

CONTRIBUTION A L'ETUDE DIRECTE
DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SCIAPHILES
SUR SUBSTRAT ROCHEUX EN MEDITERRANEE

par Jacques LABOREL

Je tiens tout d'abord à remercier tous ceux qui ont patronné ce travail ou qui ont participé à sa réalisation.

Je remercie tout d'abord Monsieur le Professeur Jean Marie PERES qui est à l'origine de cette étude et a bien voulu guider et conseiller ce travail et me fournir les moyens matériels indispensables.

Mes remerciements les plus sincères vont aussi à Monsieur le Professeur René MOLINIER, qui m'a grandement aidé de ses conseils et a facilité dans toute la mesure du possible mes sorties sur le terrain. Qu'il reçoive ici l'assurance de mon dévouement respectueux.

Roger MOLINIER et Jacques PICARD ont été à l'origine de mon orientation vers la Biologie Marine et c'est toujours vers eux et jamais en vain que je me suis tourné quand survenait une difficulté. C'est grâce à l'expérience considérable de ces deux auteurs dans le domaine de la recherche sous-marine que le présent travail a pu être réalisé. La plus grande partie de ce travail et des plongées qu'il a nécessité a été effectuée en équipe avec mon camarade Jean VACELET qui a aussi pris en charge la détermination des Spongiaires.

Monsieur et Madame HUVE de la Station Marine d'Endoume m'ont également aidé de leurs conseils et de leur connaissance approfondie de la flore marine. Mes remerciements vont enfin à tous mes camarades plongeurs et photographes sous-marins qui m'ont aidé ainsi qu'à tous les organismes de plongée qui m'ont successivement reçu, en particulier, le Centre de Saint-Florent, le Club Méditerranée et à l'équipage et aux plongeurs de la "CALYPSO".

Les problèmes posés par l'étude des peuplements marins sont nombreux et complexes et leur éclaircissement dépend beaucoup de la nature des moyens d'investigations employés.

Les surfaces rocheuses littorales situées à des immersions comprises entre 10 et 60 mètres exigent la mise en oeuvre du scaphandre autonome ainsi que l'a montré, le premier, P. DRACH (1948), suivi par les travaux de J.M. PERES et J. PICARD (1949), F. MAGNE (1952), J. PICARD (1954) et J. ERNST (1955) pour la France, et à l'Etranger par R. RIEDEL (1955).

J'ai essayé pour ma part de développer l'étude biocénotique de ces surfaces rocheuses en Méditerranée occidentale et orientale, et en particulier celle des peuplements décrits d'abord par MARION (1883) et plus récemment par J.M. PERES et J. PICARD (1951) sous le nom de "peuplements coralligènes".

Le présent travail représente surtout une prise de contact avec les différents problèmes posés par cette étude et ne prétend nullement donner des résultats définitifs, il se base sur les résultats d'une centaine de plongées effectuées en divers points de la Méditerranée.

CHAPITRE I

LOCALISATION DES RECHERCHES, METHODES DE TRAVAIL

A/- LOCALISATION DES RECHERCHES

Quels sont les fonds que le scaphandre autonome permettra d'étudier au mieux ?

D'une part, tous les fonds rocheux, prolongation immergée de la topographie extérieure, référables à ce que l'on appelle la "roche littorale". Ils forment une bande de largeur et de profondeur extrêmement variable, parfois réduite à une falaise verticale (Ile Riou), parfois, au contraire, s'étendant vers le large, sous forme de haut-fonds, de lignes d'écueils, de tables rocheuses immergées à des profondeurs variables. On trouve également dans ce type de relief immergé des éboulis d'origine subaérienne (comme il en existe dans l'archipel de Maïre), des amoncellements de gros blocs éboulés, des cailloutis de petite taille, tous ces fonds étant impossibles à explorer à la drague. D'autre part, enfin, les fonds durs d'origine organique, en particulier les concrétions coralligènes à base de Mélobésiées qui se développent couramment sur les talus de pied de falaise entre -30 et -60 m.

En raison de la profondeur trop forte, les formations coralligènes profondes, souvent situées entre -60 et -120 m. échappent à cette étude et nécessiteraient la mise en oeuvre d'engins mieux adaptés: "tourelles" ou "soucoupes plongeantes".

L'étude en plongée libre des fonds durs superficiels et des herbiers de Phanérogames marines ayant été déjà largement abordée par J. PICARD et Roger MOLINIER dans plusieurs travaux antérieurs, j'ai préféré limiter mes recherches à la partie de la roche littorale qui débute au-dessous de -5 m. et ne pas aborder l'étude des peuplements photophiles superficiels à dominance algale qui couvrent la plus grande partie des surfaces rocheuses horizontales dans les vingt premiers mètres.

Si nous nous reportons à la zonation méditerranéenne de J. PICARD et Roger MOLINIER (1953) modifiée par J.M. PERES et J. PICARD (1956) nous pouvons voir que l'étude en scaphandre autonome est possible dans une zone qui correspond à peu près à la totalité de l'étage infralittoral et à la partie supérieure de l'étage circalittoral.

B/- METHODES D'ETUDE DIRECTE EN MILIEU MARIN

Désireux d'utiliser dans cette étude les méthodes phytosociologiques aujourd'hui classiques, il m'a paru utile d'établir un rapide parallélisme entre les conditions de travail que rencontre sur le terrain un phytosociologue dans le domaine terrestre et celles qui sont le lot du biologiste plongeur. Sur terre, dès l'abord, le chercheur est guidé par les faits suivants :

1) Les peuplements végétaux terrestres s'étendent le plus souvent sur de grandes surfaces, en général assez homogènes et facilement délimitables.

2) Dans le cas fréquent où un type de peuplement fait place à un autre par l'intermédiaire d'une zone de transition à peuplements mélangés, le chercheur, que rien ne limite dans son autonomie, a la possibilité d'effectuer des relevés en nombre aussi élevé qu'il le désire en choisissant au préalable l'endroit où il va opérer.

3) Les phytosociologues terrestres n'incluant généralement dans leurs relevés que les végétaux supérieurs ; l'usage d'une Flore réduit d'une manière appréciable les difficultés de systématique.

Dans le milieu marin, au contraire et principalement sur substrat rocheux, on se heurte aux difficultés suivantes :

1) La grande complexité de la topographie entraîne la rareté des grandes surfaces rocheuses planes. On a, au contraire, toute une série de pans rocheux diversement inclinés par rapport à l'horizontale et couverts de peuplements divers plus ou moins imbriqués les uns dans les autres.

2) La visibilité latérale excédant rarement 20 mètres en été et souvent moins de 10 mètres en hiver ainsi que l'autonomie limitée du plongeur empêchent toute vision d'ensemble des peuplements et limitent le nombre et la surface des relevés. Le temps de travail au fond dépasse rarement quinze minutes.

3) Enfin, la grande richesse en espèces animales et végétales oblige le plongeur à effectuer d'importantes récoltes ; le nombre des espèces que l'on peut reconnaître et noter sur place étant assez réduit.

Si l'on considère ces difficultés on en arrive à la conclusion suivante : une étude détaillée des peuplements sur substrats rocheux n'est possible que si l'on en a au préalable effectué une étude physionomique, c'est-à-dire une étude extensive, portant sur un nombre de localités aussi grand que possible avec une analyse systématique réduite au minimum et permettant un premier dégrossissage.

Le premier stade de connaissance consistera dans la description de peuplements, au sens le plus large du terme, en se basant sur les principales espèces animales et végétales facilement identifiables.

On effectuera dans ce but une coupe verticale du secteur étudié, le plongeur notant, depuis le point le plus bas atteint au cours de la plongée jusqu'à son retour en surface, la topographie de la roche littorale et les modifications corrélatives des peuplements avec l'indication des principales espèces qui les caractérisent ; on disposera ainsi d'un profil détaillé du fond de la mer à l'endroit considéré.

Ce type d'étude par coupe verticale est le plus utile lorsqu'on ne peut effectuer qu'une seule plongée en un endroit donné (ce qui est généralement le cas au cours d'une croisière) en effet, vu l'autonomie relativement faible dont il dispose (de 10 à 45 minutes selon la profondeur) le plongeur ne peut saisir tous les aspects des peuplements qui s'offrent à lui et ne peut en garder qu'une vue d'ensemble.

Il sera également utile d'effectuer un ou deux grattages rapides sur des surfaces apparemment homogènes, en notant soigneusement sur la coupe l'endroit exact où le prélèvement a été effectué ; les échantillons prélevés à l'aide d'un couteau ou d'un marteau à tête plate et remontés à l'aide d'un filet ou, mieux, d'un pot à lait en matière plastique (les bocaux de verre sont dangereux à cause des risques de coupure) sont conservés pour une étude ultérieure.

On aura intérêt à multiplier les coupes et à accumuler ainsi le maximum de renseignements sur un nombre de localités le plus élevé possible. La comparaison des coupes obtenues permet de se faire une idée d'ensemble de la répartition des différents peuplements. On comparera les points suivants :

- 1) la nature et l'orientation des surfaces rocheuses étudiées.
- 2) la manière dont se répartissent les différents peuplements observés en fonction de la profondeur et de la topographie.

On met ainsi en évidence le rôle considérable joué par cette dernière.

J'ai tenu à employer la méthode phytosociologique zuricho-montpelliéraine qui s'applique au milieu marin sans modifications importantes ainsi que l'ont montré Roger MOLINIER et J. PICARD (1952) et, plus récemment, Roger MOLINIER dans sa thèse encore inédite.

Sans entrer dans le détail de cette méthode (dont nous avons parlé plus abondamment J. VACELET et moi-même dans une Note récente, (1958) un certain nombre de remarques sont à faire.

1) Vu le temps nécessaire pour effectuer un relevé, même sommaire, il semble difficile d'en effectuer plus de deux par plongée à faible profondeur et même un seul à partir d'une trentaine de mètres, les relevés devront donc être faits en des endroits préalablement étudiés par coupes physiologiques et suffisamment bien connus. Pour une étude poussée il sera sans doute nécessaire de consacrer deux ou trois plongées à un même relevé, ce qui en limite considérablement le nombre. De même j'ai préféré choisir un certain nombre de stations pour y effectuer des séries de relevés de façon à pousser au maximum l'étude de quelques secteurs de côte choisis pour la richesse de leurs peuplements et leurs facilités d'accès.

2) Les récoltes effectuées sont rarement complètes, l'idéal étant de pouvoir effectuer des plongées répétées et fréquentes consacrées tantôt à l'étude par relevés, tantôt à la récolte et même à la photographie d'un même peuplement ce qu'il m'a été rarement possible de réaliser. Il en résulte qu'un relevé, même fait avec soin est presque toujours incomplet, un certain nombre d'espèces de petite taille, difficiles à déterminer sans le secours d'un spécialiste (Hydriaires et Bryozoaires encroûtants) échappant à l'observation et souvent à la récolte.

Il me semble cependant qu'un tel inventaire n'en est pas moins valable, surtout s'il est complété ultérieurement par des relevés plus poussés (les phytosociologues terrestres n'utilisent d'ailleurs que les végétaux supérieurs pour la description des associations, tout en prévoyant, comme stade ultérieur de leurs recherches une étude des biocénoses).

Il ne faut pas oublier non plus qu'il s'agit d'un travail de terrain et que les relevés doivent être faits de la manière la plus simple possible si l'on veut pouvoir en effectuer un grand nombre.

Toujours dans cet ordre d'idées j'ai laissé de côté la plupart des espèces non sessiles et, en particulier, la faune d'Ophiures et d'Annélides des cavités et des dessous de pierres qui mériterait une étude à part.

3) Le fait que les peuplements marins sur substrat rocheux se présentent en général sur de petites surfaces peut paraître un facteur favorable à l'observation directe par un plongeur doté d'une faible autonomie, le problème se complique si l'on fait entrer en ligne de compte deux notions bien établies et classiques dans le domaine terrestre : les notions d'aire minima et d'homogénéité des peuplements.

La notion d'aire minima découle de l'observation suivante : si l'on effectue à l'intérieur d'un peuplement des relevés successifs portant sur des surfaces de plus en plus grandes, on constate que le nombre des espèces relevées croît d'abord, puis se stabilise pour une certaine valeur de la surface relevée ; cette valeur est l'aire minima du peuplement étudié. Dans le milieu marin on conçoit que si l'aire minima d'un peuplement est de l'ordre d'une dizaine de mètres carrés (ce qui semble être le cas de la biocénose des grottes à *Parazoanthus axinellae* et *Corallium rubrum*, bien que je n'aie pas eu la possibilité de faire des mesures précises), on aura avantage à étudier ce peuplement aux endroits où il se développe sur des surfaces du même ordre de grandeur. Sur des surfaces trop petites on risquerait d'avoir des relevés incomplets.

Un peuplement est homogène si la distribution dans l'espace des espèces qui le composent est régulière, c'est-à-dire si les facteurs écologiques ne varient pas à l'intérieur de la surface étudiée, or, il arrive fréquemment que l'on ait à étudier un peuplement installé sur une faible superficie, les conditions de milieu et, en particulier, l'éclairement variant de façon régulière à l'intérieur de l'espace considéré.

J'espère pouvoir dans un proche avenir compléter et étendre ce travail en développant certaines questions sur lesquelles je ne peux encore m'étendre ici. Je compte, en particulier, pousser l'étude écologique des formations coralligènes concrétionnées dans la région marseillaise et, d'autre part, visiter un certain nombre de régions intéressantes, en particulier la côte algérienne et le Sud de l'Italie.

C/- LOCALITES ETUDIEES

Vu les difficultés inhérentes au déplacement d'un matériel relativement lourd et à la nécessité d'avoir sous la main en permanence un bateau et un compresseur, je n'ai pu me déplacer en Méditerranée que dans la mesure où les croisières de la "CALYPSO" ou les installations d'un centre de plongée me le permettaient.

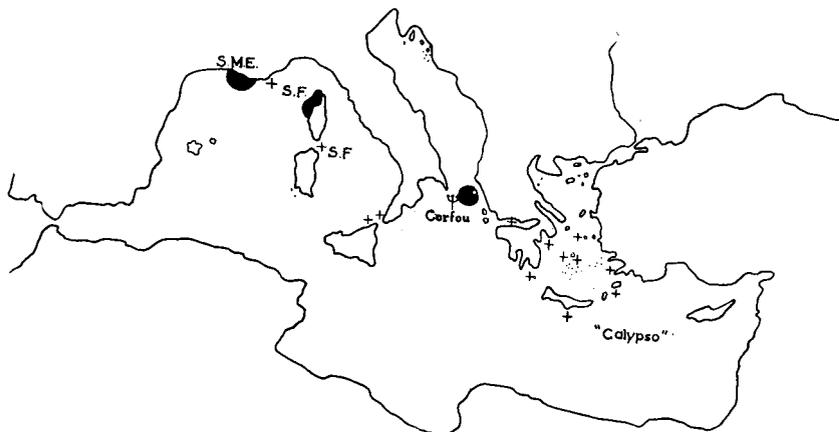


Figure 1 - Carte des régions prospectées

Abréviations :

- S.M.E. Station Marine d'Endoume
- S.F. Centre de Saint-Florent
- + Stations "Calypso" 1956-57
- Corfou Club Méditerranée

En Méditerranée occidentale, le Laboratoire de Biologie Végétale et la Station Marine d'Endoume m'ont fourni le matériel nécessaire et m'ont permis d'effectuer les sorties en mer indispensables, ce qui m'a permis d'étudier plus spécialement les peuplements sciaphiles de la région marseillaise ; grâce au centre de Saint-Florent, j'ai également pu plonger dans le Cap Corse et la région de Bonifacio.

En Méditerranée orientale, les campagnes 1955 et 1956 de la "CALYPSO" m'ont permis de visiter le Sud du Péloponèse, la Crète, une partie des Cyclades, Rhodes et Castello-Rizzo et les régions de Milazzo et des Lipari. En plus de ces croisières, le Club Méditerranée a bien voulu me recevoir cet été à son école de plongée de Corfou (figure 1)

Dans la région marseillaise (figure 2) où la proximité de très beaux fonds permet une étude suivie, j'ai essayé, dans la mesure du possible, de pousser l'étude d'un certain nombre de points, choisis en fonction de la richesse de leurs peuplements et de leur accessibilité ; de plus, pour avoir une vue d'ensemble des peuplements de la région, j'ai effectué un certain nombre de plongées de comparaison en d'autres points.

Les localités plus particulièrement étudiées sont :

Dans l'archipel de Riou :

1) l'Îlot du Grand-Congloué où j'ai pu vérifier les observations précises effectuées par F. MAGNE (1952) ;

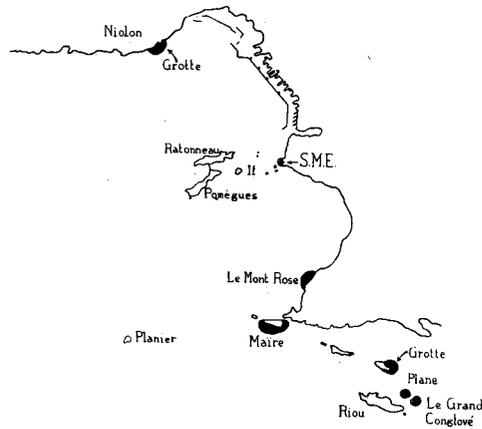
2) La côte N.E. de l'Île Plane où se trouve d'une part une splendide grotte sous-marine et d'autre part des concrétionnements coralligènes très développés sur le talus de pied de falaise.

Sur la côte Nord du golfe :

La grotte de Niolon près du petit port de ce nom, étudiée à part dans un travail récent (J. LABOREL et J. VACELET, 1958).

Enfin, j'ai rapidement prospecté un certain nombre d'endroits intéressants. Ce sont, dans l'ordre d'importance :

- La grotte et la résurgence de Port-Miou (5 plongées),
- L'Ile de Pomègues (2 plongées),
- Les surplombs superficiels de la région du Mont-Rose (2 plongées)
- Les côtes Sud et Est de l'Ile Maïre (3 plongées),
- L'Îlot du Petit Congloue (2 plongées).



L'ensemble de cette étude a demandé en tout une centaine de plongées.

Sur le reste des côtes provençales j'ai pu plonger deux fois à la presqu'île de Giens, une fois au Brusc (substrat siliceux) et deux fois dans la région de Cannes, à l'Ile Sainte Marguerite (substrat calcaire).

- Pour la Corse, mes observations ont surtout porté sur la région du Cap Corse (étudiée par Roger MOLINIER dans sa thèse) et en particulier sur les fonds rocheux de Nonza et de Centuri.

- Dans les parages de la Sicile j'ai pu effectuer deux plongées (1955), l'une à Milazzo, l'autre à Filicuri (Archipel des Lipari).

- En Méditerranée orientale (CALYPSO, 1955-1956, Club Méditerranée, 1958) mes plongées se répartissent ainsi :

Corfou : 12, Côte de Morée : 4, Crète : 2, Golfe de Patras : 1, Archipel de Santorin : 5, Golfe de Salamine : 1, Cyclades : 4, Rhodes, Castello-Rizzo et Côtes d'Asie Mineure : 5.

Je me limiterai ici, dans un but de simplification, aux points les plus typiques ou les plus longuement étudiés.

CHAPITRE II

LE MILIEU ETUDIE

ETUDE SOMMAIRE DE LA TOPOGRAPHIE ET DES FACTEURS

ABIOTIQUES PRINCIPAUX

A/- LE RELIEF IMMERGE, ETUDE MORPHOLOGIQUE SOMMAIRE

Il est admis que les surfaces rocheuses actuellement immergées à l'intérieur de la tranche d'eau d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur accessible au moyen du sca-phandre autonome, ont été autrefois exondées avant la dernière transgression quater-naire et que leur modelé d'origine subaérienne, est identique à celui que l'on peut observer à l'air libre dans des terrains géologiquement comparables.

L'exploration sous-marine confirme nettement ces vues, à l'appui desquelles on peut citer de nombreux faits :

Il est connu, par exemple, que les réseaux karstiques de la région marseillaise se prolongent bien au-dessous du niveau marin actuel, l'étude en plongée des grottes sous-marines montre une morphologie interne identique à celle que l'on peut observer sur terre : boyaux à section elliptique, diaclases, puits vertical en forme de cloche de la grotte de l'Ile Plane, résurgence sous-marine de Port Miou, etc ... (1958).

Les traits principaux du relief (barres rocheuses, cônes d'éboulis, etc...) et le modelé de détail sont conservés intacts : par exemple au Grand Congloue, sur la paroi S.E. de l'îlot, par -45 mètres, on trouve des surplombs dus à la différence d'érosion (subaérienne) entre des bancs de roche d'inégale dureté, les strates les plus dures faisant saillie.

Si l'on ne considère pas les quelques mètres superficiels où l'érosion est active, les modifications actuelles des reliefs immergés dépendent surtout de l'activité de la sédimentation et des différentes actions biologiques. L'action érosive due à l'hydro-dynamisme diminue très rapidement quand la profondeur croît mais l'importance des courants doit être prépondérante en ce qui concerne le dépôt des sédiments meubles. On conçoit également que plus la pente est forte, plus les sédiments ont tendance à glis-ser et à s'accumuler dans les creux. Le relief sous-marin a donc tendance à s'envaser. Sur la vitesse de sédimentation dans la région supérieure du plateau continental étu-diée ici nous ne possédons encore que peu de précisions.

Elle peut être sans doute extrêmement faible (fonds durs au large de Cassis ; PERES et PICARD, 1954) ou au contraire relativement considérable : c'est ainsi que j'ai pu observer, dans le Cap Corse, et en deux endroits distants d'une douzaine de kilo-mètres l'un de l'autre, sur un fond horizontal (-40 et -50 m.) d'assez nombreux pieds de Gorgone blanche (*Eunicella graminea*) envasés sur une hauteur de plus de cinq centimètres, la partie émergeant du sédiment étant encore vivante, la partie enfouie, morte, réduite à son axe corné. L'âge de ces Gorgones ne peut être déduit de leur tail-le car on ignore encore leur vitesse de croissance (Henry de LACAZE-DUTHIERS (1864) indique d'après une expérience effectuée par lui en Algérie, qu'une cruche mise à la mer et repêchée au bout de deux ans portait déjà des Gorgones d'une dizaine de centimètres de long, il ne précise malheureusement pas l'espèce) mais il est certain que l'envase-ment était postérieur à la fixation des *Eunicella* et vraisemblablement très récent, le sédiment en question (sable assez vaseux) provenant sans doute de la mine d'amiante

de Canari, proche.

Il n'est d'ailleurs pas rare d'observer dans la région marseillaise et ailleurs des surfaces rocheuses recouvertes par une couche de vase fine d'épaisseur variable, pouvant atteindre un centimètre, avec, sous cette couche, des peuplements végétaux ou animaux encore vivants, ce qui prouve le caractère soudain et irrégulier de l'envasement.

Cette sédimentation est d'origine terrigène, mais dans le cas de la roche littorale les sédiments organogènes d'origine marine jouent également un grand rôle ; presque partout en Méditerranée où existent d'importants tombants rocheux on constate la présence, signalée d'abord par J. PICARD (1954) d'un "talus de pied de falaise" qui s'engraisse régulièrement à partir des débris calcaires d'origine animale et végétale provenant des horizons supérieurs ; ce talus est, de plus, partiellement ou entièrement recouvert de concrétions végétales calcaires qui contribuent d'une manière importante à la fixation des sédiments déposés.

L'importance de ce concrétionnement semble grande et j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'observer sur les talus de l'archipel de Riou des blocs de plusieurs dizaines de mètres cubes. Je reviendrai plus loin sur l'étude de ces formations mais il me semble utile de préciser dès maintenant les faits suivants : tout d'abord les concrétionnements se développant sur des surfaces verticales déterminent des modifications particulières du relief de ces surfaces (formation de bourrelets), d'autre part, seuls sont vraiment importants au point de vue du rôle constructeur, les concrétionnements à base de Mélobésiées, ceux à base d'animaux calcaires semblant n'atteindre qu'assez rarement une épaisseur notable. Là où le peuplement est à dominance purement animale (cas des grottes) un grattage au burin montre très vite la roche en place. Le rôle protecteur des peuplements animaux et végétaux est souvent évident : c'est le cas de l'éboulis fossile des Farillons où les cailloutis se trouvent intacts et libres sous une "croûte" relativement peu épaisse dont les constituants rocheux sont cimentés entre eux par les organismes à faible activité concrétionnante (J. PICARD, 1954). Enfin, l'action destructrice des animaux perforant le calcaire (Cliones et Lithodomes) peut compenser dans une assez certaine l'action constructive des Mélobésiées.

B/- RELATION ENTRE LA TOPOGRAPHIE DU FOND ET LES FACTEURS ECOLOGIQUES

S'il n'est pas encore possible, vu l'état actuel des techniques de mesure, d'évaluer d'une manière précise l'intensité des différents facteurs écologiques au niveau des différents types de peuplements et de suivre régulièrement leurs modifications dans le temps, le plongeur a toujours la ressource d'interpréter les observations qu'il peut faire. Ainsi, dans une grotte on pourra facilement suivre la diminution de la luminosité en allant de l'entrée bien éclairée aux recoins les plus sombres, ou encore, par mer houleuse, on pourra se faire une idée sommaire de l'agitation qui règne à la profondeur où on se trouve.

En attendant des évaluations plus précises nous pouvons toujours constater que les différents facteurs écologiques subissent des modifications notables et parfois brutales en fonction de la topographie du fond.

Des éléments aussi importants que la température et la salinité étant difficile à étudier sans un matériel approprié, je me limiterai ici aux facteurs suivants : la luminosité qui est le facteur essentiel, l'envasement et l'hydrodynamisme.

1° - Modification de la luminosité

L'intensité lumineuse décroît d'abord évidemment quand la profondeur augmente et ceci d'une manière plus ou moins rapide et régulière, fonction de la transparence de l'eau. On peut donc déjà observer qu'à profondeur égale, sur deux secteurs de côtes différents, la transparence moyenne de l'eau peut être passablement différente si, par exemple, un des secteurs étudiés se trouve au voisinage d'un estuaire ou d'un centre de pollution important. Un bon exemple peut en être donné par les observations que j'ai pu faire, en Octobre 1955, au cours de deux plongées, effectuées à quelques heures d'intervalle, le long des côtes de la Sicile, l'une près de Milazzo, l'autre sur l'Illet La Canna de l'île Filicuri (Archipel des Lipari) en deux points distants seulement de

quelques dizaines de milles ; alors qu'à Milazzo l'eau était assez trouble et la visibilité latérale de l'ordre d'une vingtaine de mètres (la proximité du détroit de Messine y était sans doute pour quelque chose), à La Canna la transparence de l'eau était si grande que la visibilité atteignait une cinquantaine de mètres. Il semble d'ailleurs que ce phénomène n'était pas exceptionnel, car les peuplements des deux stations présentaient des différences très nettes.

Si la différence de transparence constitue un facteur régional imprimant un certain cachet sur l'ensemble des peuplements du fond, il n'en est pas de même lorsqu'on considère les variations de luminosité pour un secteur donné au voisinage immédiat du substrat. Là, en effet, on peut passer, en l'espace de quelques mètres, d'une dalle horizontale très éclairée à un surplomb à éclairage très diffus ou même à une grotte complètement obscure ; il s'agit là de variations sans rapport avec la profondeur, mais liées à la topographie de détail du fond marin.

Vue la grande importance de la luminosité en ce qui concerne la composition des peuplements on conçoit que les peuplements de deux surfaces rocheuses voisines situées à la même profondeur pourront avoir une composition tout à fait différente suivant l'inclinaison de ces surfaces et la quantité de lumière qu'elles reçoivent.

2° - Influence de la topographie sur l'envasement et l'hydrodynamisme

Ces deux facteurs sont liés l'un à l'autre, de violents mouvements de l'eau ayant tendance à empêcher les sédiments à se déposer.

Il se trouve que l'on peut constater cela au moins dans certain cas par l'observation directe.

Par exemple au niveau des cavités de la roche : surplombs, grottes, etc.. et à toutes profondeurs (au-dessous de -5 m. à peu près) il se produit un envasement très net des surfaces horizontales (partie inférieure des surplombs, plancher des grottes) ceci étant parfois très visible dans le cas de petites niches rocheuses de moins de 50 centimètres de profondeur alors que des dalles horizontales voisines sont dépourvues de toute couverture sédimentaire. En l'absence de toute mesure précise du mouvement des eaux on peut supposer qu'il se crée, à l'intérieur des grottes, si petites qu'elles soient, et sous les surplombs, des zones de calme où l'eau, peu souvent renouvelée, dépose les sédiments qu'elle tient en suspension. Un exemple très net de ce phénomène est donné par ce qui se passe à l'intérieur de certains boyaux de faible diamètre s'enfonçant profondément à l'intérieur d'une paroi rocheuse (Niolon, Plane, Ile Sainte-Marguerite) ; en plus de la présence de certaines espèces spéciales à ce type de biotope on remarque que le plancher est couvert d'une épaisse couche de vase très fine au-dessus de laquelle l'eau est extrêmement claire et transparente ; cette vase que les mouvements des plongeurs suffisent à mettre en suspension constitue une gêne considérable lors de l'exploration de telles galeries. C'est également à la grotte de Niolon et à la résurgence sous-marine de Port-Miou, près de Cassis, que nous avons pu constater un autre phénomène : l'accumulation, après un coup de mer d'une véritable "bourre" d'Algues photophiles arrachées aux niveaux supérieurs de la roche littorale dans certaines parties de ces grottes. Il pourrait donc y avoir, dans une même grotte à la fois des endroits abrités où règne un calme relatif et d'autres où se produisent par grosse mer des tourbillons assez considérables.

Sur côtes battues, à faible profondeur on trouve des grottes, plus souvent ouvertes aux deux extrémités qui sont le siège de mouvements extrêmement violents si bien que le recouvrement de leurs parois est très faible et se compose presque exclusivement de formes encroûtantes à l'exception de toute espèce rameuse ou foliacée ; c'est le cas, en particulier, d'une grotte que j'ai pu visiter à Centuri dans le Cap Corse et qui était constituée par un amoncellement de blocs rocheux.

Il est vraisemblable que les accidents topographiques ont également une influence sur les courants que l'on peut fréquemment observer à toutes les profondeurs, courants soit temporaires (courants dûs aux vents dans les chenaux de l'Archipel de Riou) soit quasi-permanents (courants venant du large sur le haut fond de Centuri, bien connu des pêcheurs locaux), en créant des zones de calme plus ou moins stables.

Une étude détaillée de courantologie au niveau des accidents du fond serait souhaitable et permettrait certainement dans bien des cas une meilleure compréhension de la répartition et de la composition des peuplements.

C/- TYPES DE MILIEUX DETERMINES PAR LA TOPOGRAPHIE

Comme nous venons de le voir la topographie détermine d'importantes modifications des facteurs abiotiques. L'étude physiologique des peuplements montre que ceux-ci sont réciproquement liés aux formes du substrat d'où la définition d'un certain nombre de milieux en fonction des facteurs morphologiques.

La luminosité, facteur écologique essentiel, subira des modifications facilement observables.

On pourra donc définir différents milieux suivant que les surfaces rocheuses qui les constituent sont plus ou moins inclinées par rapport à la verticale et sont assimilables aux trois types suivants :

Surfaces subhorizontales,
Surfaces subverticales,
Surplombs, grottes et boyaux.

1° - Surfaces subhorizontales

Souvent assez étendues elles portent des peuplements apparemment homogènes. La composition de ces peuplements varie en fonction de la profondeur, car (sauf dans le cas où elles sont dans l'ombre portée d'une paroi voisine) elles reçoivent la totalité de la lumière qui parvient à la profondeur où elles se trouvent.

L'étude détaillée des peuplements algaux de ces surfaces, déjà commencée par FELDMANN (1937), puis par MOLINIER et PICARD est encore loin d'être terminée.

Les modifications des conditions du milieu par les êtres vivants qui s'y développent (les strates élevées photophiles y créent une ombre permettant l'établissement d'une sous-strate sciaphile) y sont la règle générale et la composition des peuplements subit des modifications saisonnières qui ne sont pas encore complètement connues.

2° - Surfaces subverticales

Elles sont très répandues (falaises sous marines, paroi latérale des gros blocs rocheux). L'intensité de la luminosité à leur niveau est liée d'une part à la profondeur et, d'autre part, à la topographie (exposition). Au point de vue terminologie, je parlerai ici de "tombant" terme généralement adopté par les plongeurs et désignant des surfaces rocheuses verticales quelle que soit leur hauteur et leur origine.

3° - Surfaces en surplomb

J'ai surtout fait porter mes observations sur le peuplement de ce type de surfaces. On peut y distinguer plusieurs types morphologiques apparentés :

a) *les surplombs* : simples décrochements d'une paroi verticale. On pourra observer de petits surplombs dont les peuplements présenteront une zonation visible sur une très petite distance et des surplombs de grande amplitude avec un "plafond" horizontal et des parois subverticales.

b) *grottes* : ce sont des ensembles plus complexes puisqu'on y distingue des surfaces d'inclinaison variable ("plafond", parois, "plancher") portant des peuplements en général différents.

Suivant leur forme et leur profondeur, l'hydrodynamisme y sera plus ou moins intense.

c) *boyaux* : dans la région marseillaise et en de nombreux points de la Méditerranée, on peut observer, dans les parties les plus reculées des grottes ou s'enfonçant directement dans les parois rocheuses, des boyaux où la lumière ne pénètre

pas, l'hydrodynamisme y est en général très faible assurant par décantation un envasement rapide des planchers. Les peuplements de ces milieux sont tout à fait particuliers et nous y reviendrons plus loin.

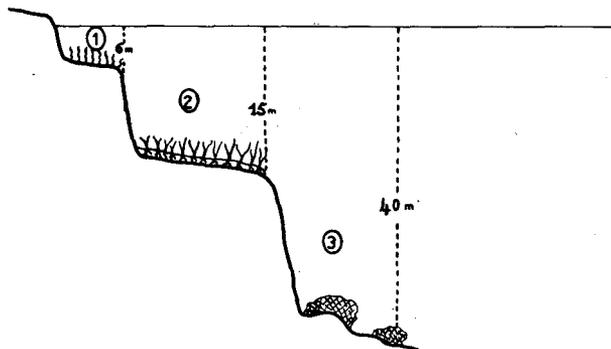


Figure 3 - Exemple de surfaces horizontales situées à des profondeurs différentes
1. Superficielles : peuplement photophile à *Halopteris scoparia*
2. Profondeur moyenne : Herbier en placage
3. Profonde : Concrétionnement algal

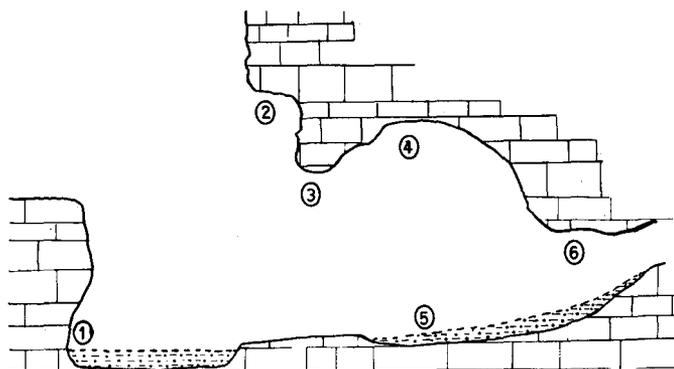


Figure 4 - Surfaces en surplomb et Grottes
1. Surplomb local peu accentué (subvertical)
2. Surplomb local accentué (subhorizontal)
3. Entrée de grotte
4. Plafond
5. Plancher
6. Boyau

D/- LES ANIMAUX FIXES ET LE MILIEU

Si l'on peut définir des associations ou biocénoses c'est que les éléments qui les constituent possèdent des préférences écologiques analogues et se regroupent naturellement en fonction de l'intensité plus ou moins grande des différents facteurs abiotiques.

Suivant les exigences plus ou moins strictes d'une espèce vis-à-vis de tel ou tel facteur, on pourra la trouver soit uniquement dans des biotopes très particuliers où

les conditions de milieu sont constantes (par exemple *Petrobiona massiliana* Levi et Vacelet qui se trouve dans les boyaux obscurs) soit dans toute une série de biotopes voisins au niveau desquels les facteurs abiotiques varient dans une assez large mesure, c'est le cas de l'Alcyonnaire *Parerythropodium coralloides* qui est une espèce très euryphotique pratiquement ubiquiste dans les peuplements sciaphiles sur substrat rocheux

D'autre part, les facteurs abiotiques étant nombreux, une même espèce pourra être très sensible aux variations de l'un d'eux et très tolérante pour celles des autres : c'est le cas par exemple du Zoanthaire *Parazoanthus axinellae*, espèce sciaphile euryphotique qui résiste bien à un hydrodynamisme élevé mais est très sensible à l'envasement.

L'intensité trop faible ou trop forte d'un ou de plusieurs facteurs peut exercer une influence sur un animal fixé de plusieurs manières différentes :

a) destruction pure et simple (rabotage par le sable et les galets, étouffement par le sédiment) ou empêchement pour les larves de se fixer ;

b) action directe sur la croissance, inhibée par une lumière trop intense ou des variations brusques de température ;

c) action sur la reproduction (température trop élevée ou trop basse) ;

d) action sur la nutrition (eau trop pauvre en aliments substantiels, courant trop faible dans le cas d'espèces chez qui la collecte alimentaire se fait passivement au moyen de tentacules).

De plus la concurrence entre espèces, pour la fixation, la conquête du substrat et le développement contribue à éliminer les espèces qui tentent de se développer dans des conditions de milieu défavorables.

Les facteurs abiotiques influent aussi sur le port et sur la distribution sur le fond des animaux fixés ; les morphoses c'est-à-dire des modifications de la forme de l'animal dues à des influences extérieures sont fréquentes, on peut également observer un certain nombre de tropismes.

1° - Morphoses

Elles sont assez fréquentes et liées en général à l'hydrodynamisme et à la luminosité, j'en donnerai ici quelques exemples :

a) *Cas de Petrosia ficiformis* : ce Spongiaire se trouve en Méditerranée dans des stations ombragées, c'est une espèce sciaphile assez euryphotique que l'on trouve par exemple sous les petits surplombs ; et sur les tombants. Dans ces biotopes où l'éclairement est encore assez élevé, *Petrosia* se présente sous une forme massive, souvent discoïdale avec une surface de fixation assez réduite. La face supérieure qui porte les oscules au fond de petites cupules est seule colorée en marron ou en marron violacé intense (cette coloration serait due à la présence d'Algues unicellulaires à l'intérieur des tissus).

Lorsqu'on pénètre à l'intérieur d'une grotte ou sous un tombant un peu accentué où l'éclairement est moindre, on assiste à une modification profonde de la forme de l'animal : *Petrosia* prend une forme de plus en plus allongée de façon à ressembler à une baguette plus ou moins ramifiée, de faible diamètre, longue parfois de plusieurs décimètres et fixée en plusieurs points au substrat, les oscules sont répartis régulièrement tout au long ; la coloration est beaucoup moins intense et va du marron clair au blanc sale.

Enfin, dans les recoins les plus obscurs et dans les boyaux on ne trouve plus que des formes globuleuses de la taille d'une noix en moyenne, complètement décolorées et ne portant en général qu'un seul oscule.

b) *Cas des Anthozoaires* : les trois principaux Gorgonaires de Méditerranée (*Eunicella cavolini*, *Eunicella graminea* et *Muricea chamaeleon*) présentent également des morphoses en fonction de l'hydrodynamisme et de la luminosité.

Chez *Eunicella graminea* dont les grands exemplaires atteignent 45 à 50 cm. avec

des rameaux longs et grêles, j'ai pu observer une morphose (sans doute liée à une forte agitation) dans l'archipel de Cavallo, près de Bonifacio : les pieds de Gorgones, longs de 10 à 20 cm. seulement étaient beaucoup plus épais et plus rigides que des individus normaux avec une base de fixation très développée et des ramifications très courtes.

Eunicella cavolini se présente sous trois formes : une forme normale des pans rocheux verticaux peu éclairés, ramifiée en éventail plan régulier de 25 à 35 cm. de long à peu près ; une forme d'hydrodynamisme violent, courte et robuste (comparable à celle d'*E. graminea*) ; une forme des surplombs abrités (ou des entrées de grottes) aux ramifications très longues et grêles, assez souples, atteignant 50 à 60 cm et pendant en forme d'éventail très lâche (grotte de Niolon).

Quant à *Muricea chamaeleon* la plus sciaphile des trois et la moins tolérante, on la trouve parfois à faible profondeur sous de très petits surplombs (Le Brusca, -15 m., le Grand Congloue, face E. -20 m.). Les pieds de cette espèce qui atteignent facilement un mètre de longueur dans leurs conditions habituelles de milieu, présentent ici un véritable phénomène de nanisme et atteignent à peine 15 à 20 cm, les ramifications des pieds les plus extérieurs semblant s'arrêter net à la limite du surplomb comme si l'augmentation de luminosité arrêtait brusquement leur croissance.

Enfin, chez le Corail rouge *Corallium rubrum*, j'ai pu observer, à l'Ile Plane à l'entrée de la grotte une morphose assez curieuse : le pied de Corail au lieu d'être constitué par une "branche" partant d'une surface de fixation peu étendue se présentait comme une assez large plaque de 6 ou 7 centimètres de diamètre, encroûtante et d'où partaient d'assez nombreuses brindilles courtes et très peu ramifiées.

2° - Disposition des animaux sur le fond, tropismes

Un certain nombre d'espèces présentent des tropismes facilement observables. C'est ainsi que dans certaines populations animales, toutes les colonies ont souvent, de plus, une même orientation.

a) *Cas de Eunicella cavolini* : les colonies se développent en forme d'éventail plan, ces éventails sont dans la grande majorité des cas situés dans un plan vertical.

Il est possible que cette disposition permette à l'animal de recevoir le moins de lumière possible, mais il n'est pas certain que le facteur luminosité seul intervienne : j'ai pu observer en effet dans trois stations différentes (face Sud de l'Ile Maître, -20 m. ; grotte de Niolon, -15 m. ; Le Brusca, -20 m.) des exemplaires d'*E. cavolini* dont l'éventail était disposé dans un plan horizontal, dans ces trois localités, les Gorgones en question s'étaient développées sur des parois rocheuses verticales déterminant entre elles un angle dièdre, le plan des éventails étant perpendiculaire à l'arête du dièdre. Les pieds voisins, situés hors du dièdre s'étaient développés normalement dans un plan vertical. Cette disposition pourrait être due à l'existence de mouvements verticaux de l'eau à l'intérieur des dièdres, ainsi que l'a suggéré Jean BLANC (communication orale).

La disposition des Gorgones pourrait donc être, au moins partiellement, sous la dépendance de l'hydrodynamisme et être en rapport avec le mode de nutrition de ces animaux ; en effet pour des espèces se nourrissant surtout de matières organiques figurées en suspension dans l'eau un étalement en éventail perpendiculaire aux mouvements de l'eau permet une meilleure collecte ; il va de soi qu'en l'absence de connaissances précises sur l'hydrodynamisme au niveau du relief immergé ceci ne peut être considéré que comme une simple hypothèse. On retrouve également cette disposition en éventail vertical chez *Muricea chamaeleon* et chez *Corallium rubrum*, mais il semble que dans ce dernier cas ce phénomène soit plutôt en rapport avec la luminosité, le plan des éventails étant régulièrement parallèle à la direction des rayons lumineux incidents.

b) *Cas d'Eunicella graminea* Lamarck : cette espèce, la moins sciaphile et la plus tolérante de nos trois Gorgones se développe toujours verticalement, ses ramifications groupées en un faisceau lâche dressé vers la surface. *E. graminea* qui se développe habituellement sur des surfaces horizontales peut parfois se fixer sur

des pans rocheux verticaux ; on voit alors la colonie, d'abord horizontale, se recourber vers la surface. Ce fait est vraisemblablement en rapport avec la présence de Zooxanthelles symbiotiques dans les tissus de cette espèce. Il s'agit là d'un tropisme nettement caractérisé.

c) Chez le Spongiaire *Agelas oroides*, j'ai pu observer à Corfou, dans des grottes où cette espèce est très fréquente que les longs mamelons portant les oscules étaient tous orientés vers l'entrée, il s'agit encore là d'un phototropisme positif. En Méditerranée occidentale, *Verongia cavernicola* se développe dans des conditions de milieu identiques et présente un phénomène tout à fait analogue.

Il semble que ces quelques exemples montrent assez bien une interaction entre le développement des animaux et les facteurs abiotiques, qui mériterait d'être étudiée en détail.

CHAPITRE III

DIFFERENTS MODES D'INSTALLATION DES PEUPEMENTS SCIAPHILES

EN MEDITERRANEE OCCIDENTALE

A/- LES PEUPEMENTS DES FALAISES SOUS MARINES VERTICALES

LES FALAISES DE L'ÎLOT DU GRAND CONGLOUE

À l'Est de Marseille, dans la partie la plus orientale de l'archipel de Riou, l'îlot du Grand Congloue s'élève verticalement à partir du socle rocheux de l'archipel, en bordure de fonds importants qui atteignent très rapidement, vers l'Est, une certaine de mètres.

La découverte, il y a quelques années, d'une épave antique sur la côte Nord de l'îlot, puis les fouilles effectuées par le Commandant COUSTEAU et son équipe ont permis à un certain nombre de chercheurs de bénéficier des installations du chantier sous-marin pour effectuer des plongées : travaux de J. BLANC (Sédimentologie) de J. PICARD (Peuplement des Amphores) et de F. MAGNE (1952). Ce dernier auteur a donné une étude précise des peuplements algaux des surfaces immergées de l'île, étude à laquelle j'ai fait d'assez larges emprunts en y ajoutant mes propres observations sur les animaux fixés. J'étudierai ici essentiellement la face Orientale de l'île, en donnant ensuite brièvement quelques détails sur les peuplements de la paroi Nord.

FACE ORIENTALE

a) *Description topographique* : Il s'agit d'un pan rocheux vertical ne présentant aucun replat de la surface à la profondeur de -50 m. La partie supérieure du tombant porte localement quelques fissures verticales profondes de un mètre à peu près et hautes de quelques mètres ; à la profondeur de 40 mètres se trouve un décrochement de la paroi constituant un surplomb d'une assez grande longueur, on trouve ensuite de 40 à 45 mètres de nouveau un pan vertical, puis une série de deux ou trois surplombs superposés d'assez faible amplitude et qui font penser aux formes érosives que l'on peut observer dans le domaine terrestre lorsque des strates superposées ne possèdent pas la même dureté ; enfin, vers 50 m. on aboutit à un fonds de vase assez fine en forte pente vers le large. Dans cet ensemble, F. MAGNE (1952) reconnaît un certain nombre de zones, notées par lui de C à F en fonction de leur situation à des profondeurs croissantes, et des peuplements qu'elles portent (les zones A et B correspondent respectivement aux étages supralittoral et médiolittoral).

b) *Etude des peuplements* : de la surface à la profondeur de 40 m. où on trouve le premier surplomb, on assiste à une évolution dans la composition des peuplements, passant de peuplements superficiels bien éclairés à dominance végétale (zone C de MAGNE couvrant les deux mètres superficiels et une partie de la zone D) à des peuplements sciaphiles où les animaux sessiles jouent un rôle de plus en plus important.

Les deux mètres superficiels portent un dense peuplement à Corallines (zone C).

Au-dessous (zone D), la surface de la roche est couverte d'Algues photophiles assez tolérantes : *Dictyopteris membranacea*, *Dictyota dichotoma*. A l'ombre de ces espèces élevées (auxquelles il faut ajouter en hiver la Rhodophycée *Asparagopsis armata* qui est alors dominante) se développe une sous-strate sciaphile qui devient de plus en plus dense au fur et à mesure que la profondeur augmente.

Vers 15 mètres de profondeur cette sous-strate est déjà bien développée avec *Peyssonellia rubra*, *Zanardinia prototypus*, des Spongiaires encroûtants et les premières *Eunicella cavolini*, la strate supérieure à *Dictyopteris* est de plus en plus clairsemée et finit par disparaître presque complètement vers 25 m. A cette profondeur, le recouvrement général est assez faible mais pauvre semble-t-il, les Gorgones en particulier sont abondantes.

De place en place la roche porte des fissures assez profondes ; le peuplement de leurs lèvres varie avec la profondeur et l'orientation. Autour d'une dizaine de mètres de profondeur on peut y observer *Eunicella cavolini* et des peuplements algaux à *Peyssonellia*, la lèvre mieux éclairée portant *Dictyopteris membranacea* et des Hydriaires, j'ai pu noter dans une de ces fissures la présence du beau Stelléride *Hacelia attenuata*, relativement rare en Méditerranée occidentale. Une cavité de la paroi située aux alentours de -20 m. avait sa partie supérieure couverte de *Muricea chamaeleon* de petite taille avec *Udotea petiolata* et *Halimeda tuna*. (Ces enclaves sciaphiles correspondent à la zone E de MAGNE).

Enfin, vers trente mètres on assiste à un changement très net de la composition des peuplements qui deviennent à la fois plus variés et plus riches en faune fixée ; apparition de *Muricea chamaeleon*, *Schismopora avicularis*, Rétépores, Ascidiées sciaphiles (*Halocynthia papillosa*, *Microcosmus sulcatus*), *Salmacina dysteri*, quelques *Agelas oroides*, *Axinella polypodioides*, *Reniera* divers, *Petrosia ficiformis* (A. FALCO a récolté sur cette espèce *Peltodoris atromaculata*, assez rare dans notre région et qui vit habituellement sur les *Petrosia* dans les parties chaudes de la Méditerranée) etc.. La flore comprend surtout *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*, *Mesophyllum lichenoides*, *Codium difforme*, *Peyssonellia rubra*. Cette partie du tombant représente la zone F de MAGNE.

Les peuplements des surplombs situés entre -40 et -50 mètres sont exclusivement à base d'animaux : *Verongia cavernicola* Vacelet, *Corallium rubrum*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia schmitti*, et sont analogues à ceux des grottes que nous étudierons plus loin en détail.

Enfin, sur les pans rocheux verticaux surplombant le sédiment, flore et faune sont appauvris avec en particulier disparition de *Muricea chamaeleon*.

PAROI NORD

Elle est un peu plus compliquée au point de vue de la topographie : une petite paroi verticale de 0 à 10 m. devenant surplombante jusqu'à 15 m. ; une assez large "marche d'escalier" envasée portant de gros blocs rocheux éboulés ; un tombant vertical de 20 à 30 m. et enfin un talus de pied de falaise fortement envasé et localement concrétionné.

L'exposition au Nord se traduit, sur les surfaces verticales, par un moins grand développement des peuplements à *Dictyopteris* (premier tombant et partie supérieure des blocs du replat), par l'apparition à une profondeur moins grande des animaux sessiles (*Eunicella cavolini* dès 4 ou 5 mètres de profondeur et *Muricea chamaeleon* à partir de 20 m.) et par la présence sur le premier replat d'assez riches peuplements à : *Eunicella cavolini*, *Petrosia ficiformis*, *Chondrosia reniformis*, *Eunicella cavolini* (peu

nombreuses) et Spongiaires divers et *Dictyopteris membranacea*, *Dictyota* spp., *Halopteris filicina*, *Peyssonellia rubra*, *Spathoglossum solierii*, *Cystoseira spinosa*, etc ... c'est-à-dire un mélange d'espèces tolérantes à tendance sciaphile plus ou moins nette.

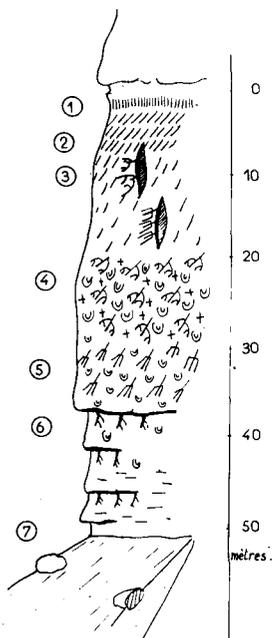


Figure 5 : La falaise orientale du Grand Congloué

1. Peuplements superficiels à Corallines ;
2. Peuplements à *Dictyopteris* ;
3. Failles sciaphiles ;
4. Apparition des espèces sciaphiles : dominance d'*Eunicella cavolini* et des *Peyssonellia* ;
5. Peuplements plus sciaphiles à *Muricea chamaeleon* ;
6. Surplombs à *Corallium rubrum* ;
7. Fond vaseux.

Enfin, il faut noter le grand développement des espèces suivantes : *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*, *Pseudolithophyllum expansum* sur la plupart des surfaces verticales à partir d'une quinzaine de mètres de profondeur.

B/- PEUPEMENT DES GROTTES SOUS-MARINES DE LA REGION MARSEILLAISE

1° - La Grotte de Niolon

Je reprends ici en partie le travail effectué en collaboration avec Jean VACELET (1958) de façon à permettre une comparaison avec les observations que j'ai pu faire dans d'autres grottes de la région.

a) *Situation* - Cette grotte est située sur la côte Nord-Ouest du Golfe de Marseille, à côté du petit port de pêcheurs de Niolon, facilement accessible par voie de terre. Elle est creusée dans une paroi verticale rocheuse d'une quinzaine de mètres de hauteur devant un fond d'herbier en pente moyenne.

b) *Topographie* - La grotte de Niolon est plutôt un tunnel qu'une grotte véritable ; elle est entièrement immergée, la partie la plus haute du plafond se trouvant à -7 m. et le plancher à 15 m. de profondeur en moyenne. Cette profondeur plutôt faible entraîne un hydrodynamisme assez fort (mais non excessif). Les peuplements sont très riches et très variés.

Vers le Nord, la grotte se compose d'un boyau large et bas de plafond débouchant à l'extérieur ; d'une largeur de 4 à 5 m. et d'une hauteur sous voûte ne dépassant pas 2 m. ; ce boyau s'élargit brusquement vers le Sud en une arche de fort diamètre avec une haute entrée latérale. L'arche se prolonge vers le Sud par un auvent fortement surplombant d'une dizaine de mètres de longueur.

c) *Peuplement des parois extérieures* - Ils sont à dominance algale et leur composition sur surface verticale varie rapidement, moins en fonction de la profondeur qu'en fonction des différences d'inclinaison de la roche, parfois difficilement discernables à première vue. On peut distinguer deux zones dans ces peuplements algaux : une zone supérieure à *Dictyopteris membranacea*, *Corallina mediterranea*, *Colpomenia sinusosa* au-dessous de laquelle on trouve un peu-

plement voisin dans lequel j'ai effectué le relevé suivant :

Surface verticale, profondeur : 7 Mètres, surface : 10 mètres carrés.

2.2.	<i>Dictyopteris membranacea</i>	+	<i>Caryophyllia schmitti</i>
1.3.	<i>Peyssonellia</i> non calcifiées	+	<i>Petrosia ficiformis</i>
1.3.	<i>Valonia macrophysa</i>	+	<i>Leucosolenia</i> sp. (blanche)
1.1.	<i>Parerythropodium coralloides</i>	+	<i>Spongia officinalis</i>
1.1.	<i>Udotea petiolata</i>	+	<i>Oscarella lobularis</i>
1.1.	<i>Chondrosia reniformis</i>	(+)	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>
+	<i>Retepora</i> sp.	(+)	<i>Corynactis viridis</i>

A ce niveau apparaissent déjà en sous-strate des espèces animales nettement plus sciaphiles (*Retepora*, *Caryophyllia*).

d) Les parois verticales de l'entrée de la grotte - Les peuplements sont plus sciaphiles et la faune fixée y est plus abondante, les deux éléments caractéristiques étant *Parazoanthus axinellae* et *Eunicella cavolini*. Les Algues sont nombreuses : *Peyssonellia* diverses et aussi des Mélobésiées qui se développent abondamment surtout sous les légers surplombs.

L'activité concrétionnante de ces Algues calcaires se manifeste par l'édification de bourrelets horizontaux, se développant perpendiculairement à la paroi et d'une largeur de 40 à 50 cm. (fig. 5). La présence de ces bourrelets entraîne des variations locales de luminosité, la face supérieure recevant une quantité de lumière plus forte que la partie en surplomb. Les Mélobésiées concrétionnantes se développent surtout sur le bord externe, alors que la face supérieure porte un peuplement à *Peyssonellia* non calcifiées, et que la face inférieure est couverte par un peuplement à *Parazoanthus* et à Madréporaires, on y trouve même quelques pieds de Corail. Un relevé effectué sur une surface de l'ordre de 1 à 5 mètres carrés et qui engloberait une ou plusieurs de ces corniches montrerait un mélange apparent d'éléments très sciaphiles et de Rhodophycées réclamant une luminosité bien supérieure ; plus représentatif du peuplement des surfaces verticales de l'entrée de la grotte est un relevé effectué sur un tombant près de la sortie Nord de la grotte.

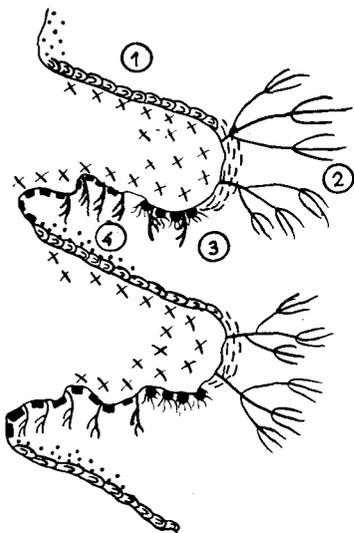
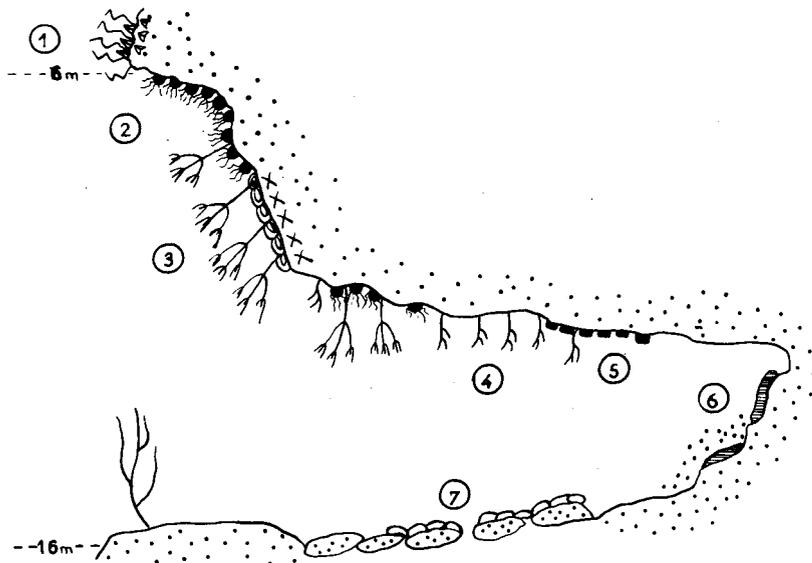
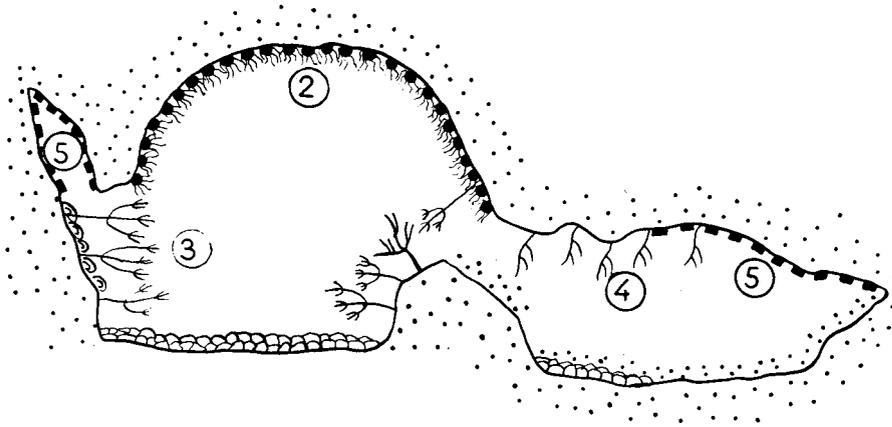


Figure 6 : Bourrelets construits par les Mélobésiées à la grotte de Niolon et les modifications de luminosité qui en résultent. On remarquera que la face supérieure porte des peuplements algaux à *Peyssonellia* tandis que la partie inférieure présente un "raccourci" des peuplements sciaphiles de la grotte.

1. Couverture dense de *Peyssonellia* ;
2. *Eunicella cavolini* et Mélobésiées ;
3. et 4. Partie inférieure à *Parazoanthus*, *Corallium rubrum* et Madréporaires.



Figures 7 et 7 Bis

Deux coupes de la grotte de Niolon ; la première (7) sous l'arche, la seconde (7 bis) sous l'auvent, montrant la répartition des différents types de peuplement.

1. Peuplements photophiles à *Dictyopteris* et Balanes ;
2. Intense développement de *Parazoanthus axinellae* ;
3. Dominance de *Funicella cavolini* ;
4. Faciès à Corail ;
5. Faciès appauvri à Madréporaires
6. Peuplements à *Palmophyllum crassum* ;
7. Plancher à *Chondrilla nucula*.

Profondeur : 10 mètres, surface : 2 Mètres carrés.

- 4.3. *Peyssonellia* non calcifiées
- 3.1. *Eunicella cavolini*
- 1.2. *Leucosolenia* sp. jaune citron
- 1.+ *Oscarella lobularis*
- 1.+ *Reniera* sp. (rose)
- 1.+ *Amaroucium proliferum*
- + *Pyura vittata*

c) *Le plafond de l'arche* - Il est recouvert très densément par un peuplement à base de *Parazoanthus axinellae*, espèce qui dans les grottes et dans la plupart des milieux sciaphiles se trouve indifféremment fixée sur la roche et sur de nombreux organismes. Ce peuplement est d'apparence monospécifique. Cette pauvreté n'est d'ailleurs qu'apparente car un certain nombre d'autres espèces s'y trouvent aussi qui n'apparaissent pas au premier coup d'oeil car elles sont noyées au milieu de l'abondance des *Parazoanthus*. Un relevé a donné les résultats suivants : 10 m², surplomb, prof. 8 m.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 5.5. <i>Parazoanthus axinellae</i> | 1.1. <i>Spongia officinalis</i> |
| 2.1. <i>Pyura vittata</i> | 1.1. <i>Cacospongia scalaris</i> |
| 1.2. <i>Verongia cavernicola</i> Vacelet | + <i>Axinella verrucosa</i> |
| 1.2. <i>Leucosolenia</i> sp. (jaune vif) | (+) <i>Pleraplysilla minchini</i> |
| 1. + <i>Oscarella lobularis</i> | (+) <i>Agelas oroides</i> |

On peut rajouter à ce relevé un certain nombre d'espèces trouvées en épiphytes des *Pyura* : *Corynactis viridis*, *Eudendrium capillare*, *Caryophyllia schimitti*, *Campanularia alta*, *Obelia dichotoma*, *Halecium mediterraneum*, *Hopanglia durothrix*, *Sertularella ellisii* forme *spelea*, *Costazzia caminata*. (det. J. PICARD).

f) *Le plafond de l'auvent et du couloir Nord* - C'est là que se localise le Corail rouge sous forme d'un peuplement en bande allongée occupant la partie moyenne de l'auvent (la partie antérieure faisant transition avec les peuplements des surfaces verticales de l'entrée et portant un peuplement à *Parazoanthus*, *Verongia cavernicola* Vacelet, *Eunicella cavolini* et Spongiaires assez nombreux).

Les relevés que nous avons effectué dans la zone à *Corallium rubrum* ont une composition très constante, j'en donne un ici :

Surplomb horizontal, surface 5 mètres carrés, recouvrement 100 %.

- | | |
|--|------------------------------------|
| 3.2. <i>Corallium rubrum</i> | + <i>Hoplangia durothrix</i> |
| 3.3. <i>Parazoanthus axinellae</i> | + <i>Leptopsammia pruvoti</i> |
| 3.1. <i>Petrosia ficiformis</i> | + <i>Agelas oroides</i> |
| 2.2. <i>Verongia cavernicola</i> Vacelet | + <i>Pyura vittata</i> |
| 2.1. <i>Spongia officinalis</i> | + <i>Halocynthia papillosa</i> |
| 1.1. <i>Pleraplysilla minchini</i> | + <i>Salmacina dysteri</i> |
| 1. ⊕ <i>Oscarella lobularis</i> | + <i>Spongia virgultosa</i> |
| + <i>Caryophyllia schimitti</i> | + <i>Cacospongia scalaris</i> |
| + <i>Adeonella calveti</i> | + <i>Axinella verrucosa</i> |
| + <i>Lithodomus lithophagus</i> | (+) <i>Marthasterias glacialis</i> |
| + <i>Eudendrium capillare</i> | (+) <i>Paracentrotus lividus</i> |
| + <i>Sertularella ellisii</i> | |

Dans les parties les plus sombres, *Corallium* se raréfie et finit par disparaître, à ce niveau les *Leptosammia* prennent un assez grand développement.

Localement, au plafond de l'auvent et de la partie moyenne du couloir N. il existe des renforcements de la roche et des fissures plus ou moins profondes. Le peuplement de ces cavités présente une physionomie complètement différente de celle des peuplements environnants : disparition des grandes espèces dressées (Corail et Gorgones), et prolifération de Madréporaires et d'un Bryozoaire du genre *Costazzia*. Le relevé suivant a été effectué dans une cavité du plafond de la partie Sud de la grotte. Profondeur : 12 m, Surface : 2 mètres carrés, Recouvrement : 100 %.

3.2.	<i>Costazzia caminata</i>	2.1.	<i>Petrosia ficiformis</i>
3.2.	<i>Caryophyllia schmitti</i>	1.2.	<i>Verongia cavernicola</i> Vacelet
2.3.	<i>Hoplangia durothrix</i>	1.2.	<i>Pleraplysilla minchini</i>
2.3.	<i>Parazoanthus axinellae</i>	1.⊕	<i>Oscarella lobularis</i>
+	<i>Leptopsammia pruvoti</i>	1.⊕	<i>Chondrilla nucula</i>
+ ⊕	<i>Corallium rubrum</i>	+	<i>Spongia officinalis</i>
+	<i>Axinella verrucosa</i>	+	<i>Leucosolenia</i> sp.

g) *Les petits surplombs bien éclairés* - Dans la partie méridionale de l'auvent, là où le renforcement est de l'ordre de un mètre à peine et où la luminosité est relativement intense, on trouve un type de peuplement un peu particulier qui rappelle beaucoup ce que nous verrons à propos de la Méditerranée orientale et surtout de Corfou.

Ce type de surplomb est caractérisé par l'abondance relative des grands Bryozoaires dressés, en particulier de *Myrionozoum truncatum* et *Adeonella calveti* et le développement d'Algues sciaphiles : *Valonia macrophysa*, *Palmophyllum crassum*, *Peyssonellia polymorpha* sous sa forme encroûtante.

A Niolon ces peuplements étaient souvent recouverts d'une couche de vase relativement épaisse, vraisemblablement temporaire et n'avaient pas l'air d'en souffrir.

Un relevé effectué à 16 m. de profondeur : (léger surplomb, surface 2 mètres carrés léger envasement) donne :

3.5.	Rhodophycée indéterminée	+	<i>Adeonella calveti</i>
1.1.	<i>Palmophyllum crassum</i>	+	<i>Myrionozoum truncatum</i>
2.2.	<i>Hymeniacion caruncula</i>	+	<i>Peyssonellia</i> (non calcifiées)
1.1.	<i>Botryllus schloesseri</i>	+	<i>Oscarella lobularis</i>
+	<i>Valonia macrophysa</i>	(+)	<i>Peyssonellia polymorpha</i>
		(+)	<i>Dictyopteris membranacea</i>

La couche de sédiment recouvrant les peuplements était discontinue et d'une épaisseur de l'ordre du millimètre.

Un autre relevé à quelques mètres de là mais sous un surplomb plus ombragé montrait un plus grand développement de *Palmophyllum crassum* et des *Peyssonellia*. Ce type de peuplement se prolonge, appauvri, sous l'auvent sous la forme d'une bande étroite sur la paroi du fond, presque au niveau du "plancher". Cette zone est en effet relativement bien éclairée.

h) *Le "plancher"* : il est recouvert de blocs rocheux de diverses tailles sous l'auvent, de gros graviers anguleux sous l'arche et de petits galets dans le couloir Nord.

Suivant la nature du sédiment de l'endroit étudié le peuplement en est assez variable mais témoigne toujours d'un hydrodynamisme assez élevé et d'un envasement moyen. Les blocs situés sous l'auvent sont recouverts par de très nombreux individus de *Chondrilla nucula*, espèce modérément sciaphile, très fréquente sur les rhizomes des Posidonies ; dans les parties les plus éclairées les blocs portent des Mélobésiées, l'Ascidie *Phallusia mamillata*, divers Spongiaires (*Verongia cavernicola* Vacelet, *Chondrosia reniformis*) et quelques pieds de la Gorgone blanche *Eunicella graminea*. On trouve encore des Algues : quelques *Dictyopteris*, *Halimena latifolia* (Det. Mme H. HUVE). Enfin, dans les recoins où la vase a pu s'accumuler prospèrent quelques individus de *Cerianthus membranaceus*.

2° - La Grotte de l'île Plane

Il m'a semblé intéressant de réunir ici les coupes de deux grottes de topographie et d'orientation différentes distantes l'une de l'autre d'une vingtaine de kilomètres.

a) *Situation* : La grotte en question se trouve dans l'Archipel de Riou, sur la face Nord-Est de l'île Plane (ou Calseraigne) à quelques dizaines de mètres des écueils de la pointe orientale de l'île. Les fonds environnants tombent rapidement à 70 ou 80 m. et la roche littorale elle-même descend à près de 50 mètres.

b) *Topographie* : La grotte est en termes de spéléologie un "puits" vertical d'une vingtaine de mètres de profondeur, en forme de cloche. Elle est creusée dans un tombant rocheux lui-même rigoureusement vertical de 0 à -30 m. Ce "puits", très étroit au sommet (2 à 3 m.) ; large à la base d'une dizaine de mètres s'ouvre vers l'extérieur par deux entrées ; l'une petite, de forme irrégulière à la partie supérieure (-4 m.), l'autre très large, formant un portique monumental de 15 m. de haut dont la base est à 30 m. de profondeur.

c) *Luminosité à l'intérieur* : L'exposition au Nord entraîne un éclairage général par une lumière diffuse, très peu de rayons incidents atteignant la paroi Nord de l'Ile. La lumière pénètre surtout par le portique inférieur donnant à l'intérieur de la grotte un éclairage très diffus et très réduit dirigé de bas en haut, très peu de lumière pénétrant par l'ouverture supérieure.

d) *Les peuplements des parois verticales* : Vu son exposition, la paroi portera des peuplements plus sciaphiles que sur les surfaces correspondantes de Niolon, soit, de haut en bas : une zone superficielle à Corallines et *Dyctiopteris* au-dessous de laquelle apparaissent des peuplements sciaphiles à *Eunicella cavolini*, *Peyssonellia* non calcifiées et *Parazoanthus* (ces derniers beaucoup moins abondants qu'à Niolon). Enfin, à partir d'une quinzaine de mètres la roche porte un peuplement à *Muricea chamaeleon*, *Parazoanthus* abondant et *Verongia cavernicola*.

e) *Les peuplements de l'intérieur* : Ils sont plus homogènes et moins tranchés qu'à Niolon car l'éclairage, diffus, est plus uniformément réparti : on peut cependant y discerner trois zones principales.

La partie supérieure de la grotte porte un dense peuplement à *Corallium rubrum* avec d'assez nombreux Spongiaires, *Muricea chamaeleon* y pénètre assez profondément.

Relevé : -10 m., surface 10 mètres carrés, recouvrement : 100 %.

4.1.	<i>Corallium rubrum</i>	+	<i>Axinella verrucosa</i>
2.1.	<i>Leptopsammia pruvoti</i>	+	<i>Costazzia caminata</i>
2.1.	<i>Caryophyllia schmitti</i>	+	<i>Adeonella calveti</i>
2.1.	<i>Verongia cavernicola</i> Vacelet	+	<i>Hemimykale columella</i>
2.1.	<i>Petrosia ficiformis</i>	+	<i>Oscarella lobularis</i>
2.1.	<i>Hoplangia durothrix</i>	+	<i>Reniera</i> sp. (rouge brique)
1.2.	<i>Eudendrium armatum</i>	+	<i>Cacospongia scalaris</i>
1.1.	<i>Pleraplysilla minchini</i>	+	<i>Spongiionella pulchella</i>
1.1.	<i>Acanthella acuta</i>	+	<i>Retepora cellulosa</i> Var. <i>aquilina</i>

Il s'agit donc d'un peuplement assez riche en espèces. Les peuplements à Madréporaires (*Hoplangia* et *Caryophyllia*) occupent comme à Niolon les cavités et les fissures du plafond ; il est intéressant de noter la grande constance de ce faciès que j'ai retrouvé dans toutes les grottes étudiées, tant dans la région marseillaise (Mont Rose, résurgence de Port-Miou) qu'en Grèce, où, avec quelques modifications, il caractérise les cavités des grottes sous-marines que j'ai pu étudier à Corfou.

Au niveau du "plancher", là où l'envasement est très fort, se développent des peuplements particuliers essentiellement à base de Spongiaires, pauvres en Gorgones et en Bryozoaires. Ces peuplements sont assez riches et ont un taux de recouvrement égal à 100 % là où l'envasement n'est pas trop fort et s'appauvrissent là où la vase se dépose d'une façon permanente : ils sont alors constitués par quelques espèces très tolérantes encroûtantes ou dressées :

Un relevé sur une dalle subhorizontale très envasée à l'entrée de la grotte, 1 m. au-dessus du "plancher" (10 mètres carrés, luminosité réduite, envasement sur 5 mm, de 90 % de la surface) donne :

1.1	<i>Axinella verrucosa</i>	
1.1.	<i>Salmacina dysteri</i>	
	+	<i>Phakelia robusta</i>
	+	<i>Hymeniacidon caruncula</i>
	+	<i>Verongia cavernicola</i> Vacelet
	+	<i>Halocynthia papillosa</i>
(+)	<i>Muricea chamaeleon</i> (vitalité réduite)	
	+	<i>Axinella polypodioides</i>

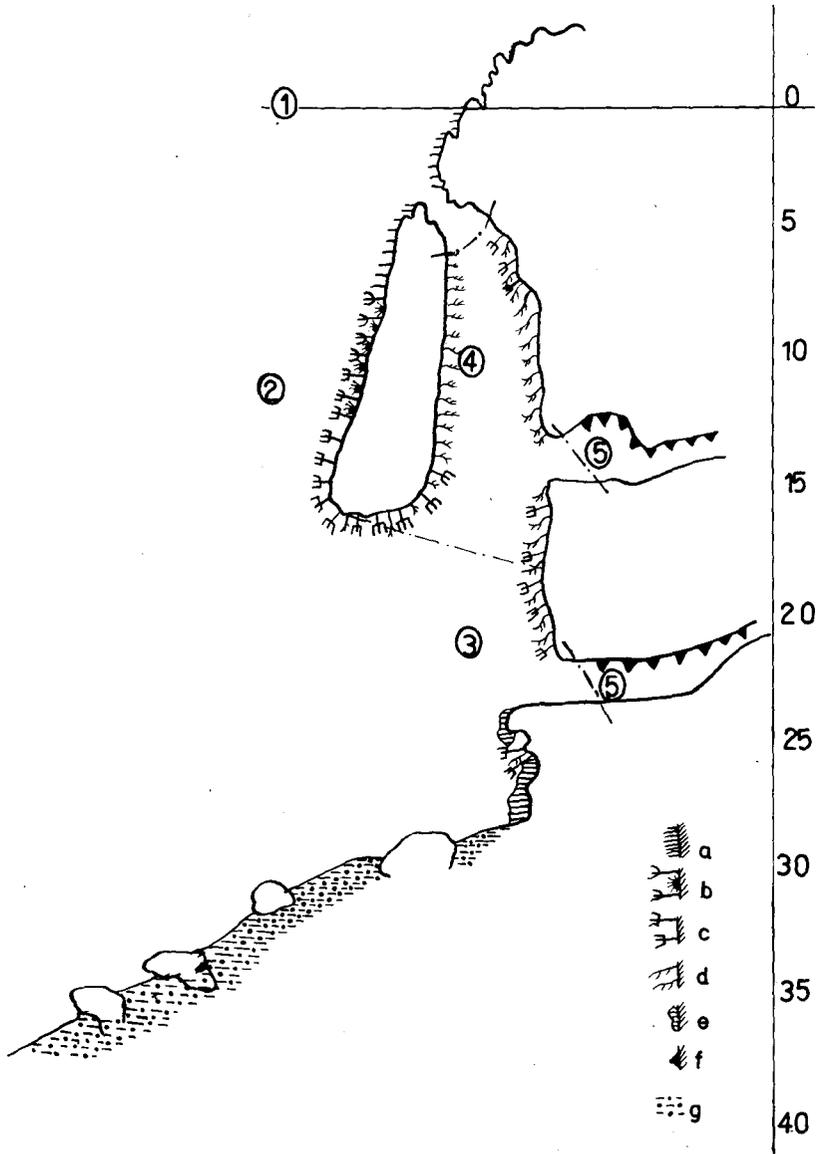


Figure 8 : La Grotte de l'Île Plane
1. Forte luminosité : lumière directe
2. Luminosité moyenne
3. Lumière diffuse assez faible
4. Lumière diffuse très faible
5. Obscurité totale

- a) Peuplements algaux à Corallines et *Dictyopteris*
- b) *Eunicella cavolini* et *Parazoanthus axinellae* ;
- c) *Muricea chamaeleon* ; d) *Corallium rubrum* ;
- e) Peuplements appauvris à Spongiaires ;
- f) Boyaux à *Petrobosia massiliana* ;
- g) Sable vaseux.

- + *Muricea chamaeleon* (vitalité réduite)
- (+) *Axinella polypodioides*

Au-dessus de cette dalle, on pouvait observer des peuplements de transition avec le faciès à Corail rouge, encore assez fortement soumis à l'influence de l'envasement et riches en Spongiaires, dont l'aspect est donné par le relevé suivant : surface : 4 mètres carrés, paroi verticale, fonds de grotte, envasement assez fort, recouvrement 100 %.

- 3. 2. *Petrosia ficiformis*
- 2.2. *Verongia cavernicola* Vacelet
- 2.1. *Leptopsammia pruvoti*
- 1.1. *Muricea chamaeleon*
- 1.1. *Reniera* sp.
- + *Retepora* sp.
- + *Caryophyllia schmitti*

Enfin, le "plancher" lui-même, très fortement envasé est recouvert d'une assez grande abondance de débris d'organismes : axes de Gorgones, Corail mort, nombreux restes d'*Adeonella* et d'autres Bryozoaires dressés dont certaines colonies semblent restées vivantes pendant un certain temps. De petits blocs portent quelques *Muricea* et quelques très beaux exemplaires d'*Axinella polypodioides*.

3° - Les boyaux à obscurité totale de Plane et de Niolon.

Dans une note récente, nous avons, J. VACELET et moi-même, présenté sommairement ce type de milieu très spécial que nous avons pu observer à Niolon. Nous avons pu depuis visiter un certain nombre de ces boyaux en différents points de Méditerranée et en particulier à l'Ile Plane (2, boyaux), à l'Ile Sainte Marguerite près de Cannes (1 boyau) et enfin à Corfou, en Adriatique (3 grottes étudiées) et nous avons pu constater la constance des conditions qui y règnent ainsi que des peuplements qui s'y développent.

En attendant la publication d'un mémoire spécialement consacré à ce sujet en collaboration avec J. VACELET je présente ici brièvement les boyaux de l'Ile Plane et de Niolon en essayant de dégager les caractéristiques essentielles de leur peuplement.

Au point de vue topographique, il s'agit d'étroits couloirs souterrains, entièrement immergés, ou de fonds de grotte situés à une distance de l'entrée telle que la luminosité qui y règne peut être considérée comme nulle.

À Niolon, la galerie, qui se trouve d'ailleurs à une certaine distance de la grotte étudiée par nous, mesure à peu près une quinzaine de mètres et se transforme peu à peu en une étroite fissure verticale où la progression devient vite impossible ; l'eau, à l'intérieur est extrêmement limpide, les sédiments fins qu'elle contient habituellement en suspension se déposant totalement par lente décantation et recouvrant le plancher d'une couche assez épaisse de vase molle ; à Plane, on trouve à différentes hauteurs à l'intérieur de la grotte étudiée plus haut des salles latérales de faibles dimensions d'où partent deux boyaux assez longs et dont le plancher est moins envasé qu'à Niolon.

En ce qui concerne les peuplements, on note tout d'abord une diminution rapide et importante du taux de recouvrement qui passe de 100 % à l'entrée à 50 % à peu près dans les parties encore un peu éclairées à à peu près 20 % au fond de la galerie. Simultanément la roche se recouvre d'une couche très peu épaisse d'un enduit noirâtre (actuellement à l'étude). La faune sessile est représentée par d'assez nombreux tubes de Serpuliens, quelques Madréporaires clairsemés et de petite taille, un petit nombre de Spongiaires de la biocénose des grottes (souvent en état de vitalité réduite) et par la présence d'un Spongiaire très particulier récemment décrit par C. LEVI et J. VACELET : *Petrobiona massiliana* ; cette éponge calcaire se rattache au groupe des Pharétronides, groupe dont la plupart des représentants ont disparu depuis la fin du Crétacé (cf. C. LEVI et J. VACELET, 1958).

Nous avons retrouvé cette dernière espèce à Plane, à Sainte-Marguerite et même à Corfou et Bonifacio.

On notera également, à Niolon, dans un endroit encore un peu éclairé, une certaine abondance de *Madracis pharensis*, Madréporaire assez rare en Méditerranée occidentale où il se localiserait plus ou moins à l'intérieur de ce milieu (retrouvé également à Sainte-Marguerite) et très fréquent en Méditerranée orientale où on le trouve en abondance dans la plupart des peuplements sciaphiles.

Enfin, ces boyaux abritent semble-t-il une faune vagile de Crustacés assez particulière : en particulier le Brachyoure *Herbstia condyliata* (trouvé à Niolon), la crevette rouge *Stenopus scaber*, le Mysidacé *Hemimysis lamornae*.

4° - Comparaison entre les grottes de Plane et de Niolon

J'ai groupé en un tableau les principales caractéristiques de chacune des deux grottes étudiées ainsi que les différents peuplements de leurs parois extérieures et intérieures.

Les différences sont nettes :

à Niolon, tunnel assez largement ouvert, exposé aux coups de mer d'Est et situé à une profondeur assez faible ; l'hydrodynamisme est élevé, (ce que nous avons pu constater par nous même).

à Plane, au contraire, la profondeur de l'entrée et la situation géographique différentes (la grotte étant partiellement abritée de la mer d'Est et du mistral) déterminent un hydrodynamisme très faible avec envasement actif des parties basses de la grotte.

De même l'exposition Nord et la position très basse de l'entrée font que la luminosité moyenne à Plane est à la fois plus faible et répartie d'une manière beaucoup plus régulière qu'à Niolon.

Les résultats de cette comparaison nous permettent assez facilement de nous faire une idée de l'intensité optimum des différents facteurs abiotiques conditionnant le développement de chaque type de peuplement.

Par exemple, à Niolon, *Parazoanthus axinellae* est excessivement abondant sur le plafond de l'arche et pénètre même dans les endroits les plus obscurs, le Corail rouge, par contre, couvre une étroite bande du plafond (moins de 20 % de la surface totale) ; à Plane, au contraire, *Parazoanthus* n'occupe qu'une très faible surface sur la paroi extérieure de la grotte (au-dessus de l'entrée) et le Corail rouge se trouve sur près de 80 % des parois intérieures.

On notera également qu'à Plane, la plus grande homogénéité des facteurs écologiques entraîne une plus grande unité des peuplements.

5° - La biocénose à *Corallium rubrum* et *Parazoanthus axinellae*

L'étude de la grotte de Plane et sa comparaison avec celle de Niolon permettent de compléter la description que nous avons donné, Jean VACELET et moi-même de la biocénose à *Corallium rubrum* et *Parazoanthus axinellae* et autorisent une meilleure interprétation de la répartition de ses différents faciès.

J'ai rassemblé en un tableau les différentes caractéristiques de cette biocénose en y adjoignant les coefficients qui leur avaient été attribués dans les relevés qui ont servi à définir la biocénose (voir plus loin le tableau de relevés).

Je récapitule ici brièvement nos observations sur la répartition des différents faciès observés.

a) *Faciès à Parazoanthus axinellae* : très bien représenté à Niolon et pratiquement inexistant à Plane, il semble rechercher une agitation élevée et une luminosité relativement importante.

b) *Faciès à Corallium rubrum* : il représente l'aspect le plus typique de la biocénose et recouvre la plus grande partie des surfaces intérieures des grottes et des surplombs.

	GROTTE DE NIOLON (Côte N. du Golfe de Marseille)	GROTTE DE PLANE (Archipel de Riou)
Profondeur moyenne	de -7 à -16 m.	de -5 à -30 m.
Exposition des entrées	Sud-Sud-Est ; Nord (plus petite)	Nord-Est
Hauteur maximum sous la voute	7 m. sous l'arche et 2 m. sous l'auvent et dans le tunnel	20 m. à peu près partout, plus quelques petites salles
Longueur	une quinzaine de mètres	très courte, 5 m. de diamètre
Importance des entrées	Plusieurs entrées de grand Ø au N. et au S. SE. Grand auvent (assez bien éclairé)	2 ouvertures, l'une petite à -5 m. une très grande entre -15 et -30 m.
Topographie des environs	creusée dans une petite falaise, fonds en pente douce à -16, -18 m. à peu près (herbier)	Haute falaise sous-marine de 0 à -30m., talus de -30 m à -45 m., fond en pente rapide
Luminosité	assez forte	Faible
Hydrodynamisme	Assez fort par gros temps	Sans doute faible
Envasement	Assez faible (sauf boayux)	Fort sur le plancher
Pollution des eaux	Notable ; présence d'un petit égout non loin de là	Proximité du collecteur de Cortiou (peu d'influence au fond)
Peuplements des parois extérieures	Parois sup. à <i>Arbacia</i>	P. à <i>Dictyopteris</i> et <i>Corallina</i>
	<i>Eunicella</i> , <i>Peyssonellia</i> et Corallines	P. à <i>Eunicella cavolini</i> , <i>Parazoanthus axinellae</i> et <i>Peyssonellia</i> non calcifiées
	<i>Eunicella</i> , <i>Peyssonellia</i> bourrelets de Mélobésiées	P. à <i>Muricea chamaeleon</i> , Mélobésiées, <i>Alcyonium</i> , Bryozoaires
Concrétionnement	Animal : très faible Végétal : Bourrelet sur les parois sup. de l'auvent	Animal : très faible Végétal : parois latérales du porche (et sur le talus)

	GROTTE DE NIOLON (Côte N. du Golfe de Marseille)	GROTTE DE PLANE (Archipel de Riou)
Peuplements des parois intérieures	Faciès à <i>Peysssonellia</i> non cal. <i>Eunicella cavolini</i> et <i>Parazoanthus axinellae</i> , <i>Verongia</i>	Faciès à <i>Corallium rubrum</i> (avec <i>Muricea chamaeleon</i> qui pénètre assez profondément) 70 à 80 % de la surface totale
	Faciès à <i>Corallium rubrum</i> en bande étroite (20 % surface)	Cavités à <i>Hoplangia durothrix</i> et <i>Caryophyllia schmitti</i>
	Cavités à Madréporaires <i>Hoplangia</i> , <i>Caryophyllia</i>	Faciès d'envasement à Spongiaires dans les parties basses
	Faciès d'appauvrissement à <i>Leptopsammia</i> et Spongiaires	
Parties obscures	Peu développées (un boyau) recouvrement 20 % enduit noir <i>Petrobiona</i> R (CC dans le boyau) <i>Stenopus scaber</i>	Bien développées, recouvrement 20 %, enduit noir, <i>Petrobiona</i> A.R. <i>Stenopus scaber</i> , jeunes <i>Palinurus</i>
Peuplement des planchers	grotte ; blocs à <i>Chondrilla nucula</i> , <i>Phallusia mamillata</i> , graviers et galets non colonisés. Dans le boyau, vase molle à <i>Cerianthes</i>	Envasement trop intense, plancher très peu colonisé <i>Axinella</i> diverses

c) *Faciès à Madréporaires* : il est également extrêmement répandu et se trouve toujours dans les mêmes conditions : dans une cavité d'un plafond ou d'une paroi, ou encore, à l'intérieur d'une fissure. Je l'ai rencontré non seulement en de nombreux points de la région marseillaise et de Méditerranée occidentale, mais encore j'ai pu remarquer, à Corfou et en Méditerranée orientale l'existence de peuplements analogues correspondant à des conditions de milieu identiques.

d) *Faciès d'appauvrissement* : ils sont assez nombreux et encore assez mal connus. Leur composition varie avec la nature du facteur dont la trop grande intensité provoque l'appauvrissement des peuplements. Dans la plupart des cas c'est un hydrodynamisme trop intense dans une station trop proche de la surface qui réalise l'apparition de ces faciès, on a alors des peuplements encore assez denses mais où une grande partie des espèces caractéristiques de la biocénose a disparu et où les Hydraires connaissent un assez grand développement (*Sertularella* et *Eudendrium* en particulier). Un envasement excessif conduit au contraire à des peuplements à Spongiaires et plus spécialement à *Axinella* sp. et *Phakelia robusta* (plancher de la grotte de l'île Plane).

Biocénose à *Corallium rubrum*

Localité et N° du relevé	Niolon 7	Niolon 8	Plane 2	Niolon 9	Niolon 10
Surface relevée	10 m ²	10 m ²	10 m ²	1 m ²	10 m ²
Emplacement	Arche	Auvent	grotte verticale	cavité du plafond	fond de grotte
Recouvrement	100 %	100 %	100 %	100 %	80 %
Profondeur	10 m.	13 m.	15 m.	12 m.	15 m.
1) <u>Caractéristiques exclusives</u> :					
<i>Corallium rubrum</i>	(+)	3.2	4.1	(+)	
<i>Verongia cavernicola</i> Vacelet	1.2	2.2	2.2	1.2	1.1
2) <u>Caractéristiques préférentielles</u> :					
<i>Parazoanthus axinellae</i>	5.5	3.3	.	2.3	1.3
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	.	+	2.1	+	1.2
<i>Caryophyllia schmitti</i>	+	+	2.1	2.3	1.3
<i>Hoplangia durothrix</i>	.	+	2.1	2.3	+
<i>Costazzia caminata</i>	+	+	+	3.2	(+)
<i>Petrosia ficiformis</i>	+	3.1	2.1	2.1	2.1
<i>Oscarella lobularis</i>	1.1	1.1	+	1.1	2.1
<i>Aeonella calveti</i>	.	+	(+)	.	.
<i>Schismopora avicularis</i>	+	.	.	.	.
<i>Agelas oroides</i>	+	+	.	.	.
<i>Pyura vittata</i>	1.1	+	.	(+)	(+)
3) <u>Compagnes</u>					
<i>Microcosmus sulcatus</i>	(+)	+	.	(+)	+
<i>Halocynthia papillosa</i>	.	(+)	.	(+)	.
<i>Muricea chamaeleon</i>	.	.	+	.	.
<i>Chondrilla nucula</i>	.	.	.	1.1	.
<i>Parerythropodium coralloides</i>	.	+	.	2.1	.

C/- LES PEUPELEMENTS "CORALLIGENES" DES TALUS DE PIED DE FALAISE

On appelle "talus de pied de falaise" des formations sédimentaires actuelles très répandues en Méditerranée (J. PICARD, 1954).

Ces talus sont constitués à la fois par des blocs éboulés des niveaux supérieurs et par un sédiment grossier d'origine organique (débris d'animaux calcaires : Mollusques, Bryozoaires et d'Algues calcifiées) auquel s'ajoutent des sédiments fins terrigènes ; ces talus sont en engraissement constant et peuvent atteindre une épaisseur assez considérable. Ils sont très fréquents dans la région marseillaise et en particulier aux Congloues, à Plane, Maïre et Riou. J'ai pu également les observer en eaux grecques. Le peuplement de ces talus sera donc composite suivant qu'il s'établira sur substrat dur ou sur le sédiment. De plus, les talus sont caractérisés par l'existence d'un très important concrétionnement algal à base de Mélobésiées. Ce type de peuplement correspond partiellement à ce que J.M. PERES et J. PICARD ont appelé le Coralli-

gène d'Horizon Inférieur de la Roche Littorale.

J'étudierai ici les peuplements du talus qui s'étend de -30 m. à -45 m. sur la face Nord-Est de l'Ile Plane au niveau de la grotte sous-marine précédemment étudiée.

a) *Description topographique* : il s'agit d'une pente (30 à 40 %) inclinée vers la profondeur où des blocs éboulés forment une partie assez faible de l'ensemble. Par contre les concrétions, de taille variable (en général de l'ordre du 1/2 m³ mais atteignant parfois 4 ou 5 m³), sont disposées comme les marches d'un escalier reliées entre elles par des plages peu étendues de sédiment grossier assez fortement envasé ; les dalles de concrétions algales sont à peu près horizontales et se terminent en surplomb dans le sens de la pente.

b) *Peuplement* : la masse des concrétions dont il est difficile de dire si elles se sont constituées à partir d'Algues fixées primitivement sur un bloc rocheux ou colonisant le sédiment (la première hypothèse me semble plus vraisemblable) est formée de plusieurs espèces d'Algues calcaires. Vu la difficulté de détermination des Mélobésiées, je me contenterai de citer ici essentiellement *Pseudolithophyllum expansum* et *Lithophyllum lenormandi*. *Mesophyllum lichenoides* qui semble posséder une biologie légèrement différente y est relativement peu abondant semble-t-il. On y trouve, par contre, couramment *Peyssonellia polymorpha* sous sa forme encroûtante mais elle ne semble pas jouer un rôle constructeur important.

La structure des blocs est assez variable semble-t-il en fonction de l'espèce qui les constitue. Elle est parfois assez nettement feuilletée et englobe de nombreux débris de grands Bryozoaires et des tests de petits Mollusques. Il ne semble pas qu'il y ait une cimentation des thalles morts, ceux-ci sont en général couverts d'un enduit noirâtre. L'intérieur des concrétions est souvent occupé par des Cliones qui tendent à les détruire.

Le développement des concrétions aboutit à la formation de surfaces diversement inclinées : surfaces horizontales à la partie supérieure, pans verticaux latéraux et petits surplombs. L'éclairement de ces surfaces variant suivant leur situation, elles porteront donc des peuplements différents.

Nous aurons donc, sur tous les substrats durs du talus, une véritable mosaïque de peuplements distincts.

Les peuplements de la partie supérieure des concrétions sont assez constants. Un relevé effectué à la profondeur de 43 m. sur un bloc d'une grosseur approximative de 4 m³ (surface supérieure, 10 m², recouvrement 90 %, envasement moyen) (fig. 9) donne la composition suivante :

Strate élevée :	Sous-strate :
2.2 <i>Dictyopteris membranacea</i>	1.1 <i>Peyssonellia</i> non calcifiées
1.1. <i>Cystoseira</i> sp.	+ <i>Peyssonellia polymorpha</i>
+ <i>Asparagopsis armata</i>	+ <i>Halimeda tuna</i>
(vitalité réduite)	
+ <i>Ulva lactuca</i>	+ <i>Udotea petiolata</i>
+ <i>Eunicella cavolini</i> (vit. réd.)	+ <i>Codium difforme</i>
+ <i>Eunicella cavolini</i> (vit. réd.)	+ <i>Palmophyllum crassum</i>
+ <i>Muricea chamaeleon</i> (vit. réd.)	+ <i>Reniera</i> sp.
+ <i>Alcyonium acaule</i>	Plus un certain nombre d'animaux
+ <i>Microcosmus sulcatus</i>	sédentaires :
ep.	1.1 <i>Antedon mediterranea</i>
+ <i>Crella mollior</i>	+ <i>Sphaerechinus granularis</i>

On remarquera d'abord l'absence pratiquement totale de Mélobésiées vivantes à la surface d'un bloc constitué pourtant entièrement par les thalles morts de ces Algues ; on remarquera également l'abondance des formes à vitalité réduite de la strate élevée et le faible recouvrement de la sous-strate : il s'agit donc d'un peuplement fortement appauvri.

Il y a sans doute à ce fait plusieurs causes : d'une part, la proximité du sédiment et l'envasement assez fort, d'autre part, l'existence de violents mouvements des

eaux à cette profondeur pourtant déjà assez considérable n'est pas impossible ; on trouve, en effet, à la surface supérieure du bloc étudié de véritables "marmites de géant" de 20 à 30 cm de diamètre, contenant un certain nombre de cailloux assez arrondis, libres, et absolument pas colonisés, ce qui semble indiquer que les mouvements qui ont créé ces "marmites", sont actuels. Les faces latérales du bloc ont subi une érosion en "anses" assez caractéristique. De tels mouvements des eaux expliqueraient l'appauvrissement des peuplements. Ce relevé a été effectué au mois de Juin.

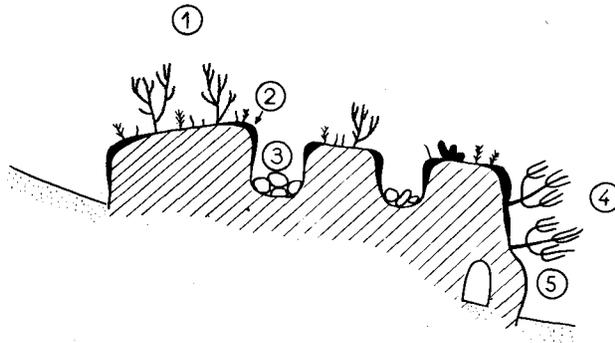


Figure 9 : Bloc concrétionné Ile Plane -45 mètres

- 1 : Surface horizontale (relevé de la p. 144) ;
- 2 : *Pseudolithophyllum expansum* ;
- 3 : Cuvettes d'érosion ;
- 4 : Paroi latérale *Pseudolithophyllum* et *Muricea* ;
- 5 : Peuplement appauvri à *Leptopsammia pruvoti* et Rhodophycées avec érosion en "anses".

Par comparaison un relevé effectué non loin de là à la profondeur de 40 m. sur un petit replat plus éloigné du sédiment et au mois de Décembre donne les résultats suivants : surface : 4 m², recouvrement : 100 %.

Strate élevée :

- 2.1. *Myrionozoum truncatum*
- 2.1. *Muricea chamaeleon*
- 1.1. *Eunicella cavolini*
- + *Microcosmus sulcatus*
- (+) *Eunicella graminea*

Sous-strate :

- 5.4. Mélobésiées indéterminées (*Lithophyllum* ?)
- 3.2. *Peyssonellia* non calcifiées
- 1.1. *Palmophyllum crassum*
- 1.1. *Zanardinia prototypus*
- 1.1. *Codium difforme*

On notera ici au contraire le grand développement de la sous-strate. Dans le cas du premier bloc étudié un tel peuplement se trouvait surtout sur les pans latéraux mais en plus pauvre.

Enfin, moins profondément, vers 35 m. sur le talus lui-même, les peuplements apparaissent comme particulièrement riches : un relevé sur la partie supérieure des blocs (surface : 10 m², pente 30 %, recouvrement 100 %, prof. 35 m.) donne les résultats suivants :

1°) un lot de Phéophycées

- 2.2. *Dictyopteris membranacea* + *Phyllaria reniformis*
- 1.1. *Dilophus ligulatus* + *Spathoglossum solierii*

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| + <i>Dictyota dichotoma</i> | + <i>Cystoseira discors</i> |
| | + <i>Zanardinia prototypus</i> |

2°) tout un lot d'Algues sciaphiles

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1.2. <i>Peyssonellia</i> non calcifiées | + <i>Callithamnion</i> sp. |
| 5.5. <i>Pseudolithophyllum expansum</i> | + <i>Liebmannia leuillei</i> |
| + <i>Halimeda tuna</i> | + <i>Palmophyllum crassum</i> |
| + <i>Udotea petiolata</i> | |
| + <i>Mesophyllum lichenoides</i> | |
| + <i>Asparagopsis armata</i> | |
| + <i>Herposiphonia tenella</i> | |

3°) des Invertébrés sessiles

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 2.2. <i>Muricea chamaeleon</i> | + <i>Myrionozoum truncatum</i> |
| 2.2. <i>Eunicella cavolini</i> | + <i>Adeonella calveti</i> |
| + <i>Eunicella graminea</i> | + <i>Schismopora avicularis</i> |
| + <i>Alcyonium acaule</i> | + <i>Microcosmus sulcatus</i> |
| + <i>Parerythropodium coralloides</i> | (+) <i>Halocynthia papillosa</i> |
| + <i>Spirographis spallanzanii</i> | + <i>Avicula hirundo</i> |

(Les Algues de ce relevé ont été déterminées par Roger MOLINIER).

Enfin, une récolte sur des formations tout à fait identiques (profondeur, exposition, aspect et composition des peuplements), a fourni les espèces suivantes (Bryozoaires déterminés par Y. GAUTIER) :

Aeta sica, *Cellaria salicornioides*, *Scrupocellaria scrupea*, *Scrupocellaria scruposa*, *Beania magellanica*, *Synnotum aviculare*, *Schizomavella mamillata*, *Porella cerviconis*, *Crisia* cf. *denticulata*, *Entalophora raripora*, *Diplosolen obelium*.

Les parois latérales du premier bloc étudié portent un peuplement où les Mélobésiées et les Anthozoaires sont plus abondants que dans ceux de la face supérieure, on y trouve par ordre d'abondance relative : *Muricea chamaeleon*, une Rhodophycée rampante à thalles de faibles dimensions, *Eunicella cavolini*, *Palmophyllum crassum*, ainsi que *Pseudolithophyllum expansum*, ; cette dernière espèce était d'ailleurs beaucoup plus abondante sur les autres blocs étudiés.

Enfin, sous tous les surplombs déterminés par les blocs concrétionnés se développent des peuplements (appauvris) tout à fait comparables à ceux des grottes étudiés précédemment avec *Verongia cavernicola* Vacelet, *Oscarella lobularis*, *Petrosia ficiformis*, *Leptopsammia pruvoti* et même quelques petits échantillons de *Corallium rubrum*.

En tous cas, le peuplement des parois latérales et des surplombs se différencie très nettement de celui des parois supérieures par la disparition de la strate élevée de Phéophycées tolérantes et le développement des espèces animales sciaphiles ; les relevés effectués dans ces formations concrétionnantes d'horizon inférieur de la roche littorale ne laissent pas de doute à cet égard ; il y a là une juxtaposition de deux (au moins) biocénoses différentes ainsi que nous le verrons plus loin.

c) *Installation et développement de ces formations* : Pour pouvoir se développer, le concrétionnement d'horizon inférieur de la roche littorale a besoin d'un certain nombre de conditions : une luminosité suffisamment affaiblie et un envasement pas trop accentué semblent être indispensables.

Dans la région marseillaise, les formations concrétionnantes se développent à partir d'une profondeur de l'ordre d'une trentaine de mètres, elles sont particulièrement bien développées sur les talus de falaises sous-marines exposées au Nord où l'on peut les trouver à partir d'une vingtaine de mètres.

Sur le talus situé à la base de la paroi orientale du Grand Congloue, à la profondeur de 45 mètres on n'observe pas ces formations, il semble qu'ici l'envasement soit trop accentué, la pente étant recouverte d'une épaisseur apparemment assez considérable d'un sédiment vaseux très fin. L'appauvrissement apparent de la flore et de la faune des concrétions au niveau du sédiment semble être un phénomène assez général ; on observe de plus, au bas du talus, à une profondeur allant de 40 à 60 m. un change-

ment dans la forme des blocs concrétionnés qui deviennent en général plus massifs et plus compacts et peuvent assez fréquemment (Paroi Nord du petit Congloue, -40 m., et dans certaines stations en Méditerranée orientale, -60 m.) constituer un véritable tombant dominant les sédiments du fond.

Enfin, un certain nombre de problèmes se posent à propos desquels il m'est encore difficile d'avancer autre chose que des hypothèses : le problème des modifications annuelles dans la composition des peuplements en fonction des variations de la luminosité et de la durée d'éclairement et le problème de la délimitation de l'ancienne "biocénose précoraligène". Je n'ai pas eu, en effet, par suite de difficultés matérielles, l'occasion de vérifier les observations de J. PICARD (1954) qui a constaté une "détérioration estivale" des éléments sciaphiles suivie d'une reconstitution hivernale permettant à nouveau le développement d'une sous-strate concrétionnante ; je me contente donc de renvoyer au mémoire de cet auteur.

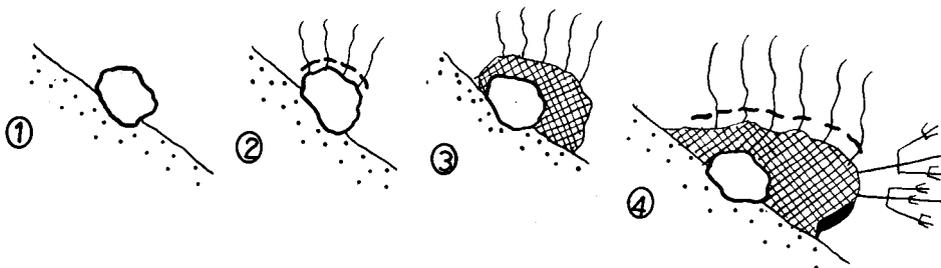


Figure 10 : Formation des concrétionnements de talus de pied de falaise
1 : substrat dur initial ;
2 : installation des peuplements algaux à *Dictyopterus*
et de la sous-strate concrétionnante ;
3 : apparition et développement du concrétionnement ;
4 : des peuplements plus sciaphiles s'installent sur les
parois verticales et en surplomb.

D/- LE "CORALLIGÈNE DE PLATEAU"

Dans une série de publications récentes, J.M. PERES et J. PICARD (1951-1953) font le point des différents types de peuplements "coralligènes" de Méditerranée en fonction des travaux anciens de MARION et de PRUVOT et des recherches actuelles entreprises par la Station Marine d'Endoume.

Ces auteurs décrivent pour ces peuplements trois types de localités ou "stations" qui sont :

- le "Coralligène d'horizon inférieur de la roche littorale",
- le "Coralligène de plateau",
- le "Coralligène des grottes et des surplombs".

Le "Coralligène de plateau" serait un type de peuplement sciaphile où les Mélobésiées concrétionnantes jouent un rôle de premier plan : elles constitueraient sur le fond de la mer initialement meuble, une croûte d'épaisseur variable, parfois très grande, continue ou en mosaïque ; le peuplement de ces concrétions, assez riche en espèces, comporterait la plupart des formes vivant dans les autres stations "coralligènes".

Vue la profondeur (de 50 à 130 m. suivant les endroits) à laquelle se développent ces concrétions qui d'après les auteurs qui les ont décrites ne sont jamais en contact avec la roche littorale, je n'ai pas pu jusqu'à présent les observer en place et n'ai pu accumuler sur elles que des documents très réduits.

Quelques observations sur des dragages dans le Cap Corse en 1956 et avec la "CALYPSO" en Méditerranée orientale (1955-1956) sont à la base de ce qui suit.

Tout d'abord il semble à peu près certain qu'un certain nombre de signalisations de "Coralligène de plateau" doivent être considérées comme erronées et assimilées à du "Coralligène d'horizon inférieur de la roche littorale", de plus, l'intensité de la sédimentation dans nos régions depuis les travaux de MARION a vraisemblablement fait disparaître un certain nombre de fonds "coralligènes" au bénéfice de la vase cotière.

Le caractère dominant de ce type de peuplement semble surtout être le fait que son établissement dépendrait avant tout des conditions climatiques locales en particulier de la clarté des eaux et de leur température ; la bathymétrie jouerait un rôle prédominant. Ces faits, joints à l'existence probable d'une série évolutive des peuplements conduisant à la forme typique du "Coralligène de plateau" ont permis à Roger MOLINIER et J. PICARD (1953) d'en faire un véritable climax, comparable à celui de l'herbier de Posidonies.

En l'absence d'observations détaillées (que permettront sans doute dans un proche avenir les nouveaux appareils de pénétration encore à l'étude ou déjà en service : "tourrelle" Galeazzi et "soucoupe plongeante") on peut constater les faits suivants :

1) Les peuplements correspondant à des pointements rocheux profonds doivent être étudiés à part.

2) A partir d'une certaine profondeur, sur substrat meuble, on peut avoir toute une série de peuplements "coralligènes" "larvés" comprenant d'assez nombreuses formes fixées soit directement sur le substrat meuble (qui est le plus souvent un "Détritique côtier" plus ou moins envasé) : (*Palmophyllum crassum*, etc ...) soit sur des nodules de Mélobésiées libres ou de petits blocs rocheux (Gorgones diverses, Grands Bryozoaires, etc ...). Ces fonds n'évoluent pas vers un "Coralligène de plateau" typique, les conditions de milieu (envasement trop fort, luminosité trop intense ou trop faible) ne se prêtent pas au développement des concrétions.

En Corse, où le problème a été étudié par dragages (Roger MOLINIER, Thèse 1958) un certain nombre de localités, situées entre 50 et 90 m. semblent être transférables à ce type de fonds, en particulier celle de la Pointe Curza (Côte sud du Golfe de Saint-Florent) ; une plongée à la profondeur de 70 m. ne m'a pas permis de l'observer, n'ayant trouvé qu'un Détritique côtier assez envasé mais les pêcheurs remontent dans leurs filets, mouillés un peu plus au large, de très gros blocs à base de *Néogonolithon mamillatum* et *Pseudolithophyllum expansum* portant un peuplement caractéristique à *Muricea chamaeleon*, *Palmophyllum crassum*, *Vidalia volubilis*, *Myrionozoum truncatum*, *Cystoseira opuntioïdes*. Il y a aussi une belle station à trois milles au large de la pointe Magnola (Agriattes) par soixante mètres de fond que je n'ai pu malheureusement visiter.

Il en est de même sur le haut-fond de Centuri au Nord du Cap Corse, par des fonds de 55 à 80 mètres où les pêcheurs remontent de gros blocs à *Pseudolithophyllum expansum*, *Lithothamnion philippi*, *Mesophyllum lichenoides*, *Vidalia volubilis*, *Palmophyllum*, *Cystoseires* profondes, Bryozoaires et Gorgones.

Enfin, une signalisation incertaine (50 à 60 m.) m'a été communiquée par mes camarades P. DURAND et R. MIDY du Centre de Saint-Florent, au large de la Giraglia.

Il est vraisemblable que la répartition des différentes espèces constituant le peuplement de ce "Coralligène" est analogue à celle que l'on peut observer dans le "Coralligène d'horizon inférieur de la roche littorale" étudié plus haut (Ile Plane). D'après Roger MOLINIER les pieds de *Corallium rubrum* et de *Leptopsammia pruvoti* récoltés sur les blocs concrétionnés, remontés par les filets de pêcheurs à Centuri se trouvaient en position sciaphile à l'intérieur des cavités des blocs, les surfaces supérieures de ceux-ci portant des peuplements algaux comparables à ceux qui se développent dans la même position sur les blocs de l'Ile Plane.

Entrent aussi dans la composition de certains relevés les espèces suivantes : *Ulva lactuca* (relevé 6), *Dilophus fasciola* (5), *Cystoseira discors* (5), *Agelas oroides* (9), *Spongiocella pulchella* (11), *Acanthella acuta* (10), *Sphaerococcus coronopifolius* (4), *Eudendrium armatum* (10), *Eudendrium capillare* (8), *Sertularella ellisi* (8), *Lithodomus lithophagus* (8), *Liebmannia levillei* (5), *Herposiphonia tenella* (5), *Callithamnion* sp. (5), *Chondrilla nucula* (11); *Leucosolenia* spp (2,81).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Localité	N.1	N.4	Le B.	N.11	P.15	P.1	P.4	h.7	N.8	P.2	N.9	N.10
Profondeur	-7m	-10m	-13m	-15m	-35m	-42m	-42m	-10m	-13m	-15m	-12m	-15m
Surfaces relevées	5m ²	4m ²	10m ²	25m ²	10m ²	5m ²	5 m ²	10m ²	10m ²	20m ²	1m ²	10m ²
Inclinaison	vert	vert	vert	hor	hor	hor	hor	surp	surp	grot	grot	grot
Recouvrement	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80%	100%	100%	100%	100%	80%
<i>Asparagopsis armata</i>	.	.	.	2.1.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Spathoglossum solierii</i>	.	.	.	2.3.	+	(+)	.	.	.	.	.	.
<i>Phyllaria reniformis</i>	.	.	.	2.3.	+	(+)	.	.	.	.	.	.
<i>Cystoseira opuntioides</i>	.	.	.	1.2.	+	(+)	.	.	.	.	.	.
<i>Dictyopteris membranacea</i>	2.2.	1.2.	.	3.3.	2.2.	2.2.	.	.	.	.	.	.
<i>Udotea petiolata</i>	1.3.	.	2.2.	(+)	+	1.1.	(+)	.	.	.	.	.
<i>Halimeda tuna</i>	(+)	.	2.2.	(+)	+	+	(+)	.	.	.	.	.
<i>Peyssonellia non cal</i>	1.3.	4.4.	2.8.	3.3.	1.2.	1.1.	3'2.	.	.	.	.	.
<i>Eunicella cavolini</i>	.	3.3.	3.3.	.	2.2.	+	1.1.	.	.	.	.	.
<i>Retepora cellulosa</i>	1.1.	.	+	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myriozoneum truncatum</i>	.	.	1.1.	.	+	.	2.1.	.	.	.	.	.
<i>Peyssonellia polymorpha</i>	.	.	.	+	(+)	+	(+)	.	.	.	.	.
<i>Codium difforme</i>	.	.	.	.	.	+	1.1.	.	.	.	.	.
<i>Zanardinia prototypus</i>	.	.	.	(+)	+	+	1.1.	.	.	.	.	.
<i>Palmophyllum crassum</i>	.	.	.	.	+	+	1.2.	.	.	.	.	.
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	.	.	.	3.4.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Pseudolithophyllum sp</i>	.	.	.	.	5.5.	5.5.	(+)	.	.	.	.	.
<i>Alcyonium acaule</i>	.	.	.	.	+	+	(+)	.	.	.	.	.
<i>Eunicella graminea</i>	.	.	.	.	+	(+)	(+)	.	.	.	.	.
<i>Muricea chamaeleon</i>	.	.	.	.	2.2.	+	2.2.	.	.	+	.	.
<i>Adeonella calveti</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
<i>Schismopora avicularis</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Halocynthia papillosa</i>	.	.	+	+	(+)	(+)	.	.	(+)	(+)	(+)	.
<i>Microcosmus sulcatus</i>	.	.	.	.	+	+	+	(+)	+	(+)	+	(+)
<i>Parerythropodium coralloides</i>	.	+	+	.	+	+	+	.	+	.	2.1.	.
<i>Salmacina dysteri</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.
<i>Corallium rubrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	(+)	3.2.	4.1.	(+)	.
<i>Parazoanthus axinella</i>	.	.	3.3.	.	.	.	.	5.5.	3.3.	.	2.3.	1.3.
<i>Verongia cavernicola</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.2.	2.2.	2.2.	1.2.	1.1.
<i>Caryophyllia schmitti</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2.1.	3.2.	1.1.
<i>Hoplangia durothrix</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2.1.	2.3.	+
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2.1.	+	1.2.
<i>Costazia caminata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	3.2.	(+)
<i>Petrosia ficiformis</i>	+	.	+	.	.	.	.	+	3.1.	2.1.	2.1.	2.1.
<i>Oscarella lobularis</i>	+	+	+	.	.	.	.	1.1.	1.1.	+	1.1.	2.1.
<i>Axinella verrucosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1.	+	+	.
<i>Reniera aquaeductus</i>	.	1.1.	.	.	.	.	+	1.2.	+	2.2.	.	.
<i>Spongia officinalis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	2.1.	.	1.1.	2.2.
<i>Pyura vittata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1.	+	.	.	+
<i>Chondrosia reniformis</i>	1.1.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	(+)	+
<i>Pleraplysilla minchini</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1.	1.1.	.	.
<i>Henimycale columella</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.

E/- TABLEAU DE RELEVÉS POUR LA RÉGION MARSEILLAISE

En plus de l'étude des grottes sous-marines, je n'ai pu que récemment commencer à appliquer les méthodes phytosociologiques aux autres milieux, ce tableau de relevés est donc encore incomplet mais les problèmes qu'il pose et les indications qu'il donne sur un certain nombre de peuplements m'ont paru justifier son inclusion dans ce travail.

Les relevés qui y figurent portent sur quatre types de surfaces :

- Surfaces verticales ou "tombants" : relevés IX, 2 et 3.
- Surfaces horizontales à faible profondeur (15 m.) : relevé n° 4.
- Surfaces subhorizontales concrétionnées profondes : relevés N°^S 5, 6, 7.
- Surfaces surplombantes (grottes sous-marines) : relevés N°^S 8, 9, 10, 11, 12.

Les peuplements de ces différentes surfaces sont tous plus ou moins sciaphiles, la surface recevant le plus fort éclaircissement étant celle analysée dans le relevé n° 4.

J'ai fait figurer en regard de chaque relevé un certain nombre d'indications permettant de se faire une idée des conditions de milieu.

N : Niolon - P : Ile Plane - Le B : Le Brus. suivi du n° du relevé

De l'analyse de ce tableau on peut déduire un certain nombre de constatations.

1) La séparation s'avère extrêmement nette entre les peuplements sciaphiles du talus et ceux des grottes sous-marines dont l'individualité en tant que biocénose est certaine.

2) Par contre, on est en droit de se demander si les peuplements des parois verticales et ceux des concrétionnements de pied de falaise sont à ranger dans une seule ou dans plusieurs biocénoses.

Le tableau de relevés ne fait pas en effet apparaître de différences très nettes, à part un appauvrissement des peuplements des surfaces verticales, ainsi que des surfaces verticales peu profondes par rapport à ceux des surfaces subhorizontales profondes.

Dans la première alternative on aurait une seule grande biocénose englobant à la fois l'ancien "Précoraligène" de J.M. PERES et J. PICARD, et une partie de "Coralligène" de ces deux auteurs, à savoir ce qui était désigné jusqu'à présent sous le nom de "Coralligène d'horizon inférieur de la roche littorale" et vraisemblablement aussi l'ancien "Coralligène de plateau" dont les peuplements semblent très fortement apparentés à ceux du précédent. Le terme "coralligène" employé par MARION (1883) pour désigner toute une gamme de fonds plus ou moins sciaphiles, meubles ou concrétionnés, devrait alors être abandonné dans sa signification actuelle.

Dans la seconde alternative, il existerait deux grandes biocénoses : la première groupant une partie des espèces caractéristiques de l'ancien "Précoraligène" : *Hali-medea tuna*, *Udotea petiolata*, *Peyssonellia squamaria* et un certain nombre d'espèces animales anciennement classées comme "coralligènes" : *Eunicella cavolini* par exemple et d'assez nombreux Hydraires, et correspondant entièrement ou en partie à l'*Udotea Peyssonelliatum squamariae* (Roger MOLINIER, 1958) ; il est d'ailleurs à noter que cet auteur a analysé cette association essentiellement dans des stations superficielles ou encore en sous-strate des Posidonies, deux cas dans lesquels elle est vraisemblablement assez appauvrie.

La deuxième biocénose serait à base d'Algues calcaires : *Pseudolithophyllum expansum*, *Lithothamnion philippi*, *Neogoniolithon mamillatum*, *Peyssonellia polymorpha* (cette dernière espèce ne semblant pas jouer un rôle constructeur important), d'Invertébrés assez nombreux : *Alcyonium palmatum*, *Muricea chamaeleon*, *Myrionozoum truncatum*, etc ...

Enfin, un certain nombre d'espèces d'Algues très tolérantes au point de vue de la luminosité (en particulier des Phéophycées) s'installe généralement sur la surface supérieure des concrétions formées par les Mélobésiées, ce sont surtout les espèces suivantes : *Dictyopteris membranacea*, *Spathoglossum solierii*, *Phyllaria reniformis*,

plusieurs Cystoseires, *Sargassum hornschuschii* que l'on retrouve également à des profondeurs assez faibles constituant le peuplement de surfaces rocheuses horizontales assez bien éclairées (relevé n° 4).

De toute façon, il semble bien que s'il existe une biocénose correspondant aux peuplements sciaphiles concrétionnants des talus de pied de falaise (et sans doute aussi à l'ancien "Coralligène de plateau", de composition fortement apparentée) elle se rapproche beaucoup plus de l'ancienne "biocénose précoraligène" que de la biocénose des grottes et des surplombs à *Corallium rubrum* et *Parazoanthus axinellae*.

Une étude phytosociologique poussée permettra sans doute de résoudre ce problème.

E/- LE POINTEMENT ROCHEUX DE NONZA (Cap Corse)

Devant le petit village de Nonza, situé à une dizaine de kilomètres, au Nord de Saint-Florent, la côte, abrupte, ne se prolonge qu'assez peu vers la profondeur et ne détermine pas de tombants importants (fait général dans le Cap Corse, sauf à l'extrême Nord). A une distance d'un mille à peu près au large, entre le village de Nonza et l'Anse de Négro s'étend un large replat horizontal à la profondeur de 40 mètres. Il s'agit d'un large pointement rocheux formé d'un grand nombre de larges rochers, coniques ou tabulaires. Entre ces roches s'étendent de vastes zones de détritique côtier.

J'ai effectué plusieurs plongées à différentes distances du rivage et j'ai pu noter un changement d'aspect des fonds sans doute en rapport avec la nature de la roche : du rivage vers le large on rencontre d'abord une zone d'herbier, puis des affleurements tabulaires qui apparaissent au milieu de plages d'herbier et de larges zones sableuses puis les rochers deviennent coniques, s'élevant de plusieurs mètres au-dessus du substrat - (il s'agit de schistes verts analogues à ceux qui forment le promontoire, voisin de Nonza) l'herbier disparaît presque complètement. Enfin, vers le large (profondeur moyenne 42 m.) la roche disparaît et l'on ne trouve plus qu'un détritique côtier assez envasé. A cet endroit, à quelques centimètres sous la surface du sédiment on trouve d'abondants débris concrétionnés qui semblent indiquer l'existence dans un passé récent d'une assez intense activité des Algues "coralligènes".

LES PEUPELEMENTS SUR SUBSTRATS ROCHEUX

Le peuplement de la face supérieure des blocs est assez pauvre avec plusieurs espèces de Cystoseires, fixant le sédiment en quantité assez importante, la sous-strate est assez développée et comporte les espèces suivantes :

Zanardinia collaris, *Valoniopsis macrophysa*, *Halopteris filicina*, *Mésophyllum lichenoides*. On trouve aussi : *Vidalia volubilis*, *Cystoseira opuntioïdes*, *Cystoseira spinosa* ; *Sphaerococcus coronopifolius*. Le tout formant des peuplements assez denses. La faune comprend des Spongiaires : *Hippospongia equina*, *Petrosia ficiformis* (avec le Doridien, *Peltodoris atromaculata*), *Hymeniacidon caruncula*, les Actinies *Anémone sulcata* et *Aulactinia crassa* (cette dernière étant généralement considérée comme très rare).

Sur les pans verticaux se développent les Algues sciaphiles et en particulier les *Peyssonellia* et *Mésophyllum lichenoides* ; cette dernière espèce se trouve ici à son optimum et construit de véritables "corniches" dont le processus d'édification est assez différent de celui des corniches constituées par d'autres Mélobésiales : les thalles foliacés, horizontaux, de cette Algue se recouvrent les uns les autres à la manière des tuiles d'un toit et forment des "champignons" accrochés au flanc des rochers, pouvant atteindre 50 cm de diamètre. La solidité de ces formations est assez considérable malgré leur structure assez légère et l'absence de ciment colmatant les interstices. On peut noter que *Mésophyllum* présente une grande résistance à l'installation des épiphytes : la face supérieure de ses thalles est toujours nue et la face inférieure porte une faune pauvre, généralement réduite à une mince couverture de Bryozoaires encroûtants avec quelques Spongiaires, quelques petites *Caryophyllia* et le Foraminifère *Miniacina miniacina*.

Les petits surplombs montrent une zonation assez nette : passage de peuplements semi-sciaphiles à des peuplements sciaphiles d'ailleurs appauvris à : *Palmophyllum cras-*

sum, *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata*, *Eunicella cavolini*, *Agelas oroides*, *Porella cervicornis*, *Rétépora cellulosa* et Madréporaires.

Malgré la profondeur déjà importante nous ne nous trouvons pas en présence d'un "coralligène" concrétionné, l'envasement assez considérable (dû vraisemblablement au déversement dans la mer des déblais de l'usine d'amiante de Canari) semble responsable de cet appauvrissement. On trouve, en effet, des individus d'*Eunicella graminea* partiellement enfouis sur une hauteur de plusieurs centimètres.

Ce pointement rocheux représente bien le type d'endroit où des dragages non accompagnés de plongées pourraient faire croire à l'existence d'un "coralligène de plateau".

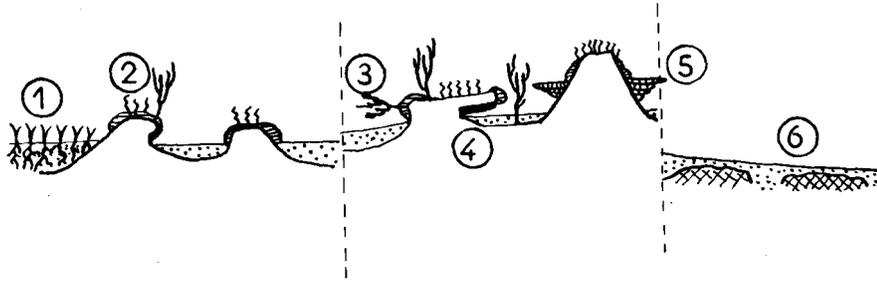


Figure 11 : Le Pointement rocheux de Nonza

- 1 : Herbier (profondeur 40 mètres) ;
- 2 : Rochers à Cystoseires ; *Halopteris filicina*, *Peyssonellia squamaria*, *Eunicella graminea* ;
- 3 : A -38 mètres rochers tabulaires, recouvrement analogue ;
- 4 : Surplombs à Madréporaires et Spongiaires ;
- 5 : "Corniches" à *Mesophyllum lichenoides* ;
- 6 : Concrétionnement envasé

F/- LE HAUT-FOND DE CENTURI

Sur la côte occidentale de la Corse existent un certain nombre de plateaux sous-marins, en bordure du talus continental et s'avancant loin au large des côtes. Les principaux sont ceux d'Ile-Rousse, Centuri et de Minerbio. Au cours de l'été 1956, à l'occasion d'un voyage d'étude de la Station Marine d'Endoume et du Laboratoire de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences de Marseille, nous avons pu, avec Jean VACELET, effectuer quelques plongées sur le haut-fond de Centuri, déjà prospecté par dragages par Roger MOLINIER, dès 1955.

1) *Etude topographique* : Il s'agit d'un plateau sous-marin dont le point culminant (-18 m.) est à plusieurs milles au large des côtes, et qui tombe vers l'Ouest jusqu'à une profondeur de plus d'une centaine de mètres.

La partie supérieure du haut-fond se présente comme une série d'entablements rocheux horizontaux avec des dénivellations brusques en gradins de quelques mètres de haut délimitant des surplombs. En deux endroits le fond s'élève assez brutalement vers la surface. La roche présente parfois des fissures assez profondes, voire de petites crevasses.

2) *Peuplements* : Contrairement à ce qui se passe à Nonza la clarté des eaux, l'éloignement du rivage et l'existence d'un fort courant portant au Sud-Ouest entraînent un envasement extrêmement faible, la luminosité restant intense jusqu'à une grande profondeur (lors de nos plongées la visibilité latérale atteignait une soixantaine de mètres, ce qui est relativement rare en Méditerranée occidentale).

A une profondeur d'une vingtaine de mètres sur un replat les peuplements, riches, étaient à dominance d'Algues brunes : *Sargassum hornschuschi*, *Dictyopteris membranacea*, *Cystoseira discors*, la sous-strate sciaphile étant cette fois très bien développée.

Les surplombs portaient des peuplements riches mais d'où les espèces les plus sciaphiles semblent exclues : ainsi un pan rocheux subvertical légèrement surplombant haut de 1m,50 portait :

Udotea petiolata (CC), *Sphaerococcus coronopifolius*, *Palmophyllum crassum* (C), *Retepora cellulosa*, *Myrizoum truncatum*, *Hymeniacion caruncula*, *Agelas oroides*, *Chondroreniformis*, *Petrosia ficiformis* (portant *Peltodoris atromaculata*), *Parerythropodium coralloides*, *Mesophyllum lichenoides*, les Madréporaires et les Gorgones sont absents.

Vers 35 mètres de profondeur, sur la partie méridionale du banc les peuplements algaux sur roche horizontale sont aussi denses et de composition tout à fait analogue (on trouve en plus *Phyllaria reniformis*). Les surplombs (surtout ceux exposés au Nord) portent des peuplements plus sciaphiles et *Eunicella cavolini* y est relativement abondante, ainsi que *Parazoanthus axinellae* qui couvre parfois de grandes surfaces, dominant des peuplements tout à fait comparables à ceux de l'arche de la grotte de Niolon étudiée plus haut.

Un autre caractère montrant l'intensité de la luminosité à cette profondeur déjà forte est la grande abondance sous les surplombs de *Palmophyllum crassum* et d'autres Algues non calcifiées.

Aux profondeurs plus grandes, Roger MOLINIER m'a signalé l'existence de surplombs à *Corallium rubrum* et *Muricea chamaeleon*, sans doute très localisés ; les concrétionnements coralligènes ne se développent qu'à partir d'une soixantaine de mètres.

Tout se passe donc en somme comme si nous avions un décalage vers le bas de la zonation en rapport avec la grande transparence des eaux avec de plus une certaine pauvreté en Grands Anthozoaires (Gorgones en particulier), peut être attribuable à la faible teneur des eaux en matières organiques en suspension. Les courants venant du large et l'isolement du haut-fond entraînent un envasement extrêmement faible.

G/- ILOT LA CANNA (ILE de FILICURI, ARCHIPEL des LIPARI)

Immédiatement à l'Ouest du groupe des trois îles principales de l'archipel des Lipari : Salina, Vulcano, Lipari, se trouve la petite île volcanique de Filicuri bordée vers l'Ouest d'un petit plateau sous-marin au milieu duquel émerge une aiguille de lave d'une vingtaine de mètres de hauteur ; "La Canna". Une plongée au pied de cette aiguille au cours de la campagne 1955 de la "CALYPSO" m'a permis de retrouver des peuplements d'aspect tout à fait analogues à ceux du haut-fond de Centuri.

En effet, malgré quelques différences dans la nature du fond, constitué ici d'éboulis et de blocs de lave de forte taille, on retrouve les mêmes conditions générales : grande limpidité des eaux et disposition au voisinage de grande profondeur, l'envasement est donc pratiquement inexistant.

1) *Peuplements de la paroi de l'aiguille* : Après des peuplements superficiels (étudiés par P. HUVE), on trouve, vers 5 mètres de profondeur un peuplement à *Arbacia aequituberculata*, *Balanus perforatus*, *Lithophyllum incrustans*, *Balanophyllia italica* couvrant entièrement la surface de la roche. Sous les surplombs à faible profondeur on trouve les Madréporaires *Astroïdes calycularis* et *Balanophyllia régia*. La première de ces deux espèces caractérisant la partie méridionale de la Méditerranée semble ici (comme à Milazzo) localisée dans les quinze premiers mètres, nous ne sommes d'ailleurs pas loin de la limite septentrionale de son aire de répartition (*Astroïdes* remonte jusqu'à Capri et existait autrefois à Naples où on ne le retrouve plus actuellement).

A partir d'une dizaine de mètres commencent de denses peuplements de Cystoseires qui s'étendent sur les fonds de cailloutis jusqu'à plus d'une quarantaine de mètres de profondeur. Avec les Cystoseires on trouve une assez grande abondance de la Phéophycée *Zonaria tourneforti* (espèce assez rare en Méditerranée occidentale).

Les peuplements des surplombs présentent les mêmes caractères que ceux que nous

avons pu observer à Centuri avec la différence que les *Parazoanthus* y sont pratiquement absents.

H/- PRESQU'ILE DE MILAZZO

La position de la Sicile à la limite entre les bassins oriental et occidental de la Méditerranée est particulièrement privilégiée pour l'étude des termes de passage entre les peuplements de ces deux bassins. La coupe de Milazzo est intéressante à ce titre car c'est la seule que je possède de cette région.

1) *Topographie et zonation des peuplements* : Une série de petits écueils bordent la côte vers le large à une vingtaine de mètres du rivage dont ils sont séparés par des cuvettes à faible profondeur couvertes d'Algues photophiles et aussi d'un peuplement à *Arbacia aquituberculata* et *Lithophyllum incrustans*. Les surplombs superficiels portent de nombreux individus du Madréporaire : *Astroides calycularis*.

Vers 12 mètres de profondeur on passe à un peuplement semi-sciaphile à *Dictyopteris membranacea* et *Eunicella graminea*. Vers 15 mètres, s'étend une large marche rocheuse couverte d'un herbier en placage : les Posidonies portant sur leurs rhizomes la flore sciaphile habituelle à *Peyssonellia* et *Anadyomene stellata*. Cette marche se termine par un tombant vertical d'une dizaine de mètres de hauteur à faune assez riche. On y trouve :

<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Bispira volutacornis</i>
<i>Parazoanthus axinellae</i>	<i>Halimeda tuna</i>
<i>Parerythropodium coralloides</i>	<i>Udotea petiolata</i>
<i>Agelas oroides</i>	<i>Valonia macrophysa</i>
<i>Petrosia ficiformis</i>	<i>Peyssonellia squamaria</i>
<i>Peltodoris atromaculata</i>	<i>Mesophyllum lichenoides</i>
<i>Caryophyllia schmitti</i>	<i>Codium difforme</i>
<i>Axinella polyoides</i>	<i>Codium bursa</i>

Au pied de ce tombant s'ouvre une grotte riche en Spongiaires mais que je n'ai pu explorer à fond. Le sédiment, vaseux, porte un tapis de Caulerpes. Un deuxième tombant en léger surplomb (-25 à -35 m.) est couvert d'une faune plus sciaphile que celle du précédent avec :

<i>Muricea chamaeleon</i>	<i>Alcyonium acaule</i>
<i>Parerythropodium coralloides</i>	<i>Leptopsammia pruvoti</i>
<i>Coenocyathus mouchezii</i>	<i>Caryophyllia schmitti</i>
<i>Centrostephanus longispinus</i>	<i>Bradyclavella dellavallei</i>

Je n'ai pas observé de Corail rouge, mais il est paraît-il assez courant dans la région.

Enfin, de -35 à -50 mètres, le talus est abondamment concrétionné avec *Alcyonium acaule*, *Muricea*, *Calyx nicoensis* et l'Hydraire *Aglaophenia septifera*.

2) *Composition des peuplements, influences orientales* : Seule la présence d'un nombre très restreint d'espèces différencie les peuplements observés ici de ceux que nous trouvons dans des conditions de substrat analogue dans la région marseillaise. On peut distinguer des éléments faunistiques et floristiques d'origines différentes :

- des espèces d'eaux tièdes : *Caulerpa prolifera*, *Anadyomene stellata*,
- des éléments caractéristiques des côtes méridionales de Méditerranée : ce sont le Stelléride *Ophidiaster ophidianus* et le Madréporaire *Astroides calycularis*.

- des éléments que l'on trouve répartis dans toute la Méditerranée mais qui sont très développés en Méditerranée orientale et rares ou très rares en Méditerranée occidentale :

Agelas oroides (assez commun dans le bassin occidental),
Hacelia attenuata (idem),
Hermodice carunculata (pratiquement confinée en Méditerranée orientale),
Peltodoris atromaculata.

Enfin, quelques espèces rares dans les deux bassins : l'Oursin *Centrostephanus*

Longispinus et le Madrépore Coenocyathus mouchezii.

Le reste des peuplements est constitué par toutes les espèces occidentales classiques (Gorgones et Alcyonaires) et un certain nombre d'espèces pratiquement ubiquistes (*Halocynthia papillosa*, *Halimeda tuna*). Il semble que la région de Milazzo ait des affinités presque plus méridionales qu'orientales.

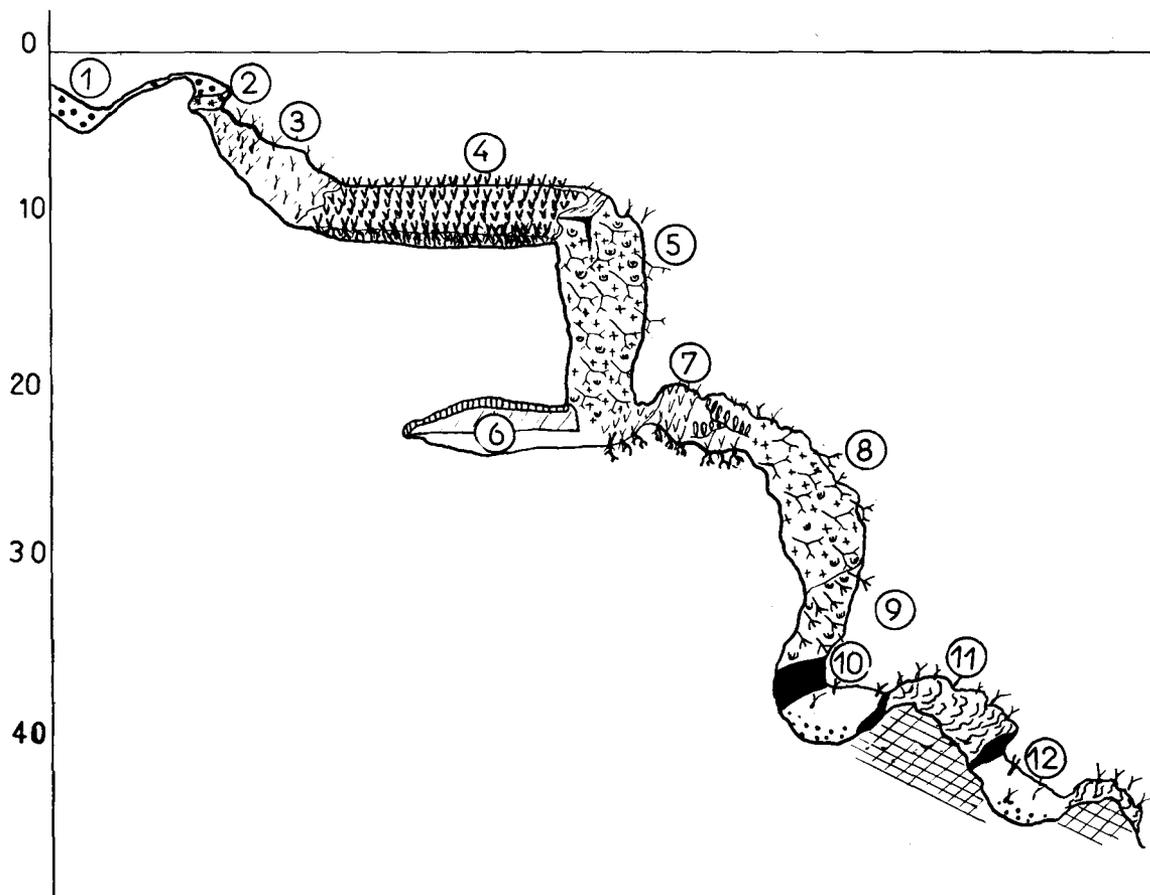


Figure 12 : Presqu'île de MILAZZO

- 1 : Roche littorale à *Arbacia* ;
- 2 : Surplomb peu profond à *Astroides calycularis* ;
- 3 : *Dictyopteris membranacea* et *Eunicella graminea* ;
- 4 : Posidonies en placage ;
- 5 : Tombant à *Halimeda*, *Udotea*, *Peyssonellia* et *Eunicella cavolini* ;
- 6 : Grotte (riche en Spongiaires) ;
- 7 : Posidonies clairsemées et Caulerpes ;
- 8 : Peuplement analogue à 5 ;
- 9 : Tombant à *Muricea chamaeleon* ;
- 10 : Surplomb à Madréporaires : *Leptopsammia pruvoti*, *Coenocyathus mouchezii* ;
- 11 : Concrétionnement avec *Alcyonium acaule*, *Eunicella graminea* ;
- 12 : Sédiment.

CHAPITRE IV

DIFFERENTS MODES D'INSTALLATION DES PEUPEMENTS SCIAPHILES EN MEDITERRANEE ORIENTALE ET SUR LA COTE SUD-EST DE L'ADRIATIQUE

Sur la vingtaine de stations effectuées en Méditerranée orientale au cours des deux croisières (1955, 1956) de la "CALYPSO" je ne citerai ici que les plus intéressantes ; je développerai de plus, d'une manière plus détaillée, l'étude des peuplements sciaphiles de la région de Corfou où, grâce à l'invitation du Club Méditerranée j'ai pu passer le mois d'Août 1958. J'exprime ici toute ma reconnaissance à l'équipage et aux plongeurs de la "CALYPSO" ainsi qu'aux dirigeants et aux moniteurs du Club Méditerranée, sans l'aide et la compétence desquels je n'aurais pu accomplir ce travail.

Je détaillerai donc ici :

- 1) La côte occidentale de l'Ile de Corfou.
- 2) La région du Cap Matapan.
- 3) Les côtes Sud de la Crête (Cap Littinos).
- 4) L'archipel de Santorin.
- 5) L'ilot de Serpho-Poulo.
- 6) La région de Rhodes et de Castello-Rizzo.

A/- LA COTE OCCIDENTALE DE L'ILE DE CORFOU

Le village de Paleokastritza, école de plongée du Club Méditerranée est situé sur la côte Ouest de Corfou, dans une crique attenante à la baie de Liapades. Les fonds, très variés, tombent très rapidement et la roche calcaire du rivage est entaillée par un grand nombre de grottes sous-marines particulièrement intéressantes.

J'étudierai ici deux endroits précis : l'Ilot et la grotte de Koliviri (au Sud de la baie de Liapades) et une grotte située sous le monastère grec de Paleokastritza.

1) La grotte et l'ilot de Koliviri

a) *Topographie de l'Ilot* : L'Ilot de Koliviri est un rocher abrupt d'une cinquantaine de mètres de hauteur dont les parois se prolongent verticalement sous la mer vers des profondeurs assez considérables : sur la face Nord, la profondeur est de plus de cinquante mètres à quelques mètres du bord, sur la face Sud-Est un assez large haut-fond, à une profondeur moyenne de vingt mètres s'abaisse par gradins vers le large, formant une série de tombants d'une hauteur moyenne de 7 à 8 m. et rejoignant un fond d'éboulis en pente très accentuée vers -55 m.

b) *Les peuplements des tombants de la paroi Sud-Est* : Les surfaces horizontales les plus superficielles portent l'association à *Arbacia aequituberculata* et *Lithophyllum incrustans* à laquelle succèdent vers le bas les *Cystoseires*, *Dictyopteris membranacea*, *Sargassum hornsuschii*, constituant les peuplements algaux photophiles de la roche littorale. Les surfaces verticales sont richement peuplées : un relevé effectué sur un tombant (paroi latérale d'un gros bloc orientée au Sud) (profon-

deur : 22 m., surface du relevé : 10 m², recouvrement : 100 %) donne :

2.2.	<i>Udotea petiolata</i>	+	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>
2.2.	<i>Peyssonellia polymorpha</i>	1.1.	<i>Agelas oroides</i>
2.2.	<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1.1.	<i>Leptopsammia pruvotti</i>
1.2.	<i>Halimeda tuna</i>	1.1.	<i>Hymeniacion caruncula</i>
1.2.	<i>Palmophyllum crassum</i>	+	<i>Madracis pharensis</i>
1.2.	<i>Valonia macrophysa</i>	+	<i>Fron dipora verrucosa</i>
1.2.	<i>Peyssonellia non calcifiées</i>	+	<i>Myrionozoum truncatum</i>
+	<i>Codium difforme</i>	+	<i>Adeonella calveti</i>
+	<i>Neurocaulon reniformis</i>	+	<i>Caryophyllia schmitti</i>

A part la présence de *Madracis pharensis* (laquelle espèce est d'ailleurs beaucoup moins rare en Méditerranée occidentale qu'on ne le pensait jusqu'à maintenant) rien ne distingue ce relevé de ceux que nous avons pu effectuer dans la région marseillaise.

Vers 40 mètres la faune des surplombs s'enrichit de la Gorgone jaune *Eunicella cavolini* ce qui souligne le caractère encore assez occidental des peuplements de la région : un relevé sous un de ces surplombs (profondeur : 40 m., surface : 10 m², surplomb horizontal) montre simplement une augmentation de la faune par rapport au précédent (profondeur plus grande et surplomb plus accentué) :

4.4.	Rhodophycée encroûtante indéterminée	+	<i>Palmophyllum crassum</i>
2.1.	<i>Madracis pharensis</i>	+	<i>Mesophyllum lichenoides</i>
1.1.	<i>Eunicella cavolini</i>	(+)	<i>Peyssonellia non calcifiée</i>
1.1.	<i>Agelas oroides</i>	+	<i>Axinella verrucosa</i>
1.1.	<i>Retepora</i>	+	<i>Halocynthia papillosa</i>
+	<i>Fron dipora verrucosa</i>	+	<i>Chondrosia reniformis</i>

La pente elle-même (éboulis avec çà et là des plages de sable grossier) porte quelques grands exemplaires de *Calyx nicoeensis* et est parcourue par la grande Polychète errante *Hermodyce carunculata*. Les Caulerpes sont complètement absentes ainsi que les *Halophila* (je n'ai pas trouvé ces deux espèces dans la région) les blocs portent quelques Rhodophycées : *Peyssonellia* sp., *Fauchea repens*, *Liebmannia levillei* et la Phéophycée *Zanardinia prototypus*.

Enfin, entre 55 et 65 m. (profondeur maximum atteinte ce jour là) les concrétionnements à Mélobésiées formaient des masses assez imposantes (j'ai récolté sur un de ces blocs concrétionnés, à -65 m., un grand Madréporaire (*Coenocyathus mouchezii*) qui paraissait rouge vif à cette profondeur où normalement les rayons rouges ne pénètrent pas ; comme d'autre part de nombreuses *Peyssonellia* présentent également ce phénomène il semble qu'il y ait là une intéressante question à étudier).

Sur le tombant vertical du côté Nord de l'Ilot, les Algues calcaires concrétionnantes montent jusqu'à une vingtaine de mètres de la surface.

c) *Etude topographique de la grotte* : L'Ilot de Koliviri est entaillé au milieu de sa pointe Nord-Ouest par un tunnel d'une dizaine de mètres de large dont la voûte émerge et qui perce la pointe de part en part. Les parois de ce tunnel dont le plancher est à une profondeur comprise entre 20 m. au Sud et 35 m. au Nord, sont verticales ou surplombantes avec de petites grottes latérales très sombres (fig. N° 12).

d) *Peuplements* : Je donnerai ici un certain nombre de relevés effectués soit sous les surplombs de la paroi, soit au plafond d'un petit tunnel proche de l'entrée Sud-Est.

Vu la dissymétrie d'éclairement entre la face Nord et la face Sud, les peuplements du plancher sont de plus en plus sciaphiles lorsqu'on traverse la grotte du Sud au Nord. Les parois verticales de l'entrée Sud portent un dense recouvrement algal à base de Phéophycées photophiles tandis que sur la face Nord à la même profondeur dominent les Corallines et les *Peyssonellia*.

Un petit tunnel peu éclairé et ouvert à ses deux extrémités débouche à l'entrée Sud de la grotte. On peut observer à l'intérieur une zonation très nette : le plafond très anfractueux porte des peuplements à base de Madréporaires (relevé : 5 m², recouvrement : 100 %).

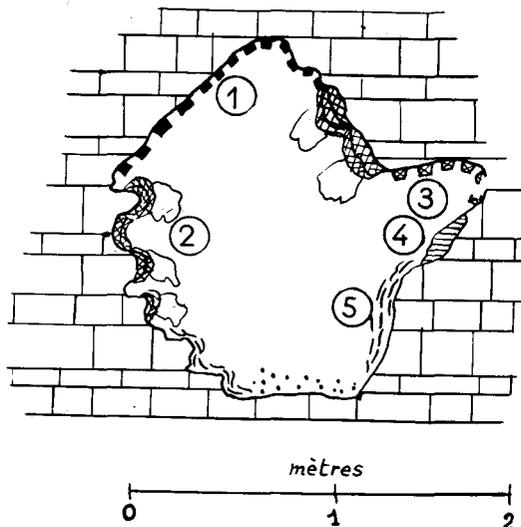


Figure 13 : Section d'un petit tunnel. Ilot de Koliviri : -15 mètres

- 1 : Peuplement à *Leptopsammia pruvoti* (relevé) ;
- 2 : Dominance d'*Agelas oroides* et d'un bryzoaire encroûtant (*Schizomavella* ?) ;
- 3 : Petit surplomb à *Madracis pharensis* ;
- 4 : *Palmophyllum crassum* ;
- 5 : *Mesophyllum lichenoides* et *Peyssonellia* spp.

4.3.	<i>Leptopsammia pruvoti</i>	+	<i>Microcosmus sulcatus</i>
1.1.	<i>Miniacina minitacea</i>	+	<i>Caryophyllia schmitti</i>
1.1.	<i>Agelas oroides</i>	+	<i>Clione</i> sp. (framboise)
1.1.	Bryzoaire encroûtant (<i>Schizomavella</i> ?)	+	<i>Reniera aquaeductus</i>
1.1.	<i>Retepora</i> sp.	+	<i>Madracis pharensis</i>
	+ <i>Stylotella</i> sp.		
	+ <i>Adeonella calveti</i>		

Le concrétionnement animal est très faible à l'endroit du plafond où ce relevé a été effectué mais, le long des parois, les Bryozoaires encroûtants se développent jusqu'à former des masses de près de 5 cm d'épaisseur, en même temps que les *Agelas* prennent une grande extension ; quant aux parties inférieures des parois, leur peuplement, faiblement concrétionnant est à dominance végétale (*Palmophyllum crassum* et Mélobésiées).

Au fur et à mesure que la luminosité décroît, les Madréporaires (et surtout *Madracis pharensis*) forment l'essentiel des peuplements des surplombs comme en témoigne le relevé suivant : (pans rocheux surplombants à l'entrée d'une grotte latérale, profondeur : 25 m., surface : 4 m², recouvrement : 90 %).

5.5.	<i>Madracis pharensis</i>	+	<i>Cacospongia scalaris</i>
3.1.	<i>Miniacina minitacea</i>	+	<i>Leucosolenia</i> sp. (jaune citron)
1.3.	<i>Leptopsammia pruvoti</i>	+	<i>Reniera aquaeductus</i>
1.2.	<i>Agelas oroides</i>	+	<i>Hymeniacidon caruncula</i>
1.1.	<i>Myrionozoum truncatum</i>	(+)	Rhodophycée encroûtante indéterminée
	+ <i>Retepora</i> sp.	(+)	<i>Palmophyllum crassum</i>

On notera que la plupart des espèces présentes dans ce relevé sont des formes calci-

fiées dressées ou tout au moins faiblement encroûtantes, ce qui laisse à nu une faible partie de la roche ; d'autre part on remarquera aussi que sur la moindre saillie de la roche apparaissent des espèces végétales car la luminosité y est légèrement plus élevée.

Une salle latérale parfaitement obscure montre des peuplements tout à fait comparables à ceux observés en Méditerranée occidentale dans les boyaux de Niolon et Plane avec les crevettes *Stenopus scaber* et ici de plus *Parapandalus narval*, cette dernière espèce n'ayant jamais été signalée à si faible profondeur. (On notera, à ce propos, que ces deux espèces effectuent des déplacements nocturnes à l'extérieur des grottes). Le recouvrement en Invertébrés sessiles devient très faible, la roche elle-même étant recouverte d'un enduit noirâtre.

2) La grotte du Monastère de Paleokastritza

a) *Topographie* : C'est une très belle grotte, droite, longue d'une vingtaine de mètres à peu près, sans ramifications et d'un diamètre moyen de 4 à 6 mètres. Sa hauteur sous voûte va de 12 m. à l'entrée à 6 m. au fond. Elle s'ouvre en eau libre vers le Sud par un porche plus haut que large, le point le plus haut de la voûte se situant à -10 m. dans le fond de la grotte et le point le plus bas du plancher, vers l'entrée, à -35 m. A partir du milieu de la grotte le plafond se relève par piliers successifs, le fond constituant une sorte de cloche.

La luminosité devient vite très faible à cause de la profondeur de l'entrée et son encaissement entre de hautes parois verticales. Elle est pratiquement nulle dans les parties hautes du fond de la grotte.

b) *Peuplements* : Vers l'entrée le recouvrement animal et végétal de la roche est pratiquement identique à ce que nous avons pu voir à Koliviri et le plafond,

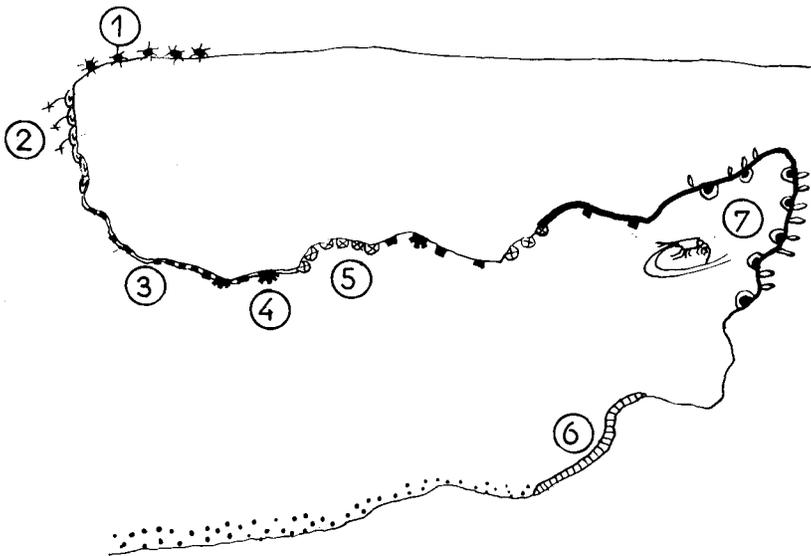


Figure 14 : La Grotte du Monastère de Paleokastritza

1. Dallée à *Arbacia aequituberculata* ;
2. Peuplements végétaux à *Sargassum* et *Peysssonellia* ;
3. *Leptopsammia pruvoti* et Rhodophycées ;
4. Abondance locale d'*Hoplalgia durothrix* ;
- T. Cavité à *Madracis pharensis* ;
6. Rocher envasé à *Hymeniacidon caruncula* ;
7. Fond de grotte : enduit minéral noirâtre, perforations de *Lithodomus*, concrétions de bryozoaires et Crevettes : *Stenopus scaber*, *Parapandalus narval*.

N° tableau Cahier de station	1/4	2/12	3/2	4/10	5/9	6/3	7/6	8/5
Profondeur	18 m.	22 m.	20 m.	20 m.	20 m.	40 m.	18 m.	25 m.
Surface étudiée	10 m ²	5 m ²	10 m ²	5 m ²	5 m ²	10 m ²	2 m ²	5 m ²
Recouvrement	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Topographie	sur-plomb	grotte (paroi)	grotte (auvent)	grotte (plafond)	grotte (plafond)	sur-plomb	sur-plomb paroi de grotte	sur-plomb
<i>Halimeda tuna</i>	1.2.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Udotea petiolata</i>	2.2.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	2.2.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Peyssonellia polymorpha</i>	2.2.	2.2.	.	.	.	.	.	.
<i>Peyssonellia non calcif.</i>	1.1.	3.2.	.	.	.	.	.	.
<i>Palmophyllum crassum</i>	.	1.1.	2.2.	+	(+)	+	(+)	.
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	1.1.	2.2.	3.3.	3.3.	4.4.	+	+	1.3.
Rhodophycée indéterminée	.	(+)	1.1.	3.3.	4.4.	4.4.	2.2.	(+)
<i>Madracis pharensis</i>	+	.	.	.	+	2.1.	5.5.	5.5.
<i>Miniacina miniacea</i>	.	.	.	2.1.	.	.	.	3.1.
<i>Myriozoum truncatum</i>	+	(+)	1.1.	+	+	+	1.1.	1.1.
<i>Agelas oroides</i>	1.1.	1.1.	2.2.	1.1.	+	1.1.	1.1.	1.2.
<i>Retepora</i> sp.	+	.	+	+	.	1.1.	+	+
<i>Frondipora verrucosa</i>	(+)	+	+	+	.	(+)	(+)	.
<i>Reniera aquaeductus</i>	+	+	.	.	+	1.1.	+	+
<i>Adeonella calveti</i>	+	.	+	+	.	+	.	.
<i>Caryophyllia schmitti</i>	(+)	+	.	+	.	(+)	(+)	.

Figurent de plus dans ces relevés (), les espèces suivantes : *Clione viridis* (1,2), un Bryzoaire encroûtant (*Schizomavella* ? (2), *Eunicella cavolini* (7), *Axinella polyoides* (7), *Hymeniacion caruncula* (1,8,2), *Fauchea repens* (2), *Hoplanguia durothrix* (5), *Petrosia ficiformis* (4), *Halocynthia papillosa* (1,3,6), *Microcosmus sulcatus* (1,6), *Leucosoleniasp.* (7).

là où la luminosité n'est pas trop faible, porte un recouvrement "en mosaïque" constitué par des "taches" de Madréporaires : *Hoplanguia durothrix*, *Leptopsammia pruvoti* limitées en général par un accident topographique du plafond : cavité, fissure ou rodan de la roche vers le fond de la grotte, ces Madréporaires se raréfient et on voit apparaître sur la roche un enduit noirâtre comparable à celui que nous avons pu observer dans le boyau obscur de Méditerranée occidentale. De plus, on voit apparaître la faune de Crevettes caractéristique à *Stenopus scaber* et *Parapandalus narwal*, comme à *Stenopus scaber* et *Parapandalus narwal*, comme à Koliviri ; je n'y ai cependant pas trouvé *Petrobiona massiliana* Levi et Vacelet ; bien que ce dernier auteur l'ait effectivement récolté dans un petit kilomètre de là. Enfin sur la paroi du fond de la grotte, (abondamment perforée par *Lithodomus lithophagus*) se développent de curieuses concrétions en forme de nodules de

cing centimètres de diamètre en moyenne, formées par un Bryozoaire encroûtant encore indéterminé ; elles se développent par superposition de couches successives, la couche superficielle étant seule vivante.

3° - Les peuplements sciaphiles des surplombs et des grottes des côtes de Corfou

La comparaison des relevés effectués dans un certain nombre de stations plus ou moins sciaphiles : tombants, surplombs, grottes, fait apparaître un certain nombre de constatations :

a) La disparition des grands Octocoralliaires, caractéristique de la Méditerranée orientale n'est pas complète dans la région de Corfou, région intermédiaire entre le moyen Adriatique à caractères plutôt occidentaux et la Méditerranée orientale proprement dite. HELLER (1868) signale en effet des Iles de Lesina, Curzola, Lagosta, sur la côte orientale de l'Adriatique, un grand nombre d'éléments occidentaux en particulier *Corallium rubrum*, *Eunicella cavolini* et *E. graminea*.

b) La majorité des biotopes sciaphiles est littéralement envahie par des peuplements à base d'une Rhodophycée non calcifiée, encroûtante, encore indéterminée et de *Palmophyllum crassum*. Un certain nombre d'espèces animales, en particulier *Agelas oroides* et *Myriozoum truncatum* semblent être toujours présentes avec une abondance dominante très peu variable dans des conditions de luminosité très diverses.

c) Les surplombs les plus obscurs sont peuplés essentiellement par le Madréporaire *Madracis pharensis*, les Algues sciaphiles se raréfient nettement et même disparaissent tout à fait ; *Madracis*, contrairement à ce qui se passe en Méditerranée orientale proprement dite, se présente ici sous forme de petites massues, de petits bâtonnets de un à trois centimètres de long alors qu'on le trouve surtout sous sa forme encroûtante à partir du Cap Matapan. Cette espèce peut recouvrir près de 80 % de la surface d'un surplomb.

d) Un petit nombre seulement d'espèces de la biocénose à *Corallium rubrum* de nos régions se retrouvent à Corfou, ce sont surtout des caractéristiques préférentielles relativement euryphotiques. On peut citer :

Leptopsammia pruvoti
Caryophyllia schmitti (peu abondante)
Hoplangia durothrix
Petrosia ficiformis avec le Doridien *Peltodoris atromaculata*
Agelas oroides (beaucoup plus abondant que sur nos côtes).

La plupart des Spongiaires caractéristiques de la biocénose à Corail sont absents ou très peu communs, *Verongia* et *Oscarella* en particulier.

e) Par contre, un certain nombre d'espèces qui se trouvent chez nous en dehors de cette biocénose et caractérisent des peuplements moins sciaphiles s'y trouvent en abondance : *Retepora*, *Mesophyllum lichenoides*, *Peyssonellia polymorpha*, *Myriozoum truncatum*.

Le tableau de relevés n'indiquant pas de séparation nette entre les peuplements à base de Madréporaires et les peuplements à dominance d'Algues sciaphiles diverses, il semble que l'équivalent bionomique de la biocénose à *Corallium rubrum* et *Parazoanthus axinellae* dans la région de Corfou soit un peuplement relativement moins sciaphile, de composition mixte (Algues et Invertébrés sessiles) et assez appauvri par rapport à son homologue occidental.

On peut par contre assister à une évolution progressive de la composition de ces peuplements en allant du moins sciaphile au plus sciaphile, c'est ce qu'exprime le tableau.

On voit en effet se succéder par ordre de sciaphilie croissante les peuplements suivants :

a) Peuplements à *Halimeda tuna*, *Peyssonellia* Non calcifiées, *Udotea petiolata* et *Mesophyllum lichenoides*.

- b) Peuplements à *Palmophyllum crassum* et *Leptopsammia pruvoti*.
- c) Peuplements à Rhodophycée encroûtante indéterminée et *Leptopsammia*.
- d) Peuplements à *Madracis pharensis*.

Les espèces citées étant des dominantes accompagnées d'un fond faunistique à peu près constant.

Il semble en conclusion que la grande clarté des eaux aboutisse à une très grande extension de peuplements comparables à ceux que nous avons pu décrire sur nos côtes (à Niolon, par exemple), sous les surplombs bien éclairés et qui sont aussi caractérisés par une abondance relative de *Palmophyllum crassum*, *Myrizoum truncatum*, etc ... Il est d'ailleurs significatif qu'en Corse, dans le Cap, où les eaux sont très claires, la proportion des surplombs occupés par ce type de peuplement est beaucoup plus forte que dans la région marseillaise où les eaux sont habituellement plus troubles.

Les affinités de la région de Corfou (présence d'*Eunicella cavolini*, absence des Caulerpes et de *Halophila*, abondance de *Madracis pharensis*, *Agelas oroides* et *Hermodice carunculata*, ces dernières étant des espèces orientales préférentielles) en rendant l'étude particulièrement intéressante.

B/- LES PARAGES DU CAP MATAPAN

J'ai pu y effectuer deux plongées : l'une (station S.M.E. 707) dans une anse située à proximité du Cap, l'autre (station S.M.E. 713) devant l'Ilot Karavi à l'Ouest du Cap. Je détaillerai ici la première de ces plongées.

1) *Topographie* : La roche fortement inclinée et érodée dans les dix premiers mètres cède ensuite la place à un talus d'éboulis assez envasé, concrétionné à partir de 25 m. A 40 mètres enfin une rupture de pente amène au sable détritique du fond.

2) *Peuplements* : Les surfaces rocheuses superficielles sont assez faiblement recouvertes par *Lithophyllum incrustans* avec de nombreuses *Arbacia* et *Balanophyllia italica*. On voit ensuite se développer jusqu'à 20 mètres un peuplement à Algues photophiles : *Acetabularia mediterranea*, *Codium bursa* et *Cystoseires* qui descend jusqu'à la profondeur où apparaissent les concrétions. On note sur le talus quelques Spongiaires en particulier : *Calyx nicoeensis*, *Petrosia ficiformis* et une grande *Axinella* orange vif (*A. Faveolaria*).

Les Caulerpes colonisent les plages sableuses du talus et, lorsque celles-ci sont localement humifiées, elles portent en plus la Phanérogame marine *Halophila stipulacea* (en pleine floraison lors de la plongée). Les Caulerpes descendent jusqu'à 40 m. alors que les *Halophila* semblent ici ne pas dépasser 30 m. Comme on observe ni *Posidonies* ni *Cymodocées* il semble que les *Halophila* soient plus tolérantes que ces deux espèces, la topographie du fond ne se prêtant guère à l'installation de Phanérogames.

Le peuplement des surplombs est pauvre, ceux-ci étant petits et envasés. On notait sur le fond, à 40 mètres, de nombreuses pistes de l'Oursin irrégulier *Spatangus purpureus*.

Dans les environs du Cap Matapan, à l'Ilot Karavi (station 713) la pente de la roche était beaucoup plus abrupte avec des rassautes et des blocs éboulés, on notait une assez grande extension des peuplements photophiles vers le bas (20 à 25 m.).

Un grand développement des peuplements sciaphiles algaux à *Peyssonellia* caractérisait les parois verticales. Les surplombs les mieux éclairés étaient à dominance de *Palmophyllum crassum*, les plus sombres avaient une faune assez riche à *Agelas oroides*, *Mesophyllum lichenoïdes*, *Madracis pharensis*. Il n'y avait ni Caulerpes, ni *Halophila*.

C/- LE CAP LITTINOS (Côtes Sud de la Crète) (Station 735)

C'est la station la plus méridionale que j'aie pu effectuer en Méditerranée.

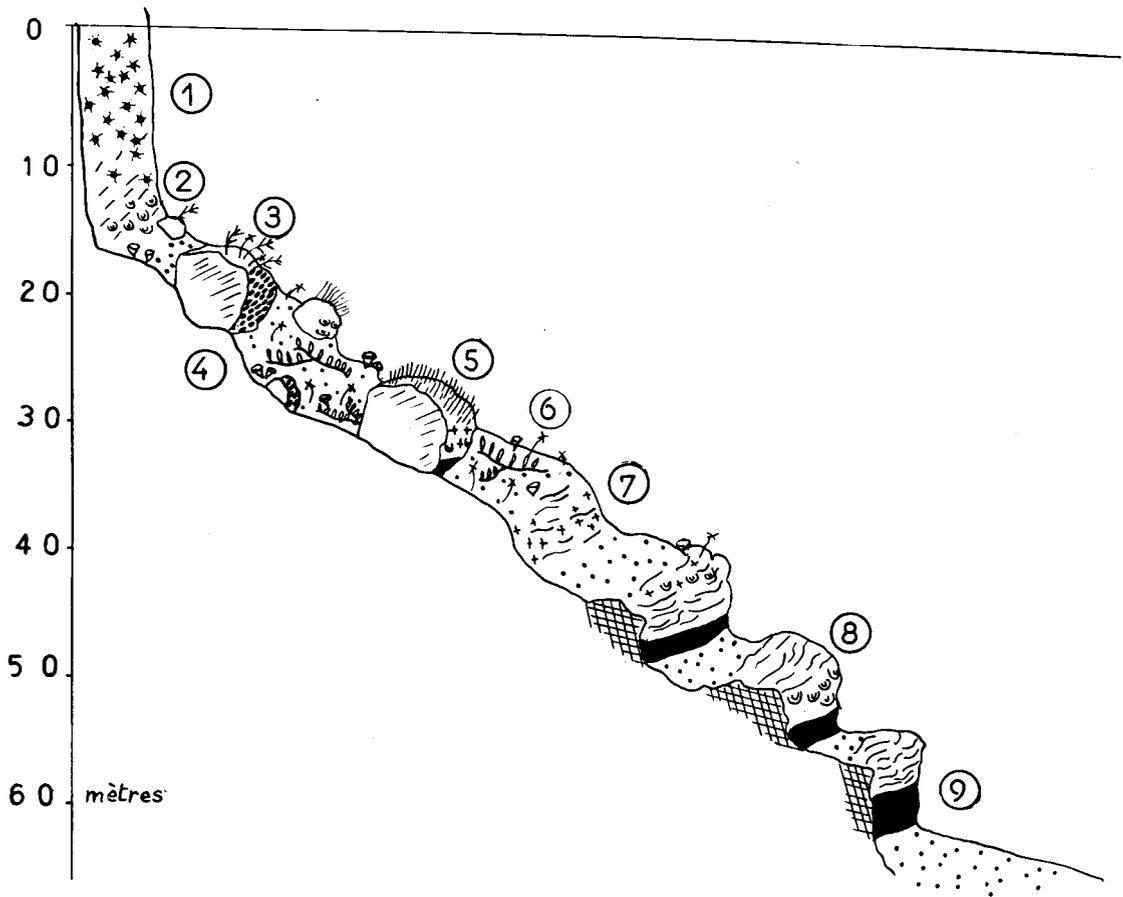


Figure 15 : Cap Littinos Côte Sud de la Crête

1. Peuplement à *Arbacia* et *Lithophyllum incrustans* ;
2. Peuplements algaux à *Sargassum* ;
3. Dessus de blocs à *Cystoseira* ;
4. Peuplements denses à *Dasycladus clavaeformis* ;
5. Peuplement des dessus de blocs à *Lophocladia lallemandi* ;
6. Sédiment du talus à *Caulerpa prolifera*, *Calyx nicoeensis* *Sargassum* ;
7. Peuplements algaux sciaphiles à *Halimeda* ;
8. Concrétionnement ;
9. Surplombs à *Madracis pharensis* et *Leptopsammia pruvoti* ;

1) *Topographie* : La côte calcaire est une falaise tombant directement à plus de 20 mètres de profondeur, suivie d'un talus en pente raide parsemé de gros blocs. A une trentaine de mètres apparaissent les concrétionnements qui deviennent de plus en plus riches jusqu'à 60 mètres où de très beaux surplombs entièrement concrétionnés dominent un fond de sable grossier en pente accentuée. Les blocs rocheux éboulés atteignent plusieurs mètres de haut et déterminent des surplombs importants ; quant au talus il est localement vallonné avec de brusques dénivellations (Fig. n° 14).

2) *Peuplements* : Ils sont tout à fait comparables à ceux des stations précédentes : *Lithophyllum* et *Arbacia* dans les niveaux supérieurs, puis peuplements à *Sargassum* sp., *Cystoseira discors* et *Cystoseira crinita* jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur. La partie supérieure de certains blocs porte une dense couverture d'une belle Rhodophycée au thalle très fin : *Lophocladia lallemandi* (détermination due à Mme H. HUVE) alors que leurs parois verticales sont couvertes d'un véritable tapis de *Dasycladus claviformis* ; cette Algue fixe fortement le sédiment et constitue à la base des pans rocheux verticaux une sorte de "marge". Ce type de formation se retrouve un peu partout en Méditerranée orientale, notamment au Cap Messa Vouno (Ile de Théra, Archipel de Santorin : station 771) ainsi qu'à Corfou ; ces "marges" de *Dasycladus* avaient été déjà décrites en Méditerranée occidentale par Roger MOLINIER (1954). Toujours à propos de cette espèce notons que *Dasycladus* tend dans le bassin oriental à envahir un grand nombre de milieux sciaphiles où il se mêle aux espèces "précocalligènes".

Les peuplements des surplombs sont très riches, à composition mixte algale et animale pour les plus éclairés (*Palmophyllum crassum*), les plus sombres étant à Spongiaires et à Madréporaires.

Sur le talus lui-même on trouve des Gastéropodes sciaphiles : en particulier *Astrarium rugosum* et un certain nombre d'espèces qui lui donnent une phydionomie spéciale : longues chaînes de Caulerpes, *Calyx nicoeensis*, *Hippospongia equina*, *Spongia officinalis* et une grande Sargasse atteignant près d'un mètre de hauteur.

D/- ARCHIPEL DE SANTORIN

Nous y avons effectué en 1955 un assez grand nombre de stations dont un certain nombre de plongées parmi lesquelles deux m'ont parues devoir être à signaler ici : la première (Station 764) sur l'Ile volcanique de Nea Kamenni (au Centre du cratère) entièrement formée de roches éruptives et la deuxième (Station 773) devant la pointe Akro Tirion, toujours à l'intérieur du cratère mais au pied des falaises de cendre volcanique de La Caldère.

1) - Station 764 - Ile Nea Kamenni

a) *Topographie et nature géologique du rivage* : Le petit archipel des Kamenni constitue le sommet de la cheminée de l'énorme volcan de Santorin dont le dôme, formé de matières légères a explosé. Cette île est entièrement formée d'un basalte très compact et porte un certain nombre de petits cratères en activité à partir desquels des coulées de lave se jettent à la mer. Des sources chaudes nombreuses (dont l'une était parait-il située au lieu même de la plongée, ce que nous n'avons pu vérifier) et la présence d'une nappe de soufre colloïdal en suspension dans l'eau apportent sans doute dans le milieu marin des perturbations d'importance très variable dans le temps et dans l'espace.

Sur la pointe de lave qui est située au milieu de la face Sud de l'île, le fond se présentait comme un éboulis de gros blocs de basalte en pente raide atteignant assez vite une grande profondeur. A 40 m. la pente avait tendance à s'accroître et la profondeur était de plus de 100 m. à faible distance du rivage (indication du sondeur de la "CALYPSO").

b) *Peuplements* : Le caractère spécial du milieu entraîne un certain nombre de différences entre la zonation que nous avons pu observer jusqu'à présent et ce que l'on trouve ici.

Au-dessous des peuplements superficiels, la biocénose à *Arbacia aequituberculata* et Mélobésiées recouvre la roche. Plus bas, les peuplements algaux sont représentés

par une extrême abondance de *Dasycladus clavaeformis* ; ceux-ci envahissent littéralement toutes les surfaces disponibles et s'installent (avec *Acrodiscus vidovichii* et *Palmophyllum crassum*) sous des surplombs assez profonds. On observe une morphose des *Dasycladus* en fonction de l'éclairement du milieu où ils se développent : sur la roche bien éclairée ils présentent leur forme habituelle, plutôt courte et trapue alors qu'en milieu ombragé ils sont beaucoup plus longs et plus fins. Entre les gros blocs du talus on trouve des éboulis de cailloutis très anguleux, à peine colonisés.

Enfin, les surplombs les plus profonds portent peu d'Algues calcaires. Les rares individus de *Mésophyllum lichenoides* sont petits, peu vivaces et de formes bizarres. Les Spongiaires semblent mieux résister. On trouve cependant un certain nombre d'espèces dont *Madracis pharensis* et l'Oursin régulier *Centrostephanus longispinus*, il n'y a pas de concrétionnement aux profondeurs étudiées.

Il serait intéressant d'étudier la manière dont se comportent ces différents peuplements lorsque l'activité volcanique dépasse une certaine limite ; il est à regretter que la situation internationale, en Novembre 1956, ne nous ait pas permis de venir constater sur place les modifications survenues à la suite du tremblement de terre qui détruisit une bonne partie du village de l'île. Il est possible que l'absence d'un concrétionnement important et la dominance des *Dasycladus*, Algues à installation rapide et à grande tolérance vis-à-vis de la luminosité (tout au moins dans ces régions) soient dues justement à l'instabilité des fonds et à la possibilité d'une destruction périodique des peuplements par voie physique (éboulements, coulées de lave) ou chimique.

2° - Station 776 - Pointe Akro-Tirion, au pied de la falaise

Sur le pourtour de la Caldère, à l'exposition Nord, les fonds tombent très vite : un tombant d'une vingtaine de mètres, surplombant dans sa partie inférieure, se termine sur un éboulis de ponces volcaniques en forte pente constituant, à proximité du fond, de "petits bancs" animés de légers mouvements de va et vient par mer houleuse. Le sédiment était très peu colonisé, à part quelques Algues sciaphiles (*Zanardinia*, *Acrodiscus*) et des *Axinella* de grande taille fixées sur des blocs.

La présence, à une trentaine de mètres de profondeur, de l'épave, assez peu envasée et déjà ancienne, d'un petit cargo, semble montrer que les éboulements à cet endroit étaient relativement peu fréquents, ou tout au moins que la pente, très forte, empêchait l'accumulation des matériaux meubles en provenance des falaises.

Par contre les peuplements des surplombs étaient particulièrement riches avec les espèces suivantes :

<i>Palmophyllum crassum</i>	<i>Coenocyathus mouchezii</i>
<i>Botryocladia borgesensis</i>	<i>Petrosia ficiformis</i>
<i>Valonia macrophysa</i>	<i>Verongia</i> sp.
<i>Leptosammia pruvoti</i>	<i>Reniera aquaeductus</i>
<i>Hoplangeia durothrix</i>	<i>Agelas oroides</i>

On notait également la présence de Bryozoaires des genres *Hornera*, *Retepora*, *Porella*, l'Oursin régulier *Centrostephanus longispinus*, la petite Ascidie *Bradyclavella dellavalleti*.

E/- ILOT SERPHO-POULO : Station 846

Une plongée sur les parois rocheuses (constituées de calcaires métamorphisés) de cet îlot situé sur notre chemin lors de notre retour vers Athènes a montré des peuplements extrêmement appauvris.

La roche littorale qui descendait sans interruption, en pente assez accentuée jusque vers 25 à 30 mètres, où elle était relayée par un talus, montrait la zonation suivante : de -5 m à -15 m., la roche était absolument nue, ce qui donnait au fond un aspect subaérien. Puis de 15 à 25 m. s'étendait un peuplement très peu dense à *Lithophyllum incrustans* (couvrant moins de 10 % de la surface totale), avec les quelques espèces suivantes : *Arbacia aequituberculata*, *Sphaeroclinus granularis*, *Paracentrotus lividus*, des Holothuries et quelques *Hippospongia equina*. Les quelques Algues qui parvenaient à

se développer (*Sargassum hornsuschii*) se localisaient en bouquets fixés à l'abri de la base des *Hippospongia*. On pouvait encore citer en faible quantité : *Hymeniacidon caruncula*, *Bispira volutacornis*, *Petrosia ficiformis* avec *Peltodoris atromaculata*, *Microcosmus sulcatus*, *Hacelia attenuata*, le Stélléride *Marthasterias glacialis*.

On remarquera l'importance de la faune sédentaire (et des Echinodermes en particulier) par rapport à la faune sessile, extrêmement clairsemée. Ce n'est qu'aux environs d'une trentaine de mètres de profondeur que l'on voit apparaître des peuplements algaux relativement denses : *Dasycladus calvaeformis*, *Lophocladia lallemandi*, le recouvrement étant encore très faible et allant en augmentant jusqu'aux environs de 40 mètres où l'on trouvait de beaux concrétionnements assez riches.

Nous avons donc ici un cas d'appauvrissement des peuplements de la roche littorale limité aux profondeurs inférieures à une trentaine de mètres. Sur les raisons de cet appauvrissement nous sommes réduits aux conjectures (hydrodynamisme trop fort ?).

F/- LA REGION DE RHODES ET CASTELLO-RIZZO

1° - Ile de Rhodes, Parages de Lindos (Station 1008)

a) *Topographie* : La plongée avait lieu à l'extrémité d'une pointe rocheuse dominée par de hautes falaises, juste sous l'Acropole de Lindos. Jusqu'à 25 mètres la roche littorale tombait par gradins successifs, on arrivait ainsi à une plate-forme en surplomb, d'une dizaine de mètres de large. Au-dessous, après un important surplomb, un éboulis en pente moyenne conduisait à un nouveau décrochement du fond situé vers 45 mètres à partir duquel l'éboulis s'enfonçait très rapidement vers des profondeurs de l'ordre de 80 mètres (fig. n° 15).

b) *Peuplements* : La roche littorale superficielle est couverte, jusque sur le replat, des associations algales photophiles classiques de la Méditerranée orientale avec quelques Spongiaires, en particulier d'énormes *Hippospongia*.

La partie inférieure du surplomb est couverte de concrétions très abondantes dont l'épaisseur dépasse 1 mètre. Les Algues clacaires qui les constituent se fixent tantôt sur des thalles morts ou sur la roche en place, tantôt sur des Spongiaires, en particulier *Agelas oroides*, *Petrosia ficiformis*, des *Chondrosia* qui sont englobées par les Mélobésées. Il semble d'ailleurs que, dans ce type de peuplements à activité concrétionnante intense, la plupart des espèces de la faune fixée se développent indifféremment sur des Spongiaires ou sur les concrétions elles-mêmes, ainsi, un exemplaire de *Petrosia* portait plusieurs *Leptosammia pruvoti* et *Madracis pharensis*. Ces formations, qui atteignent sans doute très rapidement un très gros volume s'écroulent périodiquement par blocs (parfois de plusieurs mètres cubes) en raison de leur faible résistance mécanique. L'éboulis situé entre -35 et -45 mètres est essentiellement formé par ces blocs. J'ai pu remuer sans effort des blocs de plusieurs mètres cubes très peu denses et entassés sur une assez grande épaisseur ; j'ai également pu constater qu'à l'intérieur d'un morceau de concrétion assez profondément enfoui dans l'éboulis, une partie au moins de la faune restait encore longtemps vivace (particulièrement *Agelas oroides*).

J'ai remarqué également des dalles concrétionnées, assez curieuses, dont la consistance était celle d'une sorte de gâteau, formées de couches superposées de *Mesophyllum lichenoides*, *Peyssonellia rubra*, de Rétépores, englobant d'assez nombreux Bryozoaires et de petits Gastéropodes. L'intérieur de ces dalles était en majeure partie occupé par des Cliones d'où la consistance molle de l'ensemble.

G/- LE PROBLEME DU "CORALLIGENE DE PLATEAU" EN MEDITERRANEE ORIENTALE

J'ai parlé plus haut des difficultés que l'on éprouve en Méditerranée occidentale lorsque l'on veut localiser et étudier les formations sciaphiles concrétionnées se développant sur substrat originel meuble. Ces formations se trouvent également en Méditerranée orientale : sur 157 stations effectuées au cours de la campagne 1955 de la Station Marine d'Endoume, 36 au moins ont fourni des peuplements algaux sciaphiles plus ou moins concrétionnés, situés à des profondeurs variant entre 40 et 140 mètres.

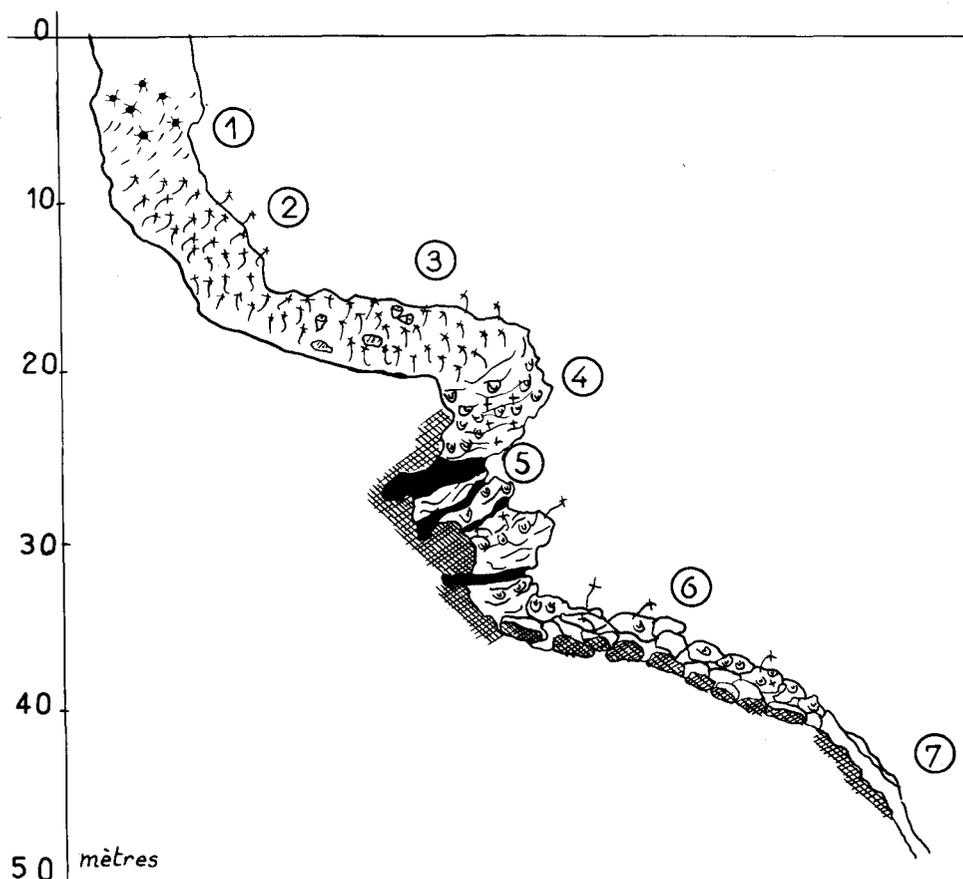


Figure 16 : Ile de Rhodes - Pointe de Lindos

1. Peuplements à *Arbacia* ;
2. Roche littorale à *Sargassum* et *Cystoseires* ;
3. Replat à peuplements photophiles ;
4. Rebord du surplomb à *Halimeda* et *Peyssonellia* ;
5. Concrétionnement très actif et surplombs ;
6. Eboulis de blocs concrétionnés ;
7. Talus concrétionné.

Dans les niveaux supérieurs on trouve surtout des fonds caractérisés par la très grande abondance de quelques Algues sciaphiles : *Palmophyllum crassum*, *Vidalia volubilis*, *Acrodiscus vidovichii*, avec une faune assez peu abondante. Ces espèces se trouvent dans ces mêmes régions dans les peuplements de la roche littorale, en particulier au pied des tombants rocheux, *Palmophyllum crassum* envahissant même la plupart des surplombs relativement bien éclairés. Plus profondément se trouvent des fonds déjà partiellement concrétionnés, puis des formations abondamment construites et situées entre 95 et 125 mètres, enfin jusqu'à 140 mètres on peut trouver encore des ébauches de peuplements concrétionnants à faune et à flore appauvries. J.M. PERES et J. PICARD (1958) rapportent les fonds à *Vidalia* et *Palmophyllum* à la biocénose "précoraligène" et distinguent en outre, en plus du "coralligène de plateau" proprement dit des fonds "coralligènes larvés" suivant que la profondeur à laquelle ils se trouvent est trop faible ou, au contraire, trop importante pour permettre un concrétionnement actif.

Il semble que la grande transparence des eaux jointe à la faiblesse des apports sédimentaires soit à l'origine de la grande profondeur atteinte par ces peuplements.

Il apparaît aussi que dans le Nord de la Mer Egée où les eaux sont plus troubles et plus froides et où les peuplements présentent un certain nombre de caractères occidentaux, le "coralligène de plateau" descend à des profondeurs moins considérables.

Le tableau suivant montre la répartition des différents peuplements sciaphiles de substrat meuble en fonction de la profondeur : les numéros figurant dans les colonnes en regard de la profondeur sont les numéros des Stations effectuées au cours de la croisière 1955 de la "CALYPSO" (cf. J.M. PERES et J. PICARD, 1958).

J'ai indiqué au moyen d'une astérique (*) les stations effectuées dans le Nord de la Mer Egée. On voit que les peuplements sciaphiles concrétionnés y descendent moins profondément que dans le Sud (Stations n°s 794, 795, 801, 802, effectuées dans les régions du Cap Doro d'Eubée et d'Antipsara).

Ces quelques observations supplémentaires concernant le rôle de la clarté des eaux dans ces diverses régions et l'influence de la bathymétrie renforcent, à mon avis, l'hypothèse selon laquelle le "coralligène de plateau" représenterait un climax de la même manière que l'herbier à Posidonies.

LE CORALLIGENE DE PLATEAU EN MEDITERRANEE ORIENTALE

Répartition bathymétrique des peuplements

sciaphiles sur substrat meuble

(Dragages effectués au cours de la mission "CALYPSO" 1955 de la Station Marine d'Endoume en Méditerranée Orientale).

Profondeur	Précoralligène	Coralligène "larvé"	Coralligène de plateau	Coralligène larvé profond
40 m.	St. 783			
45	832			
50				
55	703.833			
60	737.760			
65				
70	716			
75	788.819	834		
80	809.812.811	837		
85				
90		743.835	795°.802°	
95	810		759	
100		836	816.815	
105			752	
110			787	794°.801°.814
115			720.721.722	
120			704	
125				
130				774
135				
140				756

CHAPITRE V

CONCLUSIONS GENERALES

J'ai cherché dans ce travail à donner une idée aussi simple que possible des différents peuplements sciaphiles benthiques de Méditerranée en attachant toujours une grande importance au milieu marin lui-même et aux facteurs topographiques ; c'est pourquoi j'ai présenté l'étude d'un certain nombre de stations effectuées au cours de croisières sous forme de coupes bionomiques qui donnent une idée de la répartition des différents peuplements. J'ai, en outre, étudié de façon plus détaillée les peuplements de la région marseillaise.

De toute façon l'étude détaillée des biocénoses n'est qu'ébauchée, je compte d'ailleurs la reprendre ultérieurement d'une façon plus détaillée.

La méthode phytosociologique de l'Ecole Zuricho-Montpellieraine m'a semblé, mieux que toute autre, même lorsque les relevés sont incomplets, *donner une image fidèle* de la composition des différents peuplements ; son adaptation au milieu marin ne pose pas de problème majeur.

Les observations que j'ai pu faire m'ont amené aux conclusions suivantes :

1) Les peuplements sciaphiles sont le plus souvent morcelés et répartis sur des surfaces d'importance très variable ;

2) La composition de ces peuplements dépend dans une très large mesure de l'inclinaison des surfaces rocheuses qui les portent. En effet, c'est cette inclinaison, par rapport à la verticale, qui détermine la quantité de lumière reçue par les peuplements qui se développent sur la roche. La profondeur n'a qu'une influence secondaire dans la plupart des cas.

3) Suivant que les modifications de luminosité au niveau d'une surface donnée seront brutales ou progressives, les peuplements que l'on pourra y observer admettront des limites nettes ou, au contraire, seront liés entre eux d'une façon progressive par toute une série de termes de passage.

On constate le plus souvent l'existence d'une zonation, très nette des différents peuplements en fonction de la diminution de la luminosité.

4) Le rôle des autres facteurs écologiques et en particulier de l'hydrodynamisme et de l'envasement est également considérable bien que difficile à éclaircir, et les interactions s'exerçant entre les divers peuplements demanderaient sans doute une étude à part.

LES PEUPELEMENTS SCIAPHILES SUR SUBSTRAT DUR EN MEDITERRANEE

Au point de vue biocénotique il semble que les notions actuelles concernant les peuplements coralligènes doivent être revues et en particulier celles qui concernent leur répartition en trois stations distinctes : coralligènes d'horizon inférieur de la roche littorale, Coralligène des grottes et surplombs et Coralligène de plateau. A l'intérieur des peuplements sciaphiles considérés dans leur ensemble on doit distinguer deux grands groupes de peuplements :

- a) *Des peuplements à dominance végétale*, qui se divisent eux-mêmes en :
- 1) *Peuplements à dominance d'Algues non calcifiées* sciaphiles et assimilables

au "précoralligène" de J.M. PERES et J. PICARD ou encore à l'*Udoteo-Peyssonellietum squamariae* (Roger MOLINIER, 1958). On les trouve le plus fréquemment le long des parois rocheuses verticales ou sous de petits surplombs à faible profondeur ; la faune y est surtout représentée en sous-strate et par des espèces sciaphiles très tolérantes au point de vue de la luminosité.

2) *Peuplements à base de Mélobésiées concrétionnantes* et à faune riche (Gorgones, grands Bryozoaires, Alcyonnaires). Ils constituent la majeure partie des peuplements observables dans les stations correspondant au "Coralligène d'horizon inférieur de la roche littorale" et très vraisemblablement aussi au "Coralligène de plateau".

b) *Des peuplements à dominance animale*, très sciaphiles qui correspondent en gros à l'ancien "Coralligène des grottes et surplombs" et sont essentiellement représentés par la biocénose à *Corallium rubrum* et *Parazoanthus axinellae* (LABOREL et VACELET).

Il apparaît donc que l'ancienne "Biocénose coralligène" doit au moins être subdivisée en deux types de groupements dont le moins sciaphile (à Mélobésiées) semble présenter une parenté beaucoup plus grande avec l'ancien "précoralligène" qu'avec la biocénose des grottes à Corail rouge qui, étymologiquement, mériterait seule le nom de "Coralligène". Il apparaît aussi que des études ultérieures seront nécessaires pour préciser ces données qui sont résumées dans le tableau ci-dessous.

LA MEDITERRANEE ORIENTALE

Les premières investigations dégagent les faits suivants :

a) Les peuplements sciaphiles orientaux sont appauvris par rapport à ceux de la Méditerranée occidentale : les grands Octocoralliaires en particulier sont absents et ne se trouvent, clairsemés, que dans les régions les plus septentrionales de la Mer Egée et de l'Adriatique.

b) La grande transparence des eaux entraîne une plus grande extension des peuplements à dominance végétale et repousse vers la profondeur les formations concrétionnées dites de "Coralligène de plateau".

c) Le nombre d'espèces caractéristiques de Méditerranée orientale apparaît comme de plus en plus restreint. La plupart des espèces considérées comme telles sont trouvées de plus en plus fréquemment en Méditerranée occidentale au fur et à mesure que leur habitat est mieux connu et que l'on sait dans quel biotope les chercher. Il en résulte que les peuplements orientaux sciaphiles ne sont pas très différents de leur homologues occidentaux dont ils ne diffèrent que par les traits ci-dessus.

	Dénomination usuelle	Espèces donnant la Physionomie	Etude biocénotique	Localisation dans l'espace	Facteurs intervenant dans la répartition
PPLMTS. PHOTOPHILES		Cystoseires Phéophycées diverses	<i>Cystoseiretalia</i> Autres peuplements moins connus	Surfaces horizontales	Clarté des eaux Hydrodynamisme Envasement
PPLMTS MOY. nment SCIAPHILES	Précoralligène	Algues non calci- fiées <i>Udotea Halimeda</i> <i>Peyssonellia</i> Faune sciaphile ubiquiste	"Udoteo- <i>Peyssonellietum</i> " études en cours	Parois verticales Surplombs Surf. horizontales profondes	Clarté des eaux Inclinaison et orientation des parois rocheuses
PPLMTS	C.H.I.R.L. "Coralligène de plateau"	Mélobésiées Gorgones Grands Bryozoaires	études en cours	Talus de pied de falaise entre -30 et -60 m.	Exposition Topographie
TRES				Haut-fonds entre -50 et -140 m. sui- vant les régions	Transparence des eaux Courants Sédimentation
SCIAPHILES	"Coralligène des grottes" et surplombs"	<i>Corallium rubrum</i> <i>Parazoanthus</i> <i>axinellae</i> Spongiaires Absences d'Algues	Biocénose à <i>Corallium rubrum</i> et <i>Parazoanthus</i> <i>axinellae</i>	Surfaces en sur- plomb à toutes profondeurs (de -10 à -60 et plus Surfaces verticales profondes	Topographie Hydrodynamisme Envasement
PPLMTS. à l'obscurité complète		<i>Petrobia</i> <i>massilliana</i> Serpuliers Enduit ferrugineux noirâtre	études en cours	boyaux obscurs fonds des grottes	études en cours

B I B L I O G R A P H I E

- 1868 - HELLER C. "Die Zoophyten und Echinoderm des Adriatischen Meeres".
- 1863 - MARION A.F. "Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille". *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille*, Zool. T. I, Mémoire I.
- 1948 - DRACH P. "Premières recherches en scaphandre autonome sur le peuplement des faciès rocheux de la zone littorale profonde". *C.R.Ac.Sc.*, T. 227, pp. 1176-1178.
- 1948 - DRACH P. "Limite d'expansion des peuplements benthiques sessiles en zone littorale profonde (Faciès rocheux)". *Ibid.*
- 1949 - PERES J.M. et PICARD J. "Notes sommaires sur le peuplement des grottes sous-marines de la région de Marseille." *C.R. Som. Séances Soc. Biogéog.* 1949, T. 26, N° 227.
- 1951 - PERES J.M. et PICARD J. "Note sur les fonds coralligènes de la région de Marseille". *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, 1951, t. 88, N. et R.
- 1952 - PERES J.M. et PICARD J. "Répartition sommaires des biotopes marins du Golfe de Marseille". *Océanographie Méditerranéenne (Journées d'étude du Laboratoire Arago)*. *Suppl. N° 2 à Vie et Milieu*.
- 1952 - MAGNE F. "La végétation Marine du Grand Congloue" *Res. Scient. campagnes CALYPSO*. Fasc. 2
- 1952 - MOLINIER Roger et PICARD J. "Recherches analytiques sur les peuplements littoraux méditerranéens se développant sur substrat solide". *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, Fasc. 9, 1953.
- 1954 - MOLINIER Roger "Première contribution à l'étude des peuplements marins superficiels des Iles Pithyuses (Baléares)". *Vie et Milieu*, T. V, fasc. 2.
- 1954 - PICARD J. "Modifications saisonnières des peuplements de l'horizon inférieur de la roche littorale." *C.R. Ac. Sc. T.* 238.
- 1954 - PICARD J. "Notes de plongées sur le tombant Est de l'Ile Maïre". *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, Fasc. 13.
- 1955 - ERNST J. "Sur la végétation sous-marine de la Manche d'après des observations en scaphandre autonome." *C.R.Ac.Sc.*, T. 241.
- 1955 - RIEDL R. "Über Tierleben in Höhlen unter dem Meerespiegel". *Verhandl. der Deutsch. Zool. Gesell. in Erlangen*.
- 1956 - LABOREL J. "Premières notes de plongée sur les peuplements marins en eaux grecques". *C. R. Ac. Sc.*, T. 242.
- 1956 - MOLINIER Roger "Les fonds à Laminaires du Grand Banc de Centuri (Cap Corse)". *C.R. Ac. Sc.*, T. 242.
- 1958 - PERES J.M. et PICARD J. "Recherches sur les peuplements benthiques de la Méditerranée Nord Orientale." *Res. Scient. Camp. CALYPSO*, Fasc. III.
- 1958 - LABOREL J. et VACELET J. "Etude des peuplements d'une grotte sous-marine de la région de Marseille." *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, N° 1120.
- 1958 - LABOREL J. "Contribution à l'étude *in situ* des peuplements sciaphiles sur substrat dur en Méditerranée". *C.R. Ac. Sc.*, T. 246.
- 1958 - CORROY G., GOUVERNET Cl., CHOUTEAU J., SIVIRINE A., GILET R. et PICARD J. "Les résurgences sous-marines de la région de Cassis". *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, N° 1131, 1958.