaines portions chaudes de la Méditerranée ;

- le peuplement à *Arthrocladia villosa* et *Sporochnus pedunculatus*, Phéophycées annuelles à développement estival, qui s'établit sur les fonds de graviers, petits cailloux et coquilles brisées entre 20 et 50 mètres de profondeur.

Étage circalittoral

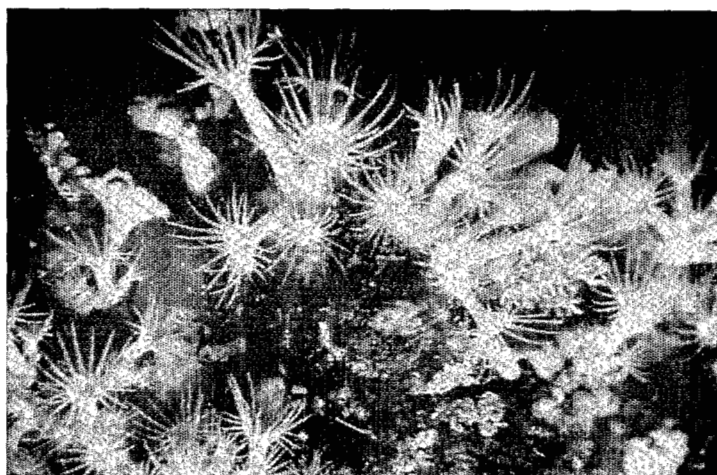
a) Les substrats durs.

Le peuplement le plus connu en Méditerranée est celui que l'on appelle « coralligène » ainsi nommé parce que le corail (*Corallium rubrum*) utilisé en bijouterie en est un des éléments qui n'est d'ailleurs ni dominant ni constant et qui régresse constamment à cause de la cueillette intensive pratiquée par les « pirates du corail ». Ce peuplement présente 3 caractères principaux : il est lié aux substrats durs originels ou issus d'un concrétionnement sur substrat

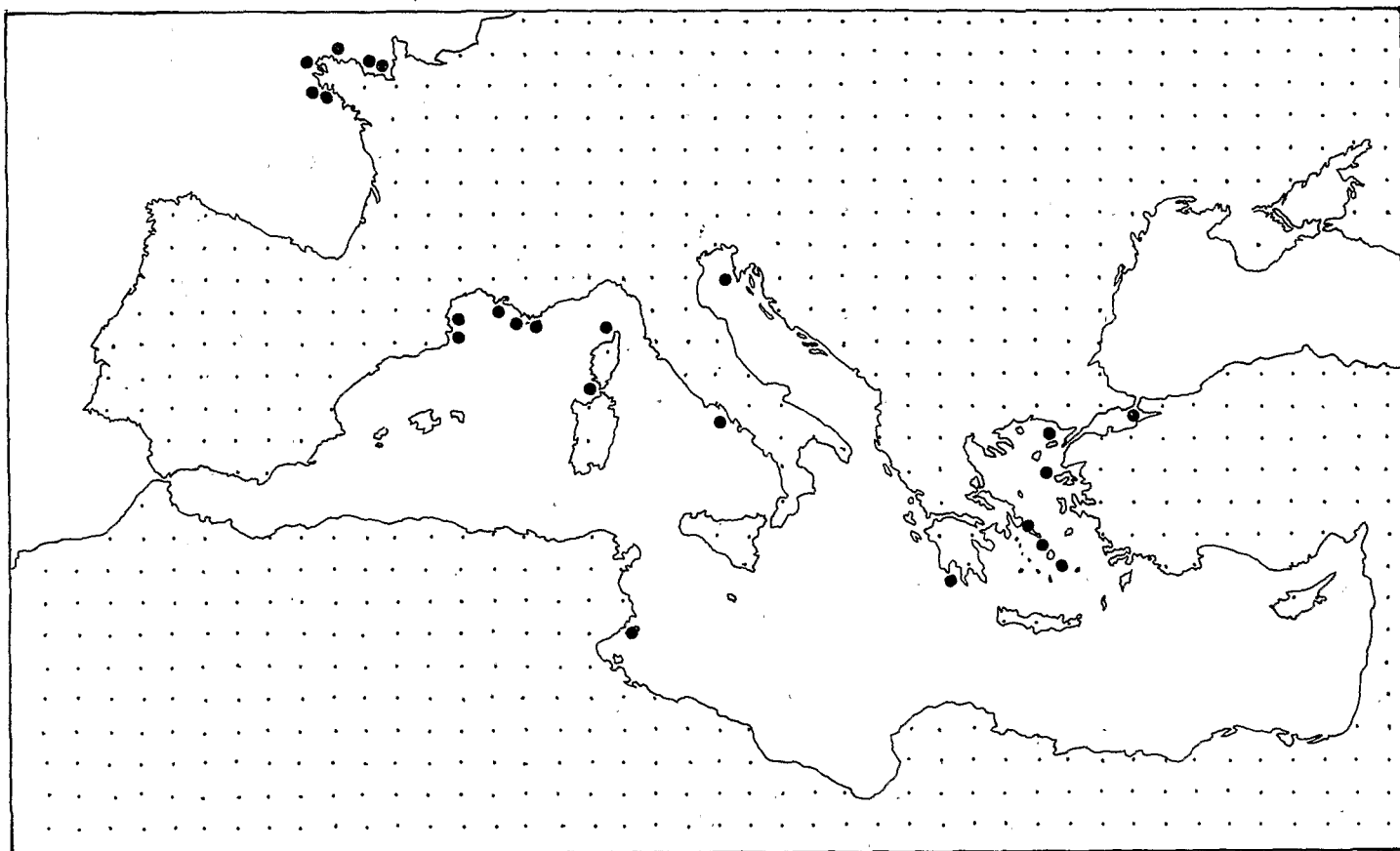
meuble ; il est nettement sciaphile et à forte participation végétale ; il comprend de nombreux organismes secréteurs de calcaire (des algues surtout) donnant des concrétionnements spectaculaires aux formes et aux couleurs d'une rare beauté. La fraction algale de ce peuplement sciaphile a été minutieusement étudiée par BOUDOURESQUE en Méditerranée occidentale. Parmi les très nombreuses espèces caractéristiques citons au hasard parmi les algues *Pseudolithophyllum expansum*, *Peyssonnelia polymorpha*, *Crodedia expansa*, *Zostrocarpus oedogonium*, *Seirospora apiculata*, *Rodriguezella strafforelli*, *Spermothamnium johannis*, etc., parmi les animaux de nombreuses éponges (*Axinella*...), des cnidaires (*Muricea chameleon*...), des vers (*Eunice siciliensis*...), des bryozoaires (*Myriozeugma truncatum* = faux corail...), des crustacés (*Lissa chiragra*), etc... Le coralligène peut se trouver dans des stations de deux types différents : le coralligène de « plateau » dans lequel le substrat dur est obtenu par un concrétionnement biologique sur un fond meuble à l'origine ; le coralligène « d'horizon inférieur de la roche littorale », soit au pied des falaises sous-marines, soit sur des surfaces rocheuses émergeant du sédiment. Dans le bassin occidental le coralligène de plateau ne dépasse pas 70 mètres ; en Méditerranée orientale, il atteint couramment 120 mètres et parfois 140 mètres. Dans ce secteur, le coralligène présente également quelques particularités : abondance d'espèces à affinités subtropicales (l'étoile *Hacelia attenuata*, l'ascidie *Rhodospira verecundum*, l'oursin *Centrostephanus longispinus*...), raréfaction des grands bryozoaires, disparition des alcyonaires. Le coralligène est susceptible de se diversifier en de nombreux faciès qu'il est impossible de détailler ici.

Les roches du large situées au voisinage de la rupture de pente du plateau continental sont occupées par un peuplement à base de grandes éponges souvent dressées (*Poecillastra compressa*, *Phakellia ventralabrum*, *Rhizaxinella pyrifera*...), du madréporaire jaune *Den-*

drophylla cornigera auxquels il convient d'ajouter un nombre important d'espèces animales, surtout des cnidaires et des bryozoaires. Enfin des peuplements originaux, exclusivement à base d'espèces animales, occupent les grottes et boyaux à obscurité réduite ou totale, particulièrement bien étudiés par LABOREL et VACELET : peuplement à *Petrobiona massiliana* (Eponge), peuplement à *Parazoanthus axinellae* (Zoanthaire) et *Corallium rubrum*, etc...



Le zoanthaire *Parazoanthus axinellae* des milieux sciaphiles.



Localisation des fonds de maerl sur les côtes de France et en Méditerranée. (D'après JACQUOTTE).

b) Substrats meubles

Les fonds meubles sont constitués soit d'apports terrigènes, soit de matériel organogène formé essentiellement à partir d'organismes benthiques.

Le peuplement le plus connu en Méditerranée correspond à la biocénose des fonds détritiques côtiers (DC) qui s'installe toujours sur un gravier organogène dont les interstices sont partiellement colmatés par une fraction sablo-vaseuse. De la liste de 45 caractéristiques exclusives dressée par PICARD, on peut extraire : les algues *Cryptonemia tumaeformis*, *Lithothamnium calcareum*, *L. fruticulosum* ; les échinodermes *Astropecten irregularis*, *Anseropoda placenta*, *Genocidaris maculata* ; les péléciopodes *Modiolus phaseolus*, *Tellina donacina*, *Abra prismatica*, *Pecten jacobaeus* ; le gastéropode *Turritella triplicata* ; les vers *Ditrupa arietina*, *Hermione hytrix* ; les crustacés *Anapagurus laevis*, *Ebalia tuberosa* ; l'ascidie *Microscopus vulgaris* ; etc... En Méditerranée, les fonds détritiques côtiers peuvent présenter plusieurs faciès, parmi lesquels :

- le faciès à *Vidalia volubilis*, Rhodophycée souvent associée à une autre algue rouge, *Rythiplaea tinctoria*, surtout en Méditerranée orientale ;
- le faciès à peyssonnelles libres (*Peyssonnelia polymorpha*, *P. harveyana*) ;
- les faciès du maerl, bien connus en Bretagne, composés d'algues calcaires ramifiées, libres sur le fond : *Lithothamnium calcareum* et *L. coralioides*. En Méditerranée occidentale, ce faciès prospère entre 25 et 60 m, exceptionnellement plus bas, dans le bassin oriental on le trouve jusque vers 70-100 m, quelquefois plus profondément (180 m) et,

à partir de 60 m, s'y installe en abondance la Chlorophycée *Palmophyllum crassum*.

Les zones d'envasement du DC (par exemple à proximité de l'embouchure des cours d'eau) sont occupées par une biocénose particulière dite des fonds détritiques envasés (DE). La DE comprend de nombreuses caractéristiques, parmi lesquelles l'éponge *Raspaila viminalis*, le vers *Aphrodite aculeata*, le crustacé *Cirrolana neglecta*, l'holothurie *Pseudothyone raphanus*...

Au large, le DC occupe la partie inférieure du circalittoral partout où il n'y a pas envasement intense ; la biocénose qui s'y développe est dite des fonds détritiques du large (DL). Citons quelques unes des caractéristiques données par PICARD : le péléciopode *Astarte sulcata*, le scaphopode *Dentalium panormum*, le crustacé *Lophogaster typicus*, l'échinoderme *Ophiura carnea*... Dans le bassin oriental le DL est souvent peu développé.

À côté du DE, les substrats meubles comprennent également une communauté des vases terrigènes côtières (VTC) étudiées par PICARD qui donne parmi les caractéristiques strictes : le cnidaire *Virgularia mirabilis*, l'holothurie *Oersterzenia digitata*, de nombreux péléciopodes dont *Abra nitida*, de nombreux polychètes dont *Phyllodoce lineata*, *Nereis longissima* et *Goniada maculata*, les poissons *Coecula imbertis* et *Gobius lesouerei*.

Étage épibathyal

La zone profonde de la Méditerranée présente des particularités tout à fait re-

marquables qui découlent, pour une large part, de la faible profondeur du détroit de Gibraltar par rapport à la profondeur relativement importante de la Méditerranée. Le seuil de Gibraltar empêche en effet la pénétration des eaux froides profondes de l'Atlantique ce qui se traduit dans le bassin méditerranéen, par une homothermie généralisée d'environ 13° depuis 350 m (Profondeur du seuil de Gibraltar) jusqu'aux plus grandes profondeurs. Par ailleurs, les conditions nutritionnelles dans les grands fonds méditerranéens sont assez précaires en raison d'une circulation profonde déficiente et de la pauvreté relative des ressources minérales et organiques de cette mer. Les organismes des étages profonds de l'Atlantique qui tentent de pénétrer et de s'acclimater en Méditerranée se trouvent donc aux prises avec 3 obstacles : l'obstacle topographique constitué par le seuil de Gibraltar, l'obstacle thermique provoqué par l'homothermie des eaux profondes, l'obstacle alimentaire dû à cette déficience nutritionnelle relative de l'élément aqueux profond. Il en résulte que le benthos profond de la Méditerranée est quantitativement et qualitativement pauvre par rapport à celui des océans et qu'il est occupé par des espèces que l'on trouve seulement dans l'étage épibathyal ailleurs. Pour ces raisons, la zone profonde de la Méditerranée, au lieu d'être subdivisée en étages successifs comme celle de l'Atlantique (épibathyal, mésobathyal, abyssal, hadal), correspond à un seul étage, l'étage épibathyal, qui s'étend de 100 à 150 mètres jusqu'aux plus grandes profondeurs, couvrant ainsi des surfaces immenses.

a) Substrats durs

Les substrats durs (Roches ou supports organogènes morts ou fossilisés) ne représentent qu'un pourcentage très faible du fond épibathyal. Ils sont occupés essentiellement par deux peuplements caractéristiques :

- le peuplement des « coraux jaunes » *Dendrophylla cornigera* qui ne descend guère plus bas que 300 m ;
- le peuplement des « coraux blancs » *Lophelia prolifera*, *Madrepora oculata*, *Caryophyllia arcuata*, *Desmophyllum cristagalli* qui n'existe qu'à partir d'une profondeur d'au moins 400 m.

b) Substrats meubles

Les fonds de graviers plus ou moins coquilliers qui existent au voisinage de la marge continentale sont caractérisés par l'abondance des deux brachiopodes *Terebratulà vitrea* et *Terebratulina caputserpensis* et de l'oursin *Cidarid cidaris*.

Néanmoins, la majorité des substrats meubles de l'étage épibathyal sont constitués par une vase argileuse jaunâtre ou gris bleuté, relativement consistante et dont le peuplement est extrêmement clairsemé si l'on se réfère aux observations de PERES et PICARD réalisées à l'aide de la Calypso et du bathyscaphe FNRS III. D'après ces deux auteurs, les vases épibathyales qui couvrent les grands fonds méditerranéens sont occupées par une seule biocénose qui comprend les espèces caractéristiques suivantes : le spongiaire *Thenea muricata* ; les mollusques *Dentalium agile*, *Siphonodentalium quinquangulare*, *Abra mongicallus*, diverses *Neovera*, *Modiola lutea*, le sipunculide *Ocnosoma steenstrupi* ; les crustacés *Lophogaster typicus* et *Calocaris macandreei*. A ces espèces, à peu près constantes, s'ajoutent d'autres espèces moins fréquentes de crustacés, échinodermes, mollusques, etc... Divers faciès de cette biocénose peuvent s'individualiser par endroits, comme par exemple le faciès à *Isidella elongata* et le faciès à *Funiculina quadrangularis* qui créent des conditions favorables au développement d'une faune vagile plus riche, constituée de crustacés, céphalopodes et poissons. Citons, au hasard, les crustacés *Aristeus antennatus*, *Aristeomorpha foliacea*, *Parapenaeus longirostris*, *Plesionika martia*, *P. edwardsi*, *Pandalina profunda*, *Parapandalus narval*, *Pontophilus echinulatus*, *Nephrops norvegicus* ; les céphalopodes *Rossia macrosoma*, *Bathypolypus sponsalis*, *Sepietia oweniana*, *Pterooctopus tetracirrus* ; les poissons *Squalus fernandicus*, *Centrophorus uyatus*, *Chimoera monstrosa*, *Notacanthus bonapartii*, *Macrurus aequalis*, *Hymenocephalus italicus*, *Chlorophthalmus agassizi*...

LA VIE EN PLEINE EAU : FAUNE ET FLORE PÉLAGIQUES

Le domaine pélagique inclut tous les organismes qui vivent au sein même des eaux (= pélagos) et qui n'ont donc, par définition, aucun rapport direct avec le

fond de la mer. Le pélagos comprend deux groupes différents d'organismes : le plancton et le necton. Les êtres planctoniques vivent librement au sein des eaux et sont passivement entraînés par elles ; ils sont capables de se déplacer, mais ces déplacements ne peuvent jamais l'emporter sur les déplacements des masses d'eaux elles-mêmes. Les êtres nectoniques sont, au contraire, capables, par leur mobilité propre, de se déplacer vigoureusement au milieu des eaux marines et ceci malgré les courants ; ils comptent parmi eux les nageurs les plus puissants. Les organismes du necton appartiennent à plusieurs groupes systématiques différents parmi lesquels les plus répandus sont les céphalopodes, les crustacés et surtout les poissons. Un nombre très important d'espèces nectoniques présente un intérêt commercial fondamental qui sera traité dans le deuxième chapitre du bulletin ; je me bornerai donc, ici, à la seule description très sommaire du plancton méditerranéen.

La mer Méditerranée compte parmi les aires les plus pauvres en plancton

Densité du plancton exprimée en mg ou g par unité de surface ou de volume dans différentes mers (d'après Vucetic modifié ; les g et mg sont des poids d'organismes secs).

	mg/m ³	g/m ²
Adriatique		
Minimum	4,7	
Maximum	26	
Moyenne	13	0,49
Mer du Nord		
Minimum	43	
Maximum	97	
Moyenne	59,6	1,73
Manche		
Moyenne		1,7
Mer de Barentz		
Moyenne		11,6
Rhode Island		
Minimum	0,04	
Maximum	44	
Moyenne	19,37	0,58

de l'ensemble du monde ; le tableau ci-dessus, donné par VUCETIC, le prouve d'autant plus nettement que la mer Adriatique, étudiée par cet auteur, est, en moyenne, plus riche que la Méditerranée dans son ensemble.

Le plancton méditerranéen comprend d'abord un certain nombre d'espèces cosmopolites comme par exemple les copépodes *Oithona similis* et *Calanus finmarchicus* et d'espèces endémiques (très peu nombreuses) comme par exemple la trachyméduse *Ptychogastrina asteroides*. Il comporte également un nombre plus important d'espèces d'origine indo-pacifique ; ainsi par exemple 88 des 103 espèces de copépodes épipélagiques connues de la Méditerranée se retrouvent dans la région indo-pacifique.

Néanmoins le plancton méditerranéen doit la plus large part de ses espèces à l'océan Atlantique et ceci à tel point que certains océanographes n'ont pas hésité à dire — en exagérant — que le plancton de la Méditerranée n'est qu'un plancton atlantique appauvri. Beaucoup d'espèces, en effet, dont la distribution s'étale vers le Nord jusqu'à l'isotherme de 11-12°, à la même profondeur de 100 m, se retrouvent en Méditerranée ; la plus commune est *Euphausia gibba*. Pour illustrer le caractère négatif de ce plancton, je dirai par exemple que plusieurs siphonophores atlantiques ne se retrouvent pas en Méditerranée tels *Abyla trigona* et *Diphyes dispar*, il en est de même du copépode *Fleuromamma sciphius* et de 46 des 118 espèces atlantiques d'amphipodes *Hyperideae*.

En ce qui concerne la distribution du plancton, on peut dire, d'une manière générale, que le bassin occidental est quantitativement et qualitativement plus riche que le bassin oriental ce qui est en rapport avec les teneurs différentes en phosphates et nitrates des deux bassins, la concentration diminuant de l'ouest vers l'est. Par exemple, chez les ptéropodes, 8 espèces parmi lesquelles *Cymbulia peroni* et *Diacria trispinosa*, qui sont très communes dans la Méditerranée occidentale, font défaut dans le bassin oriental ; on compte 40 espèces d'amphipodes *Hyperideae* dans le bassin occidental et 12 espèces seulement dans le bassin oriental.

Le plancton profond présente les mêmes caractéristiques générales que le plancton épipélagique ; le nombre réduit de ses espèces s'explique, comme pour le benthos profond, par l'existence de la triple barrière topographique, thermique et nutritionnelle du détroit de Gibraltar qui contrarie la pénétration et l'acclimatation des organismes profonds. Ainsi EKMANN a noté que la faune pélagique profonde ne renferme qu'un petit nombre de méduses profondes de l'Atlantique, un seul représentant de la famille des Scinidae (*Scina alberti*), aucune des pélagonémertes, aucun des représentants de la famille purement profonde des Lanceolidae.

FURNESTIN et ARNAUD ont donné une liste des organismes planctoniques de la partie septentrionale du bassin algéro-provençal ; on peut citer, parmi les formes profondes les plus répandues : des cnidaires (*Vogtia glabra*, *V. pentacantha*, *Solmaris albescens*), la Mysidacée *Eucopia hansenii*, le chaetognathe *Sagitta lyra*, de nombreux amphipodes hypériens (*Scina borealis*, *Vibilia armata*, *Phronima sedentaria*, *Hyperoides longipes*, *Euprimno macropus*, *Pseudolycaea pachypoda*), les décapodes *Sergestes robustus* et *Gennadas elegans*, de nombreux copépodes (*Eucalanus elongatus*, *Haloptilus mucronatus*, *Megacalanus princeps*, *M. longicornis*, *Actideopsis rostrata*, *Gaetanus minor*, *Euchaeta spinosa*, *Pleuromamma robusta*, etc...).

LA MER MÉDITERRANÉE, UNE GRANDE MALADE

Fragilité écologique

Depuis sa formation, après l'effondrement de la Tyrrhénide, la Méditerranée n'a jamais cessé de subir les outrages du temps. Elle a été la grande Téthys, vaste océan qui s'étendait, au jurassique, de l'Asie centrale à l'Europe méridionale et se prolongeait au loin vers l'occident ; elle n'est plus, actuellement, que le reste très réduit de cette mer immense. Elle a connu tous les climats, les époques de grands froids et les périodes de grandes chaleurs ; elle a subi des intrusions alternatives d'eaux chaudes et d'eaux froides apportant par vagues successives des espèces tropicales ou boréales ; tous changements qui exterminèrent, chaque fois, les espèces les moins adaptées ou les moins protégées à ce régime de « douche écossaise ». Si elle est encore la « grande bleue », sa situation de mer fermée n'a, par contre, jamais été aussi accentuée qu'à l'époque actuelle, la profondeur du seuil de Gibraltar ayant été sensiblement réduite depuis le Pléistocène inférieur.

Profondément marquée par les vicissitudes passées, la mer Méditerranée constitue ainsi, comme on l'a vu, un domaine à part, dont les particularités soulignent la *fragilité écologique*.

Ce qu'il est important de souligner, avant tout, c'est que la vie ou la mort de la Méditerranée dépendent, d'abord, de sa communication avec l'océan et il n'est pas tellement exagéré de dire que le détroit de Gibraltar est un peu le « cordon ombélical » de la Méditerranée. Il est en effet facile d'imaginer ce qu'il adviendrait si cette communication avec les étendues océaniques venait à se fermer. La perte annuelle par évaporation est de l'ordre de 5200 km³ ; l'apport des eaux douces (pluies et cours d'eau) étant seulement d'environ 2200 km³, le détroit de Gibraltar (avec l'aide du détroit des Dardanelles) compense cette perte avec l'afflux de près de 3000 km³ d'eaux légères, à salinité plus faible, en provenance de l'Atlantique. On a calculé de la sorte que si le détroit de Gibraltar était fermé, les eaux du bassin méditerranéen devraient baisser de près de 1 m par an. Une des premières conséquences qui en résulterait serait le déplacement constant du niveau 0 ce qui bouleverserait profondément l'ordonnance de la vie benthique étroitement liée à des zones bathymétriques précises surtout dans les étages supralittoral, médio-littoral et infralittoral supérieur. Une deuxième conséquence, qui perturberait aussi la vie des organismes marins, serait l'augmentation constante de la salinité et ceci d'autant plus nettement que le courant profond d'eaux denses (38,68 ‰ de sels) qui prend naissance dans la mer Egée, passe par le canal de Sicile et qui sort par le détroit de Gibraltar serait supprimé.

Si les échanges de la Méditerranée avec l'océan ont autant d'importance, c'est essentiellement parce que cette mer

est de dimensions relativement trop réduites pour pouvoir écologiquement s'autocompenser, sa superficie n'étant que le 35^e de celle de l'Atlantique. Si on introduit quelques gouttes d'encre de Chine noire dans 1 l d'eau, une coloration grise apparaît qui marque un changement de nature, si ces mêmes gouttes sont mélangées à 35 l d'eau rien n'apparaît ; il en est de même pour le déversement des agents polluants en Méditerranée par rapport aux océans. Cette vulnérabilité de la Méditerranée due à ses dimensions modestes est d'ailleurs accentuée par le fait que le rapport longueur des côtes/masse d'eau est extrêmement élevé et que c'est justement sur le littoral que l'apport des polluants est le plus important.

La Méditerranée, c'est aussi une mer presque sans marée, ce qui accentue considérablement les conséquences de la pollution côtières ; le brassage intensif dû aux courants de marée, qui accélère ailleurs les échanges dans les systèmes d'autoépuration du milieu marin, est quasi inexistant dans cette mer. On doit ajouter à ce premier facteur hydrodynamique défaillant, une circulation des eaux profondes déficiente et des courants de surface qui « tournent en rond » dans ce vase presque clos.

La Méditerranée se singularise enfin par une homothermie profonde de 13° environ (entre 300 et 5000 m) qui se traduit par les perturbations biologiques considérables étudiées en détail précédemment. Cette homothermie est encore un autre aspect de la fragilité des équilibres écobioécologiques de la Méditerranée ; il est facile d'imaginer les conséquences de la « pollution thermique » qu'engendrerait, par exemple l'implantation d'un nombre important d'usines thermonucléaires sur les côtes méditerranéennes (En France, par exemple, il est déjà question d'en installer une dans le complexe industriel de Fos-sur-Mer).

Ainsi, la Méditerranée présente des déficiences telles qu'elle ne peut lutter avec la même efficacité que les océans contre les activités agressives galopantes que l'homme exerce sur elle. C'est la raison pour laquelle la menace de la pollution y est d'une brûlante actualité.

La menace de la pollution

L'action des agents polluants peut s'exercer suivant les 3 dimensions de la mer : en surface, sur le fond et dans la masse.

En surface la menace la plus implacable est celle des hydrocarbures ; c'est d'ailleurs la pollution la plus connue du public et surtout des touristes qui en font la désagréable expérience, chaque été, sur les côtes méditerranéennes. Chaque année ne déverse-t-on pas dans l'ensemble des océans l'équivalent de 50 Torrey Canyon et la plupart du temps légalement, c'est-à-dire à 50 milles des côtes ! En Méditerranée, des « catastrophes » miniatures se sont déjà produites plusieurs fois à cause du dégazage illégal et criminel de pétroliers ; mais imagine-t-on les conséquences du naufrage, en Mé-



La mer, poubelle universelle : « plage » de l'anse du Pharo souillée par les hydrocarbures (Marseille).

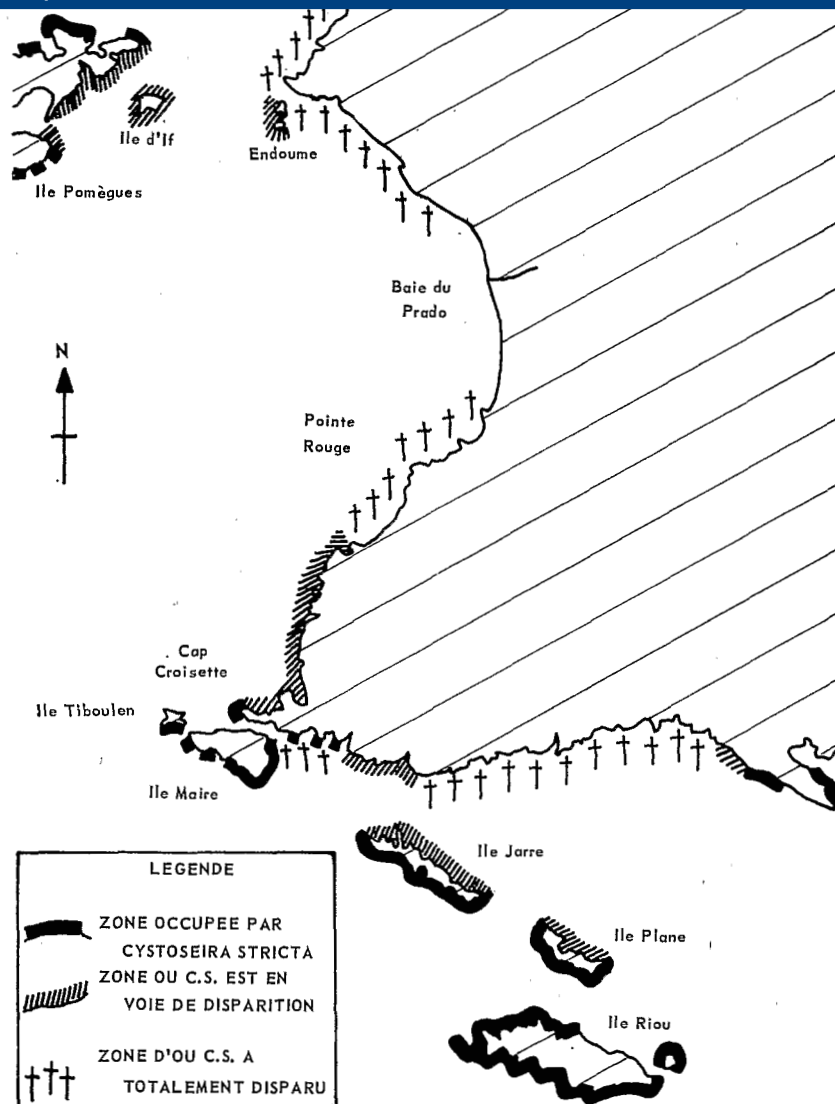
diterranée, d'un pétrolier de 500 000 t et même de 1 000 000 t comme on en construit actuellement au Japon : 1 000 000 t sur 3 000 000 km² ! Ce serait l'asphyxie et la mort d'un nombre incalculable d'organismes animaux et végétaux, la nappe d'hydrocarbures freinant considérablement les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère et contrariant quantitativement et qualitativement la pénétration et la diffusion de la lumière dans le milieu aqueux. A cette menace des hydrocarbures due au transport, vient s'en ajouter une autre due à l'exploitation pétrolière de la Méditerranée. Des campagnes de prospection sont en cours et conduiront à la mise en place de nombreuses têtes de puits non seulement sur le plateau continental, mais également plus profondément ; on a de la peine à imaginer ce qu'il pourrait arriver si un ou plusieurs de ces puits venait à échapper au contrôle des hommes comme cela s'est déjà produit au large de la Californie où la tête de puits débitait directement le flot d'hydrocarbures dans l'océan.

Les collectivités humaines seront également des menaces sérieuses et permanentes pour l'équilibre biologique de la mer Méditerranée et pour la santé des baigneurs au voisinage des côtes tant que les municipalités et les autres organismes responsables n'épuront pas les eaux des égouts et n'élimineront pas impitoyablement

les produits toxiques difficilement biodégradables comme les détergents, beaucoup d'insecticides et fongicides et un très grand nombre de produits chimiques dans les cours d'eau. Il en est de même pour les grandes industries riveraines qui ne devraient rejeter aucun polluant dans les rivières et dans la mer. Mais a-t-on réfléchi que souvent cette grande industrie s'est implantée justement au bord de mer pour bénéficier de cet égot naturel de réduire considérablement les frais de fonctionnement.

Nous sommes à la veille d'une rupture d'équilibre

Il n'est pas rare d'entendre des personnages nantis de responsabilités importantes conseiller encore de rejeter directement à la mer les eaux polluées d'une collectivité ou d'un complexe industriel en pensant que la Méditerranée a résisté jusqu'ici à toutes les pollutions sans grand dommage et qu'il n'y a aucune raison pour que cela ne dure pas. Or, à l'heure actuelle, l'activité humaine est devenue si intense et si variée sur ses côtes que la mer Méditerranée ne peut plus jouer son rôle de réceptacle universel épurateur sans être profondément modifiée. Les exemples abondent qui montrent que ce processus de dégradation est en marche : disparition de la ceinture à *Cystoseira stricta* dans la baie



Carte de la répartition actuelle et passée de l'algue brune *Cystoseira stricta* aux environs de Marseille (D'après BELLAN - SANTINI).

de Marseille dont les eaux contiennent entre 8 000 et 50 000 coliformes/l, régression générale de l'herbier de posidonies, disparition quasi complète des peuplements qui faisaient la renommée du Vallone Mugia près de Trieste, hécatombe d'algues planctoniques par les détergents dans plusieurs secteurs de la Méditerranée, pollution bactérienne des coquillages de l'étang de Thau, intoxication alimentaire en Italie par des staphylocoques contenus dans l'intestin des poissons en conserve, épidémie d'hépatite virale sur certaines plages proches des collecteurs d'égouts, épidémie de choléra dans la région de Naples en partie due aux coquillages comestibles, les thons pêchés par les pêcheurs de Fos-sur-mer sont imprégnés d'hydrocarbures entraînant une altération du squelette et du système nerveux, etc...

Les parcs sous la mer, solution dérisoire

Une des mesures prises à l'encontre de cet ensemble de dévastations a été la création de parcs naturels sous la mer en quelques points de la Méditerranée et plus particulièrement dans les eaux italiennes. En France le plus célèbre de ces parcs est celui de l'île de Port-Cros,

qui se trouve être le premier parc national d'Europe. La conservation des fonds et la protection des espèces s'y exerce jusqu'à 600 m du rivage. Les résultats y sont particulièrement encourageants, mais la seule solution des parcs nationaux est dérisoire en face des problèmes à résoudre. Il ne suffit pas en effet de protéger quelques km² de fonds marins pour sauver la Méditerranée si on laisse la pollution s'étendre partout ailleurs.

De nombreux maillons de la vaste chaîne biologique sont à la veille d'une rupture d'équilibre dont il est difficile même d'en apprécier toutes les conséquences tant les rapports des organismes entre eux et des organismes avec le milieu sont complexes et variés. Des mesures de sauvegarde de caractère local, national et international devraient être prises dès à présent car, sous sa parure étincelante de beauté, la Méditerranée cache, en réalité, comme on l'a vu, une santé fragile qui pourrait être gravement compromise dans les années à venir. Et cette mer ne mérite pas un tel destin, elle qui a vu éclore et se succéder les premières et les plus brillantes civilisations maritimes de l'antiquité et qui fut pendant si longtemps l'esprit et la pensée du monde.

QUELQUES REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES
POUR CEUX QUI VEULENT
EN SAVOIR D'AVANTAGE

- AUBERT, (M.), AUBERT (J.), FRUCHARD (A.), DANIEL (S.), ROMÉY (A.), 1968. — Etat actuel des pollutions bactériennes le long des côtes méditerranéennes françaises. *Rev. Intern. Oceanogr. Médic.*, tome 9.
- AUGIER (H.) et BOUDOURESQUE (C.-F.), 1969. — L'île de Port-Cros : enjeu et bilan d'un Parc National sous-marin. *Ann. Soc. Sc. nat. arch., Toulon et Var*, 21 : 110-133.
- AUGIER (H.) et BOUDOURESQUE (C.-F.), 1970. — Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). V. — La baie de Port-Man et le problème de la régression de l'herbier de posidonies. *Bull. Mus. Hist. nat., Marseille*, 30 : 145-64.
- AUGIER (H.) et BOUDOURESQUE (C.-F.), 1971. — Notions d'écobiocénose marine. Excursions en Méditerranée. *Centre Régional de Documentation Pédagogique, Edit., Marseille* : 109 pp.
- AUGIER (H.) et BOUDOURESQUE (C.-F.), 1972. — Pollution et protection de la mer. *Ann. Soc. Sc. nat. arch., Toulon et Var* : 111-119.
- BELLAN-SANTINI (D.), 1964. — Influence de la pollution sur quelques peuplements superficiels de substrat rocheux. *Poll. mar. par Microorg. et Prod. pétr. Sympos. de Monaco, C.I.E.S.M.* : 127-131.
- BELLAN-SANTINI (D.), 1967. — Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. *Thèse Doct. Etat, Marseille* : 293 pp.
- BLANC (J.-J.), 1956. — Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale. *Ann. Inst. Oceanogr., Monaco*, 35, 1 : 1-140.
- BLANC (J.-J.), PERES (J.-M.) et PICARD (J.), 1959. — Coraux profonds et thanatocoénoses quaternaires en Méditerranée. Topographie et géologie des profondeurs océaniques. *Colloques Internationaux du C.N.R.S.*, LXXXIII.
- BOUDOURESQUE (C.-F.), 1970. — Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). *Thèse Doct. Etat, Marseille* : 624 pp.
- BOUGIS (P.), 1959. — Atlas des poissons. Poissons marins. *Boubée Edit. Paris* : 250 pp.
- BOUGIS (P.), 1967. — Le plancton. *Presses Universitaires de France Edit. Paris* : 124 pp.
- BOURCART (J.), 1953. — Histoire quaternaire de la Méditerranée à la suite de nouvelles recherches. *Scientia*.
- BOURCART (J.), 1954. — Les vases de la Méditerranée et leur mécanisme de dépôt. *Deep. Sea Research* : 126-130.
- CARBONNEL (J.-P.), 1962. — Une science et un art : la topographie sous-marine. Comment fut établie la carte de la Méditerranée. *La Nature* : 475-481.
- EKMAN (S.), 1953. — Zoogéography of the sea, *London*.
- ENGEL (L.), 1962. — La mer. *Life Edit.* : 190 pp.
- FELDMANN (J.), 1937. — Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. *Thèse Doct. Etat, Rouen*.
- FELDMANN (J.), 1940. — La végétation benthique de la Méditerranée. Dans : « Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique ». *Mémoires de la Société de Biogéographie*, 7 : 139-180.
- FURNESTIN (M.-L.), ARNAUD (J.), 1962. — Pêches planctoniques superficielles en Méditerranée occidentale. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 26, 3.
- FURON (R.), 1945. — La paléogéographie. *Payot Edit., Paris*.
- GEVAUDAN (I.), TAMALET (J.), 1956. — Etude sur la pollution des plages et baignades sur le littoral méditerranéen. *Rev. Hyg. et Méd. Soc.*, 4 : 270.
- GIACCONE (G.), 1968. — Contributo allo studio fitosociologico dei popolamenti algali di Mediterraneo orientale. *G. bot. ital.*, 102, 6 : 485-506.
- JACQUOTTE (R.), 1962. — Etude des fonds de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, Marseille*, 26, 41 : 141-235.
- LEMOINE (P.), 1940. — Les algues calcaires de la zone néritique. Dans « Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique ». *Mémoires de la Soc. de Biogéogr.*, 7 : 75-138.
- LEUNG TACK KIT (D.), 1972. — Etude d'un milieu pollué : le vieux port de Marseille. Influence des conditions physiques et chimiques sur la physionomie du peuplement des quais. *Téthys*, 3, 4 : 767-835.
- LUTHER (W.) et FIEDLER (K.), 1965. — Guide de la faune sous-marine des côtes méditerranéennes. *Delachaux et Niestlé Edit., Neuchâtel* : 270 pp.
- MAKKAVEEVA (E.-B.), 1973. — Les phytocoénoses de la Méditerranée. *Trudy sevastopol biol. stancii*, 16 : 201-210.
- MOHRES (F.-P.), 1965. — Le monde sous-marin, animaux de la Méditerranée. *Hatier Edit., Paris* : 256 pp.
- MOLINIER (R.), 1960. — Etude des biocénoses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, 9, 3-5 : 121-312.
- MOLINIER (R.) et PICARD (J.), 1951. — Biologie des herbiers de Zostéracées des côtes françaises de la Méditerranée. *C. R. Acad. Sc., Paris*, 233 : 1212-1214.
- MOLINIER (R.) et PICARD (J.), 1952. — Recherche sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. Océanogr., Monaco*, 27,3 : 157-234.
- MOLINIER (R.) et PERES (J.-M.), 1957. — Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée. Colloque tenu par le Comité du Benthos (Gênes 10-11 juin 1957). *Compte-rendu de séance. Recueil Trav. Stat. Mar. Endoume, Marseille*, 22 : 13.
- PERES (J.-M.), 1961. — Océanographie biologique marine. Tome 1 : La vie benthique. *Presses Universitaires de France, Paris* : 541 pp.
- PERES (J.-M.), 1967. — Les biocénoses benthiques dans le système phytal. *Rec. Trav. Stat. Marine Endoume, Marseille*, 42, 58 : 4-113.
- PERES (J.-M.) et PICARD (J.), 1955. — Biotopes et biocénoses de la Méditerranée occidentale comparés à ceux de la Manche et de la France. *Arch. Zool. Exp. et génér.*, 92, 1.
- PERES (J.-M.) et PICARD (J.), 1958. — Manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, Marseille* : 5-123.
- PERES (J.-M.) et DEVEZE (L.), 1963. — Océanographie biologique et biologie marine. Tome 2 : La vie pélagique. *Presses Universitaires de France, Paris* : 514 pp.
- PICARD (J.), 1954. — Les formations organogènes benthiques méditerranéennes et leur importance géomorphologique. *Rec. Trav. Stat. Mar., Endoume, Marseille*, 13 : 55-77.
- ROMANOVSKY (V.), FRANCIS-BœUF (C.), BOURCART (J.), 1953. — La Mer. *Larousse Edit., Paris* : 503 pp.
- RIEDL (R.), 1963. — Fauna und Flora der Adria. *Hamburg, Parey Edit.*
- ROUGH (J.), 1946. — La Méditerranée. *Flammarion Edit., Paris* : 241 pp.
- SAUVAGEAU (C.), 1912. — A propos des *Cystoseira* de Banyuls et de Guétary. *Bull. Stat. biol. d'Arcachon*, 14 : 424 pp.
- SEURAT (L.-G.), 1940. — La répartition actuelle et passée des organismes de la zone néritique de la Méditerranée nord-africaine (Algérie, Tunisie). Dans « Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique ». *Mémoires Soc. Biogéogr.*, 7 : 139-180.
- THÉODOR (J.), 1964. — Méditerranée vivante. *Payot Edit., Lausanne* : 110 pp.
- TREGOUBOFF (G.) et ROSE (M.), 1957. — Manuel de planctonologie méditerranéenne. *C.N.R.S. Edit., Paris*.
- VAISSIERE (R.), 1964. — Contributions à l'étude bionomique de la Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. Océanogr., Monaco*, 63, 1310 : 12 pp.
- VATOVA (A.), 1949. — La fauna bentonica dell' Alto et Medio Adriatico. *Nova Thalassia*, 1.
- VILLAIN (C.), 1952. — Les marées en Méditerranée orientale. *Bull. C.O.E.C.*, 3 : 92-103.
- VUCETIC (T.), 1961. — Vertical distribution of zooplankton in the Bay Veliko Jezero on the Island of MI jet. *Acta Adriatica*, 6, 8.
- ZALOKAR (M.), 1942. — Les associations sous-marines de la côte adriatique au dessous de Velebit. *Bull. Soc. bot., Genève*, 33 : 1-24.