

BRYOZOAIRES
DES GROTTES SOUS-MARINES OBSCURES DE LA RÉGION MARSEILLAISE
FAUNISTIQUE ET ÉCOLOGIE

par Jean-Georges HARMELIN
 Station marine d'Endoume, Marseille 7^e

SUMMARY

This paper deals with Bryozoa collected by diving in two large submarine caves of the coast of Marseilles. Three ecological zones are distinguished in the totally dark parts of these two caves in relation to the unidirectional water motion. The first zone, represented by terminal tunnels, seems to be completely apart from the water circulation. Its bryozoan fauna is very characteristic, the major part of the species being normally found in deep water (deeper than 100 m) ; some of these are very rare : *Coronellina fagei* (Gautier, 1961), *Ellisina cf antarctica* Hastings, 1945, *Setosella vulnerata* (Busk, 1860), *Cribrilaria pedunculata* (Gautier, 1956). In the second zone, the light occasional water current has for effect the decreasing of the precedent stock and the augmentation of the percentage of the elements from the semi-obscure caves community. In the third zone, a tunnel with two openings, the current is more constant and as strong as out of the cave, in the coralligenous biocoenosis. Here, the fauna shows more affinities with the semi-obscure caves and coralligenous communities than with the deep fauna of the first zone. So, the illumination is not the only chief factor having an effect on the zonation of the hard bottoms and the absence of light prove the importance of the water renewal.

RESUME

La faune bryozoologique de deux grottes sous-marines du littoral marseillais est analysée. Plusieurs zones écologiques sont distinguées dans les niveaux totalement obscurs selon l'importance de leur hydrodynamisme unidirectionnel. Les boyaux à hydrodynamisme quasi nul montrent une faune bien caractérisée ayant des affinités avec les peuplements des substrats durs des profondeurs supérieures à 100 mètres ; on y rencontre en particulier des espèces rarement signalées : *Coronellina fagei*, *Setosella vulnerata*, *Ellisina cf antarctica*, *Cribrilaria pedunculata*. Lorsque l'hydrodynamisme linéaire devient plus actif, les proportions des espèces des grottes semi-obscures et du Coralligène augmentent au dépend de celle des espèces profondes.

Mots descripteurs : Bryozoaires ; Grottes sous-marines ; Biocoenotique ; Facteurs écologiques ; Méditerranée.

Les grottes sous-marines obscures posent, tant au systématicien qu'à l'écologiste, des problèmes dont les données ont été énoncées surtout depuis que l'étude directe des peuplements benthiques en plongée s'est généralisée.

Les premiers éléments ont été fournis par LABOREL et VACELET (1958, 1959), puis par LABOREL (1960) ; LEDOYER (1966) en a étudié la faune vagile tandis que ZIBROWIUS (1968 a, b, 1969) a obtenu des résultats très intéressants en étudiant plus particulièrement les Polychètes Serpulidae et les Madréporaires. Les Eponges, outre les travaux de VACELET, sont actuellement l'objet d'une étude détaillée de la part de POULIQUEN. La synthèse des résultats écologiques et faunistiques a été tentée par PERES et PICARD (1964), VACELET (1964), RIEDL (1966), PERES (1967 a, b). Malgré l'intérêt que ce milieu a suscité, on n'a que peu de renseignements sur sa faune bryozoologique alors que ce groupe, si ses représentants ne revêtent pas l'exubérance qui les caractérise dans les fonds coralligènes, est pourtant bien représenté qualitativement et parfois quantitativement.

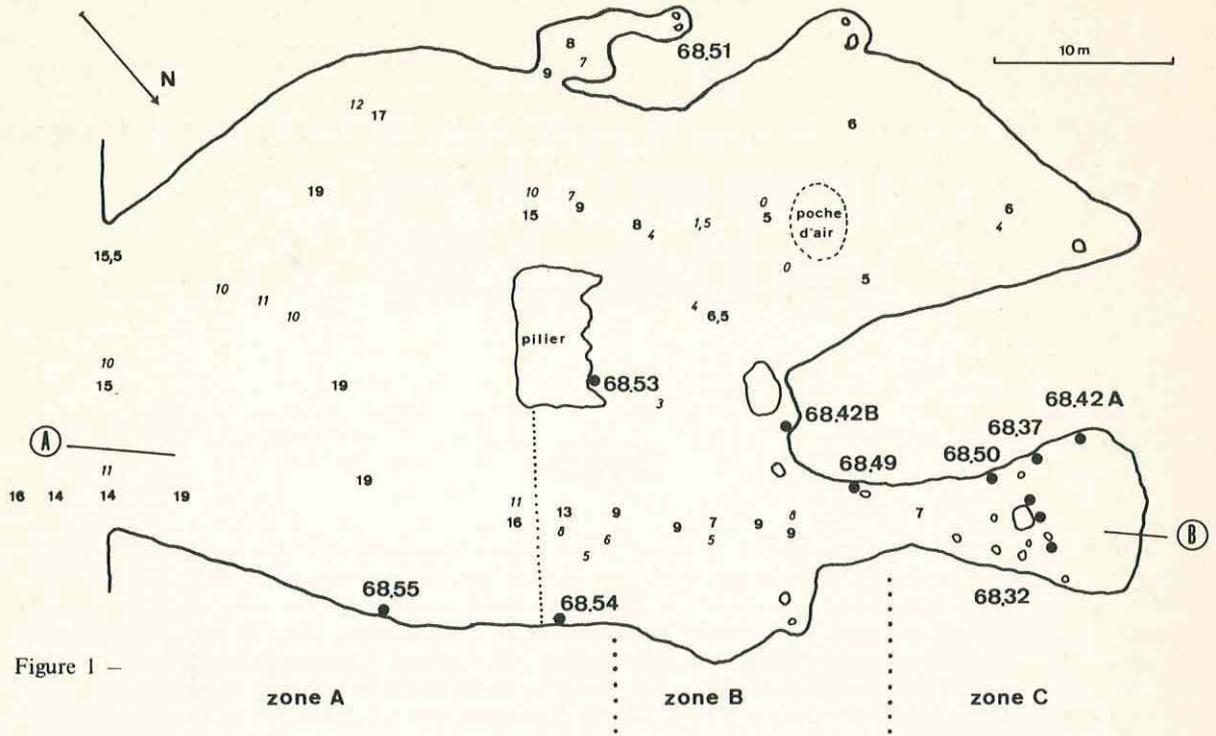


Figure 1 -

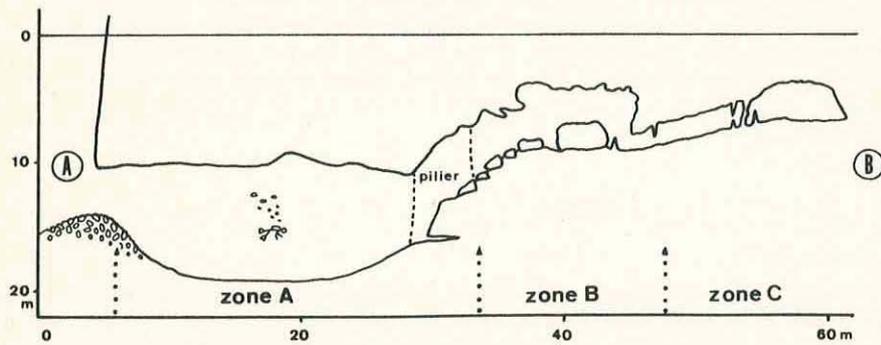


Figure 2 -

- : prélèvement
- 10 : profondeur au plancher
- 10 : profondeur au plafond

GROTTE DES TREMIES

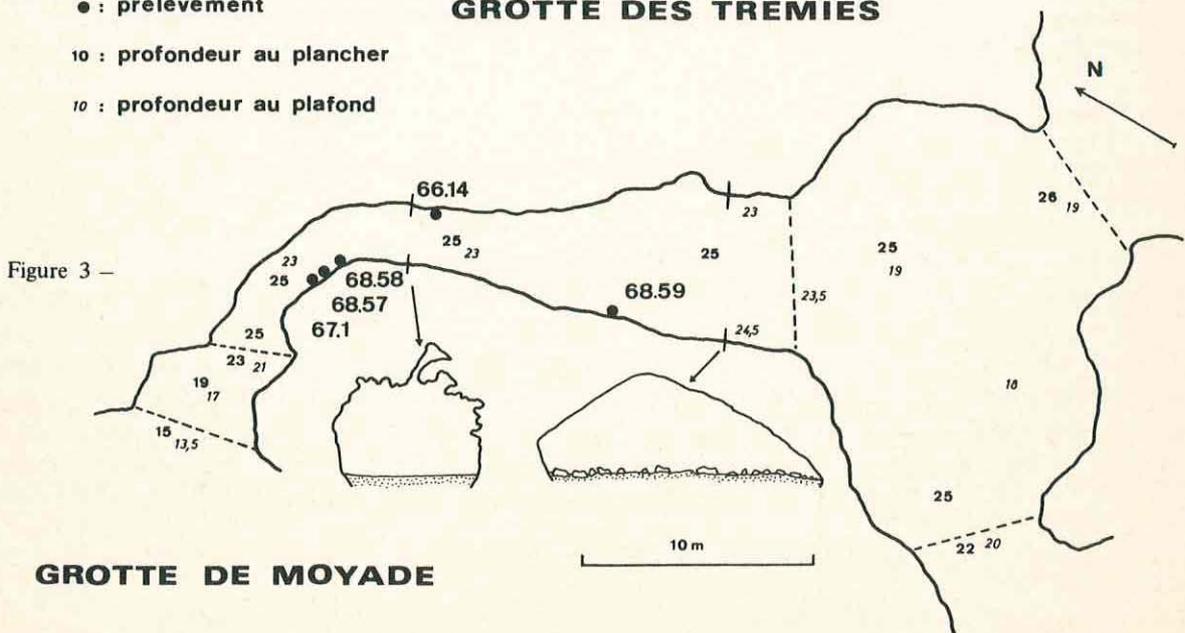


Figure 3 -

GROTTE DE MOYADE

DESCRIPTION DU MILIEU

Le littoral calcaire de la région de Marseille est particulièrement propice à une étude des grottes obscures car le nombre important de celles-ci, en majeure partie d'origine karstique, permet d'en observer tous les types selon la profondeur, l'hydrodynamisme, l'étendue de la zone obscure, la nature des peuplements benthiques voisins, etc. Afin de mieux faire ressortir les problèmes écologiques posés par ce biotope, j'ai choisi, comme base d'étude, deux grottes de types opposés : la grotte des Trémies et la grotte-tunnel de Moyade.

La grotte des Trémies : (fig. 1 et 2).

Elle est située à l'W de la sortie de la calanque de Port-Miou sous des trémies désaffectées ayant servi tout au long du XIX^{ème} siècle au chargement de bateaux faisant le transport de pierres d'une carrière voisine. Ceci a d'ailleurs provoqué l'édification, à l'entrée de la grotte, d'un remblai qui forme un obstacle supplémentaire à la pénétration de la lumière. Elle est très vaste : 60 m de long et 35 m dans sa plus grande largeur. La profondeur, au niveau du sol, varie entre 19 et 5 mètres. C'est la seule grotte connue dans cette région qui offre des zones totalement obscures aussi étendues. On peut y distinguer 3 zones écologiques :

Zone A.

Elle correspond à la salle comprise entre l'entrée et le pilier central. L'éclairage, bien que fortement diminué, permet encore de distinguer les parois sans éclairage d'appoint. Un certain hydrodynamisme par action directe des vagues et sous forme d'un mouvement bidirectionnel (RIEDL, 1964) doit se manifester par mauvais temps d'Est, au moins dans les premiers mètres. Le plancher est recouvert d'une épaisse couche de vase mêlée à des débris calcaires d'organismes sessiles. Les parois de cette zone sont occupées par ce qu'il est convenu d'appeler la bioceonose des Grottes semi-obscures (PERES et PICARD, 1964), mais si le faciès à Eponges des grottes est bien représenté, par contre le Corail est très clairsemé. Le taux de recouvrement y est de 100 %.



Figure 4 : Grotte des Trémies, zone des nodules de concrétionnement (zone B).

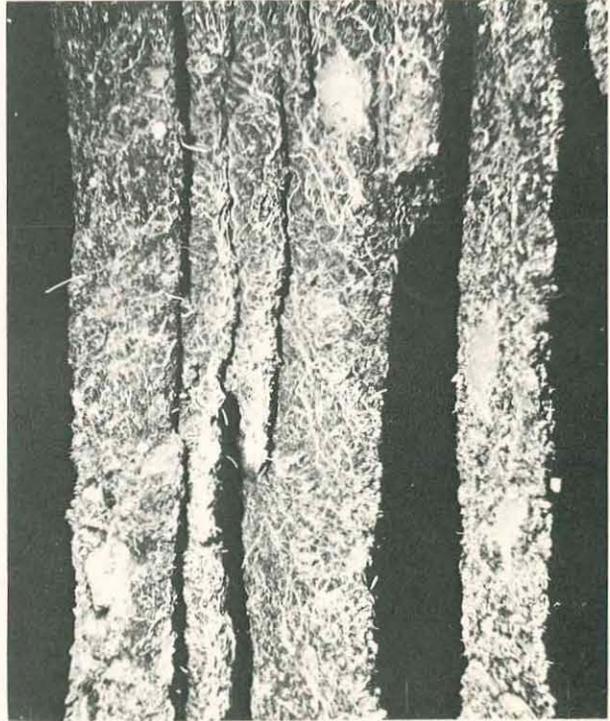


Figure 5 : Grotte des Trémies, pilier stalagmitique du boyau nord (zone C).

Zone B.

Elle est située en arrière du pilier central sur une largeur d'une quinzaine de mètres. La lumière y est nulle à quasi nulle, c'est-à-dire qu'une vague lueur provenant de l'entrée est perceptible en certains endroits. Les quelques observations faites par mer légèrement agitée permettent de penser que cette zone est sujette par mauvais temps à de très légers courants linéaires qui contournent le pilier central. Le plancher est parsemé de gros blocs d'effondrement recouverts d'une fine pellicule de base. Les parois sont recouvertes de nodules de concrétionnement (fig. 4) édifiés par des Bryozoaires, des Serpulidés et des Madréporaires. Les Eponges y sont abondantes sous forme de petits individus, à l'exception de *Diplastrella bistellata* qui recouvre de grandes surfaces. Un examen attentif montre que le taux de recouvrement de cette zone est nettement plus important qu'il n'apparaît à première vue, il est de l'ordre de 70 à 80 %.

Zone C.

Elle est représenté par deux boyaux à obscurité totale ainsi que par l'arrière-salle située au delà de la poche d'air. C'est une zone de calme hydrodynamique et son niveau lumineux est absolument nul. Les parois et les nombreux stalactites sont recouverts de l'enduit noir d'oxydes de fer et de manganèse qu'il est classique d'observer dans les zones obscures. La faune sessile (fig. 5) est constituée principalement d'Eponges, de Bryozoaires, de Serpulités et de Madreporaires. On peut remarquer la relative abondance de l'Eponge *Discodermia polydiscus* (dét. L. POULIQUEN) et la rareté de la Pharétronide *Petrobiona massiliana* dont on n'observe qu'un petit nombre d'exemplaires dans le boyau ouest. La faune vagile semble pauvre, le Décapode *Stenopus scaber* n'a pas été vu et les essais de la Mysidacée caractéristique des zones obscures, *Hemimysis speluncola*, sont peu nombreux. Le taux de recouvrement semble plus proche de 40-50 % que des 20-30 % estimés par LABOREL et VACELET pour le boyau obscur de Niolon.

J'ai tenté de démontrer que les zones B et C étaient le lieu d'une certaine stagnation des eaux par l'expérience suivante : j'ai provoqué une émission de fluorescéine au fond du boyau nord en y déposant un sac étanche en matière plastique contenant 150 g de fluorescéine en poudre et dont l'ouverture était commandée à distance par un fil de 50 m de long. Des fluocapteurs constitués par des sachets de charbon actif ont été déposés en divers points de la grotte. L'ouverture du sac a été effectuée plusieurs heures après son dépôt afin que les masses d'eaux aient eu le temps de se stabiliser. Une semaine après, j'ai pu observer que la fluorescéine avait diffusé dans le boyau ainsi que dans la zone B sans se propager au delà du pilier central. La propagation de la fluorescéine du fond de la zone C vers la zone B semble être due plus à une dilution qu'à l'action de courants. Une semaine après l'ouverture du sac, on pouvait noter au dessus de celui-ci un petit nuage de fluorescéine fortement concentrée, ce qui prouve que, si courants il y a, ceux-ci sont d'une faiblesse extrême. Une nouvelle observation a été faite *un mois après* : malgré une longue période de mauvais temps, la fluorescéine était toujours présente dans les zones C et B (fig. 6) à une concentration qui la rendait encore nettement perceptible à l'oeil. Cette nappe était franchement délimitée et ne débordait pas dans la zone A. Les fluocapteurs n'ont donné aucun résultat positif (mauvais choix du type de charbon actif ?).

Des mesures de température effectuées en hiver (le 27.2.69) ont donné des résultats assez remarquables (fig. 6) qui viennent appuyer cette hypothèse d'un faible renouvellement des eaux dans le fond de la grotte. Les parties les plus hautes des zones B et C présentent des températures supérieures de 2,5 à 4 degrés à celles notées dans la zone A et à l'extérieur de la grotte ; au niveau du plancher la différence de température est plus faible : 0,3 à 2,3°, elle est d'autant plus forte que l'on s'éloigne du pilier. La température devient homogène et égale à celle de l'extérieur dès que l'on passe dans la zone A. Ces différences de température dénoncent la présence dans les zones B et C d'une masse d'eau immobile ne se refroidissant en hiver que très progressivement par contact de ses couches marginales avec les eaux froides de la première partie de la grotte qui sont situées dans le circuit hydrodynamique. Cette barrière thermique est un élément restrictif supplémentaire pour les échanges hydrologiques et représente, de plus, un obstacle pour les échanges larvaires. On peut supposer que, pendant l'été, cette masse d'eau ne subit pas les refroidissements brusques successifs aux coups de mistral ; par contre lorsque la température du milieu extérieur s'accroît, des échanges doivent s'effectuer et les eaux chaudes doivent être ainsi piégées dans les zones B et C qui sont topographiquement les plus hautes. Cet effet de volant thermique est une des caractéristiques écologiques fondamentales de cette partie de la grotte.

Tableau Faunistique

Aff. bio.	Moyade, obsan															stopé		Tremis	
	6832	6837	6842 A	6850	6851	IAR c	6842 B	6849	6853	IAR B	67.1	6857	6858	IAR B'	6859	6614	6854	6855	IAR A
<i>Nolella gigantea</i> (Busk, 1856)	?	+																+	
<i>Alcyonidium</i> sp.	?		+																
<i>Plagioecia congesta</i> (d'Orb., 1852)	?	+	+						+			+	+						
<i>Diaperoecia</i> sp.	GO	+	+	++	+	+	9,37	++	+	+++	10,34		++		1,45			+	0,38
<i>Crisia</i> n.d.		+							+	+			+						
<i>Crisia</i> sp. II	COR						0				0					+++		+	3,03
<i>C. sigmoidea</i> Waters, 1916	COR						0				0					++	+		2,27
<i>Filicrisia geniculata</i> (M.-Edw. 1838)	COR						0				0					+			0,38
<i>Idmidronea atlantica</i> (Forbes, 1847)	COR						0				0					+		+	1,51
<i>Tubulipora</i> sp.	GO				+		0,31			+	0,57								0
<i>Diplosolen obelium</i> (Johnston, 1838)	ES						0				0		+	+	2,90				0
<i>Entalophora</i> sp. (base adnée)	COR						0				0			+	0,72				0
<i>Aetea sica</i> (Couch, 1844)	ES	+	+				1,25				0	+			0,72			+	0,38
<i>Callopora lineata</i> (Linné, 1766)	COR						0	+			0,57	++	+	+	8,70	+		+	1,51
<i>Callopora dumerilii pouillei</i> (Alder, 1857)	ES						0				0			+	0,72		+		0,38
<i>Hincksina flustroides crassispinata</i> Calvet	ES		+				0,31	+	+++	+	8,62				0				0
<i>Ellisina cf. antarctica</i> Hastings, 1945	GO	+			+	+	2,81	+	+		2,29				0				0
<i>Crassimarginatella crassimarginata</i> (Hincks, 1880)	GO				+		0,31	+	+	+	5,17	+++	+	+	10,9	+			0,38
<i>Spiralaria gregaria</i> (Heller, 1867)							0				0				0	++	+	+	9,09
<i>Onychocella marioni</i> Jullien, 1881	GSO		++	+		+	3,75	+++	+++	+++	15,5				0			++	0,76
<i>Coronellina fagei</i> (Gautier, 1961)	GO	++	+++	+++	+++	+++	21,9	+		++	3,44				0				0
<i>Setosella vulnerata</i> (Busk, 1860)	GO	+				+	1,25				0				0				0
<i>Bicellariella ciliata</i> (Linné, 1758)	?																	+	
<i>Cribrilaria</i> sp.	GSO						0	+			0,57	+	+		2,90				0
<i>Cribrilaria radiata</i> (Moll, 1803)	ES					+	0,31	+	+	++	6,89	+++	++	++	15,2	+++	+		5,68
<i>C. innominata</i> (Couch, 1844)	ES					+	0,31			+	0,57	+	+	+	6,52	+			0,38
<i>C. pedunculata</i> (Gautier, 1956)	GO	+	+	+	+	++	9,37	+	+	+	5,17				0			+	0,38
<i>Ascophora</i> n.d.	GO						0	+		+	2,29				0				0
<i>Schizomavella discoidea</i> (Busk, 1859)	GSO						0				0	+	+		2,90		+	+	1,51
<i>Escharina hyndmanni</i> (Johnston, 1847)	GO	+	+		+	+	5	+	+	+	5,17				0				0
<i>E. dutertrei</i> (Audouin, 1826)	GO				+	+	1,25	+	++		3,44	+			0,72				0
<i>E. vulgaris</i> (Moll, 1803)	CORI	+					0,31			+	0,57				0				0
<i>Smittina inerma</i> (Calvet, 1906)	GSO						0				0	+	+	+	6,52			+	1,51
<i>Smittioidea reticulata</i> (Mac Gillivray, 1842)	GSO						0				0	+	+	+	6,52	++			0,76
<i>Hippopleurifera pulchra</i> (Manzoni, 1870)	GSO						0				0	+		+	2,90			+	0,38
<i>Escharioidea coccinea</i> (Abildgaard, 1806)	GSO						0		+		0,57	+			0,72	+		+	3,41
<i>Fenestulina malusii</i> (Audouin, 1826)	ES		+++			+	2,50	+++	+	+	8,62				0			++	2,27
<i>Porella minuta</i> (Norman, 1868)	GO		+			+++	2,50	+	+	++	6,89				0				0
<i>Sertella mediterranea</i> , sensu Hass, 1948)	GSO						0				0				0			++	2,27
<i>S. septentrionalis</i> Harmer, 1933	COR						0				0				0	+			0,38
<i>Schizotheca fissa</i> (Busk, 1856)	COR					+	0,31				0	+			0,72				0
<i>Celleporaria sardonica</i> (Waters, 1879)	COR						0				0			+	0,72	++		++	3,03
<i>Harmerella nitida</i> (Heller, 1867)	COR						0				0				0		+		0,38
<i>Lagenipora lepratioidea</i> (Norman, 1868)	?																		
<i>Celleporina caminata</i> (Waters, 1879)	COR	+	+	+	++	+	9,37			+	0,57	+++	+		5,80	+		+	1,51

1951

1951

45 espèces ont été récoltées, soit 2 *Ctenostomata*, 10 *Cyclostomata*, 33 *Cheilostomata* (15 *Anasca*, 18 *Ascophora*).

Devant l'impossibilité de chiffrer numériquement l'abondance des colonies des différentes espèces, je n'ai pu qu'estimer trois valeurs de celle-ci : + = espèce rare, ++ = espèce d'abondance moyenne, +++ = espèce très abondante.

Dans le tableau faunistique, les affinités biocoenotiques des espèces ont été indiqués toutes les fois que cela a été possible :

ES : espèce sciaphile sans signification écologique précise ou précisée

COR : Coralligène s.l.

CORI : niveau inférieur du Coralligène

GSO : grotte semi-obscur

GO : grotte obscure.

Un certain nombre d'espèces considérées comme rarissimes ont été rencontrées dans les zones obscures avec parfois une abondance étonnante. C'est le cas du Microporidae *Coronellina fagei* (Gautier, 1961) qui est de loin l'espèce dominante des boyaux de la grotte des Trémies. On ne connaissait que 4 localisations de cette espèce : Pantellaria (90 m, sable vaseux, GAUTIER, 1961), Archipel d'Hyères (60 m, sable grossier, GAUTIER, 1961), Santorin (100 et 128 m, Coralligène de plateau, face inférieure d'Algues calcaires, HARMELIN, 1969).

Une autre récolte fort intéressante est celle de *Setosella vulnerata* (Busk, 1860) que GAUTIER, au cours de sa vaste étude des Chilostomes de Méditerranée Occidentale, n'avait récolté qu'à l'état mort, en particulier sur de petits galets d'une thanathocoenose holocène située au large de la Camargue. Cette espèce est réputée profonde et a été récoltée jusqu'à la profondeur de 3700 m (PRENANT et BOBIN, 1966).

Un seul individu de *Bicellariella ciliata* a été récolté, dans le tunnel de Moyade au sein d'un peuplement riche en Eponges, mais c'est la première signalisation de cette Cellularine dans les eaux de Marseille.

Le cas de *Celleporina caminata* est intéressant ; en effet cette espèce coralligène est présente jusque dans les galeries les plus obscures mais les colonies y sont très petites, rarement ramifiées. Cette réduction de la taille se manifeste aussi au niveau de la zoécie : longueur de l'orifice = 147-170 μ , largeur de l'orifice = 95-120 μ , longueur zoéciale = 520-570 μ , largeur zoéciale = 420-520 μ . Un grand nombre de zoécies sont dépourvues d'umbos aviculariens et il n'y a pas d'aviculaires interzoéciaux.

Incertitudes systématiques :

Diaperoecia sp. — Ce Cyclostome se rencontre régulièrement quand les conditions d'obscurité sont réalisées. En dehors des grottes, je l'ai récolté sous des concrétions coralligènes (- 45 m) et à l'intérieur de coquilles vides de *Pinna* (Port-Cros, - 25 m). Le zoarium est adné et forme des langues assez peu ramifiées comprenant une dizaine de rangs de tubules ; ceux-ci sont disposés très régulièrement en quinconce et leur partie libre est orthogonale au plan du zoarium. Le gonozoïde est bien distinct, proéminent, généralement circulaire ou quadrangulaire, il englobe des tubules ; l'ooécistome est central, plus court que les tubules et d'un diamètre légèrement plus fort. Ce type de gonozoïde est typique du genre *Diaperoecia* Canu, 1918. L'agencement très régulier des tubules évoque une parenté avec *Stomatopora hirsuta* Calvet 1902, dont le gonozoïde n'est pas connu.

Tubulipora sp. — Ce petit *Tubuliporidae* n'a été récolté que deux fois à la grotte des Trémies, mais se retrouve dans d'autres grottes obscures ainsi qu'à l'intérieur des coquilles vides de *Pinna* en compagnie de *Diaperoecia sp.* Le zoarium est adné, ramifié en branches assez étroites ou flabellées. Le gonozoïde enrobe des tubules et se trouve souvent à l'extrémité d'une branche. L'ooécistome est terminal, accolé à un tubule ; il est assez long et son diamètre est très faible. Les tubules ne sont disposés ni en faisceaux ni en séries parallèles.

La position spécifique de ces Cyclostomes est à l'étude.

Ellisina cf. antarctica (fig. 7) — Petites colonies unilamellaires, encroûtantes ; zoécies ovalaires avec un cryptocyste étroit, granuleux. Aviculaires interzoéciaux obliques et distaux ; la mandibule est triangulaire et s'articule sur deux larges condyles. L'ovicelle est endozoéciale, enfouie dans l'aviculaire distal, elle est fermée par l'opercule et porte dans sa région médioproximale une légère carène.

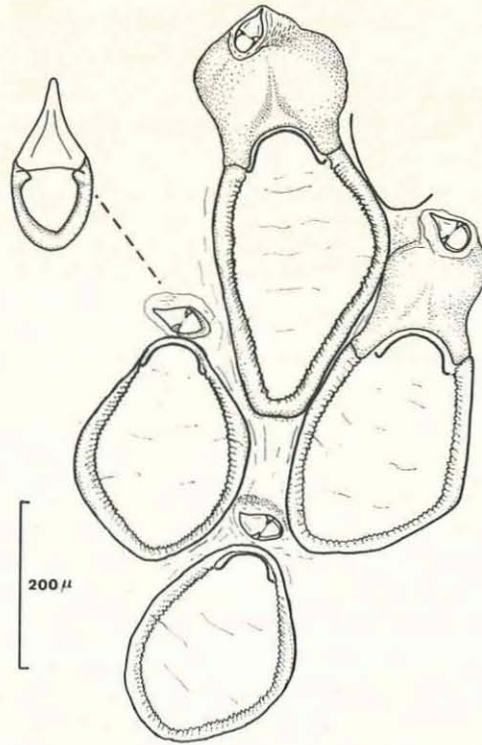


Figure 7 : *Ellisina cf. antarctica*, st. 6832, 4 zoécies, dont 2 ovicellées.

Mensurations : Lg Z. = 294-420 μ , lg Z. = 200-252 μ , Lg Avic. = 84-100 μ , lg Avic. = 52-73 μ , Lg Ovic. = 157-178 μ , lg Ovic. = 180 μ .

Cette espèce apparaît très voisine de *E. antarctica* Hastings, 1945 ; elle s'en distingue par deux points : la taille des zoécies qui est nettement plus forte chez *E. antarctica* et l'ornementation de l'ovicelle qui possède ici une carène et chez *E. antarctica* un petit umbo flanqué de deux languettes calcifiées. Ces deux critères de différenciation peuvent n'être que des variations géographiques. En effet, *E. antarctica* est une espèce de l'Antarctique et de la Patagonie, or il est bien connu, chez les espèces à large répartition géographique, que les spécimens d'eaux froides ont une taille supérieure à celle des formes d'eaux chaudes ou tempérées. Quant à l'ornementation de l'ovicelle, la carène peut être un stade ultérieur à celui présenté par l'espèce antarctique chez une forme à calcification plus accentuée.

Cribrilaria sp. — Correspond vraisemblablement à une espèce nouvelle. Elle est assez rare à Marseille où on la rencontre dans les anfractuosités du Coralligène ou dans les grottes ; elle est, par contre, très fréquente en Méditerranée Orientale sous les concrétionnements d'Algues calcaires (HARMELIN, 1969).

Ascophora n.d. — J'ai été tenté de considérer cette espèce comme un *Schizomavella rudis* dépourvu d'aviculaires mais elle s'en distingue aussi par un orifice plus grand, un ovicelle aussi régulièrement poreux que la frontale, en partie immergé dans la zoécie sus-jacente, il ne possède pas une couronne distale de tubercules comme les *Sch. rudis*. La frontale est pigmentée de noir. Cette espèce a été retrouvée dans d'autres grottes obscures.

ECOLOGIE

Les renseignements écologiques fournis par GAUTIER (1961) et par de très nombreux relevés effectués en plongée dans les peuplements sciaphiles permettent de distinguer parmi les espèces répertoriées plusieurs stocks biocoenotiques.

1/ Un stock commun aux grottes obscures et aux roches profondes, ce terme de roche profonde incluant la biocoenose de la roche du large et celle des coraux profonds : *Diaperoecia sp.*, *Tubulipora sp.*, *Ellisina cf. antarctica*, *Crassimarginatella crassimarginata*, *Coronellina fagei*, *Setosella vulnerata*, *Cribrilaria pedunculata*, *Ascophora n.d.*, *Escharina hyndmanni*, *Escharina dutertrei*, *Porella minuta*.

Il apparaît ici que les espèces *Coronellina fagei* et *Setosella vulnerata* caractérisent, dans les grottes à obscurité totale, les zones de calme hydrodynamique. Au contraire, *Crassimarginatella crassimarginata*, ainsi que, dans une moindre mesure, l'*Ascophora* non déterminé et *Porella minuta* exigent à la fois obscurité et hydrodynamisme linéaire. Ces espèces peuvent se retrouver dans le Coralligène à partir d'une certaine profondeur dans des niches écologiques telles que, dessous de dalles de concrétionnement, trous forés par les *Lithodomus*, etc.

2/ Le deuxième stock caractérise les grottes semi-obscurées et les parois verticales ou légèrement surplombantes des niveaux inférieurs du Coralligène (profondeur : 50 à 75 m). On en retrouve certains éléments à des profondeurs moyennes (25-50 m) en enclave dans les anfractuosités. Ces espèces sont : *Spiralaria gregaria*, *Onychoecella marioni*, *Cribrilaria sp.*, *Schizomavella discoidea*, *Smittina inerma*, *Smittoidae reticulata*, *Hippopleurifera*, *Escharioides coccinea*, *Sertella mediterranea* sensu Hass.

3/ Un stock coralligène comprenant des espèces telles que *Idmidronea atlantica*, *Callopora lineata*, *Sertella septentrionalis*, *Celleporaria sardonica*, *Celleporina caminata*, pour ne citer que les plus communes dans le Coralligène de la région marseillaise.

4/ Un groupe d'espèces sciaphiles aux exigences écologiques assez larges ou difficiles à préciser, qui se rencontrent aussi bien dans les niveaux supérieurs du Coralligène que plus profondément, sur la roche en place ou sur les petits substrats durs isolés sur des fonds meubles.

Afin de concentrer les données fournies par le tableau faunistique, j'ai tenté d'établir, pour chaque espèce dans chacune des zones écologiques, un indice qui soit fonction de l'abondance de l'espèce par rapport à l'ensemble du peuplement et de la fréquence des récoltes.

Soit l'espèce sp 1 récoltée dans la zone écologique A, nous aurons :

$$\text{Indice d'abondance relative} = \frac{\text{somme des abondances de sp1} \times \text{nombre de stations de récolte de sp1}}{\text{somme des abondances des sp. de A} \times \text{nb de stations effectués dans A}} \times 100$$

exemple :

	A			
	++	+	++	+
sp1 ..	+	+	.	+
sp2 ..	.	+	++	.
sp3 ..	+++	++	+	++
	.	+	.	.

$$\text{IAR}_{\text{sp1}} = \frac{3 \times 3}{21 \times 4} \times 100 = 10,8$$

$$\text{IAR}_{\text{sp2}} = \frac{3 \times 2}{21 \times 4} \times 100 = 7,1$$

$$\text{IAR}_{\text{sp3}} = \frac{8 \times 4}{21 \times 4} \times 100 = 38$$

On voit que cet indice tient compte de la régularité des récoltes, ce qui est très important en biocoenotique ; ainsi sp1 et sp2 ont la même abondance totale, mais celle-ci est répartie sur un plus grand nombre de prélèvements pour sp1, son indice sera donc supérieur à celui de sp2. Cet indice a évidemment le tort d'être basé sur une évaluation approximative, et limitée à 3 classes, de l'abondance des espèces ; il autorise cependant une lecture plus aisée du tableau faunistique.

Le calcul des indices d'abondance relative des différentes espèces se complète utilement de la somme des IAR relatifs aux quatre stocks biocoenotiques définis précédemment et de son pourcentage par rapport à la somme des IAR de tous les éléments du peuplement.

Ces chiffres permettent de confirmer l'impression première donnée par l'observation *in situ* en mettant en évidence, dans les trois types de peuplement à luminosité nulle (C, B, B'), l'importance relative des différents stocks biocoenotiques.

Dans le peuplement de la zone C, où l'hydrodynamisme est voisin de zéro et où les températures n'ont qu'une faible amplitude de variation, le stock d'espèces GO-RP est très fortement caractérisé ; les autres stocks sont présents mais à un taux beaucoup plus faible, à l'exception du stock COR dont l'importance relative de l'IAR est due à la présence régulière de spécimens chétifs de *Celleporina caminata*. On peut remarquer la très forte dominance de *Coronellina fagei* dont l'IAR diminue considérablement en dehors des boyaux hydrodynamiquement calmes et sans grand refroidissement hivernal.

	somme des IAR	IAR GO	IAR GSO	IAR COR	IAR ES
C	72,49	54,07 74,6 %	3,75 5,2 %	9,99 13,8 %	4,68 6,5 %
B	87,82	44,77 51 %	16,64 18,9 %	1,71 1,9 %	24,70 28,1 %
B'	78,25	13,07 16,7 %	22,46 28,7 %	16,66 21,3 %	26,06 33,3 %
A	43,92	1,14 2,6 %	19,69 44,8 %	14 31,8 %	9,09 20,7 %

Dans le peuplement de la zone B, qui est le lieu supposé de légers courants temporaires n'affectant que faiblement la stabilité thermique dans les couches d'eau inférieures, les espèces GO-RP commencent à régresser et il y a une forte augmentation des espèces GSO et surtout des éléments ES.

Au niveau de la zone B', l'importance et la constance beaucoup plus marquée des courants —avec pour conséquence une instabilité thermique égale à celle du milieu extérieur— a un effet très net sur la composition du peuplement. Malgré l'obscurité, les espèces GO sont en très nette régression, remplacées, non seulement par des espèces GSO et ES, mais aussi par des représentants de la biocoenose coralligène.

Le peuplement de la zone A des Trémies, qui est soumis aux conditions de milieu classiques des grottes semi-obscurées, possède encore un faible taux d'espèces GO-RP, localisées dans les micro-anfractuosités, mais l'essentiel de son stock bryozoologique est constitué par les éléments GSO, COR et, dans une moindre mesure, ES.

Il est intéressant de suivre les variations de taux du groupe d'espèces ES (*Cribrilaria radiata* et *Fenestulina malusii* en sont les meilleurs exemples) : en condition d'obscurité totale et de calme, la faible concurrence interspécifique autorise, pour ces formes peu exigeantes, un taux d'abondance relative faible mais non négligeable. Dès que le renouvellement de l'eau se fait plus actif, ces espèces montrent une très nette progression mais régressent lorsque l'élévation de la luminosité rétablit une concurrence interspécifique plus marquée au niveau des espèces GSO et COR.

Ces résultats mettent en évidence le rôle majeur de l'hydrodynamisme modéré et unidirectionnel dans l'écologie des Bryozoaires. Lorsque ce facteur édaphique se situe dans des limites moyennes, il est éminemment favorable par son action sur les apports nutritionnels, la respiration et le nettoyage des colonies ; il peut alors neutraliser l'action défavorable du facteur climatique lumière lorsque celui-ci est à un niveau trop bas (ou trop élevé, comme j'ai pu l'observer à l'extérieur des grottes). Il y a alors intrusion dans les zones obscures d'éléments provenant de biotopes plus éclairés et établissement d'un peuplement mixte. Il serait intéressant, à cet égard, d'étudier la faune des substrats rocheux relativement profonds (100-180 m) soumis à des courants importants.

Au facteur courant est lié ici le facteur température. Dans le tunnel de Moyade, le courant amène une uniformisation de la température de tous les points de la grotte avec celle de l'extérieur. Dans la grotte des Trémies, par contre, l'absence de circuit hydrodynamique dans le fond de la grotte et la topographie particulière de celle-ci engendre une relative stabilité thermique qui est peut-être un facteur favorable à la survie des espèces profondes. La présence de *Coronellina fagei* dans la zone C s'explique par l'absence de refroidissement hivernal important dans ce biotope, en effet, cette espèce sténobathe moyenne n'était connue que des portions les plus chaudes de la Méditerranée. Dans la région marseillaise, je ne l'ai rencontrée en dehors des grottes qu'à l'état sub-fossile, ceci en deux occasions :

- dans des blocs de concrétionnement coralligène sub-fossile en provenance du golfe de Fos,
- dans le sédiment de la première salle de la grotte des Trémies sous une épaisseur de vase allant jusqu'à 5 mètres, (campagnes de l'"Archéonaute" menées par E. BONIFAY et J. COURTIN). *C. fagei* était ici en épibiose sur des *Coenocyathus mouchezii*, Madréporaire abondant en Méditerranée Orientale et à Madère mais ayant disparu de la région marseillaise. On peut donc considérer *C. fagei* comme un élément relicté d'une faune d'eaux plus chaudes ayant peuplé la région marseillaise il y a quelques millénaires. Ceci est peut-être aussi le cas de *Setosella vulnerata* que GAUTIER n'a jamais récoltée vivante mais qu'il a rencontrée en particulière abondance sur des coquilles d'une thanathocoenose.

Un facteur limitatif très important pour les Bryozoaires des grottes obscures est la sédimentation en particules fines. Ceci n'apparaît pas à l'étude des grottes de Moyade et des Trémies, mais est très net lorsque l'on considère le boyau obscur de la grotte du Figuier (dont l'hydrodynamisme et le niveau lumineux sont voisins de ceux de la zone C des Trémies). En effet les parois de ce boyau sont imprégnées d'une vase extrêmement fine et fluide, or l'examen de nombreux fragments de paroi montre l'absence de Bryozoaires, à l'exception de quelques colonies chétives de *Tubulipora sp.* et de *Crisia* n.d. Ce facteur limitatif joue évidemment un rôle primordial en grande profondeur et dans les zones à forte sédimentation.

Dans la liste des espèces récoltées dans les grottes obscures, il est remarquable de noter que toutes, à l'exception de *Celleporina caminata* dont les colonies sont particulièrement petites, sont des formes à zoarium encroûtant. Des espèces profondes à zoarium dressé telles que *Adeonellopsis distoma*, *Tessaradoma boreale*, *Phoceana columnaria* que l'on trouve dans la région à partir d'une centaine de mètres de profondeur en compagnie de ces formes encroûtantes sont absentes des boyaux obscurs. Il semble que le facteur relief du substrat en soit responsable. Les parois des grottes obscures sont en effet relativement lisses et se prêtent mal à l'établissement d'une colonie se développant dans les trois dimensions. Ceci est vrai dans une moindre mesure pour les grottes semi-obscures, l'absence à leur niveau des grands gorgonaires du Coralligène (*Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolini*) élimine de ce biotope, plus que les conditions ambiantes du milieu, les espèces vinculariiformes et adéoniformes qui en sont les épibiontes habituels. Cette hypothèse est fondée sur la donnée expérimentale suivante : dans la zone de pénombre du tunnel de Moyade, j'ai tendu entre le plafond et le plancher une corde de nylon de 6 mm de diamètre ; au bout d'un an, cette corde était encroûtée par de très belles colonies de *Turbicellepora avicularis* et de *Pentapora fascialis*, espèces habituellement portées par des *Paramuricea*, considérées ainsi comme des composants exclusifs de la biocoenose coralligène et qui sont toujours absentes des grottes semi-obscures. L'établissement de ces espèces n'est donc pas limité par le seuil inférieur de luminosité admis par le peuplement coralligène mais est conditionné par le relief du substrat lorsque les conditions d'hydrodynamisme sont favorables. On doit remarquer que, dans les conditions normales, la plupart des espèces à zoarium érigé sont des épibiontes de ce que TRUE (sous presse) a appelé la strate intermédiaire et la strate élevée des peuplements sciaphiles de substrat dur, ces deux strates étant absentes des grottes obscures.

Un facteur biotique semble avoir un rôle non négligeable sur la composition des peuplements des grottes obscures et des substrats durs en général : il s'agit de l'effet de contamination par l'apport massif de larves à stade planctonique court en provenance des peuplements voisins bien personnalisés, ceci étant différent de la notion de zone de transition entre biocoenoses. Ce n'est qu'une simple hypothèse suggérée par de nombreuses observations sur le terrain mais il est possible que, dans le cas du tunnel de Moyade par exemple, la présence en obscurité totale d'un fort pourcentage d'espèces des grottes semi-obscures et du Coralligène ne soit pas uniquement due à l'action physiologique favorable du renouvellement de l'eau, mais que le très beau Coralligène à *Paramuricea* de l'extérieur de la grotte, ainsi que le gros peuplement à base de Corail de la salle dans laquelle le tunnel débouche en soient partiellement responsables en tant que source de larves. Le courant jouerait ainsi un rôle direct sur la composition du peuplement des zones obscures en véhiculant les larves à développement très rapide en provenance des biotopes plus éclairés. Le problème de la relation entre l'étendue des communautés en juxtaposition et l'interaction de leurs apports larvaires doit être alors considéré. Une communauté risquera d'autant plus d'être "contaminée" par les peuplements voisins qu'elle occupera un espace de dimensions plus réduites, à condition toutefois qu'à son niveau les caractéristiques du milieu soient dans les limites de tolérance des larves étrangères et que la concurrence interspécifique y soit faible. Une telle influence de la distance des sources de larves sur la composition qualitative et quantitative des peuplements bryozoologiques a été évoquée par RYLAND (1967) à propos de la colonisation de surfaces vierges artificielles dans le détroit de Menai.

En conclusion, on peut tenter d'esquisser le portrait écologique des zones obscures de ces deux grottes. Dans le tunnel de Moyade, l'îlot obscur, de petites dimensions, est balayé par un courant, généralement de SE, qui est comparable en force et en direction à celui qui règne à l'extérieur de la grotte. Ce courant élimine les espèces GO nettement rhéophobes ou sténothermes chaudes telles que *Coronellina fagei* ou *Setosella vulnerata* et celles qui le sont dans une moindre mesure (*Cribrilaria pedunculata* ou *Porella minuta*). La compétitivité des espèces GO dans la concurrence interspécifique est donc faible, excepté pour *Crassimarginatella crassimarginata* qui semble caractériser ce milieu. De plus, le courant amène un bombardement massif et constant de larves GSO et COR émises en amont par l'environnement immédiat (fig. 8-B). L'obscurité n'est pas un obstacle pour ces larves à phototropisme certainement négatif et l'absence de sédimentation fine au niveau des parois autorise leur fixation ; quant aux exigences physiologiques des colonies formées, elles semblent être pleinement assurées par le circuit hydrodynamique sans que l'absence de lumière vienne freiner leurs fonctions. Il y a ainsi conquête de la zone obscure par des éléments GSO et COR.

Dans la grotte des Trémies, la vaste partie obscure n'est opposée qu'à une zone semi-obscur d'expansion comparable, le Coralligène n'est présent que sous forme d'une étroite bordure à l'entrée de la grotte, à l'extérieur de celle-ci, les fonds sont occupés par du Détritique côtier ou des herbiers de Posidonies (fig. 8-A). La partie obscure peut être scindée en deux zones assez nettement tranchées. La première de celles-ci (zone C) est hydrodynamiquement stable, sa température hivernale est supérieure à celle du milieu extérieur ; les influences extérieures y sont refoulées par la triple barrière de la température, du manque

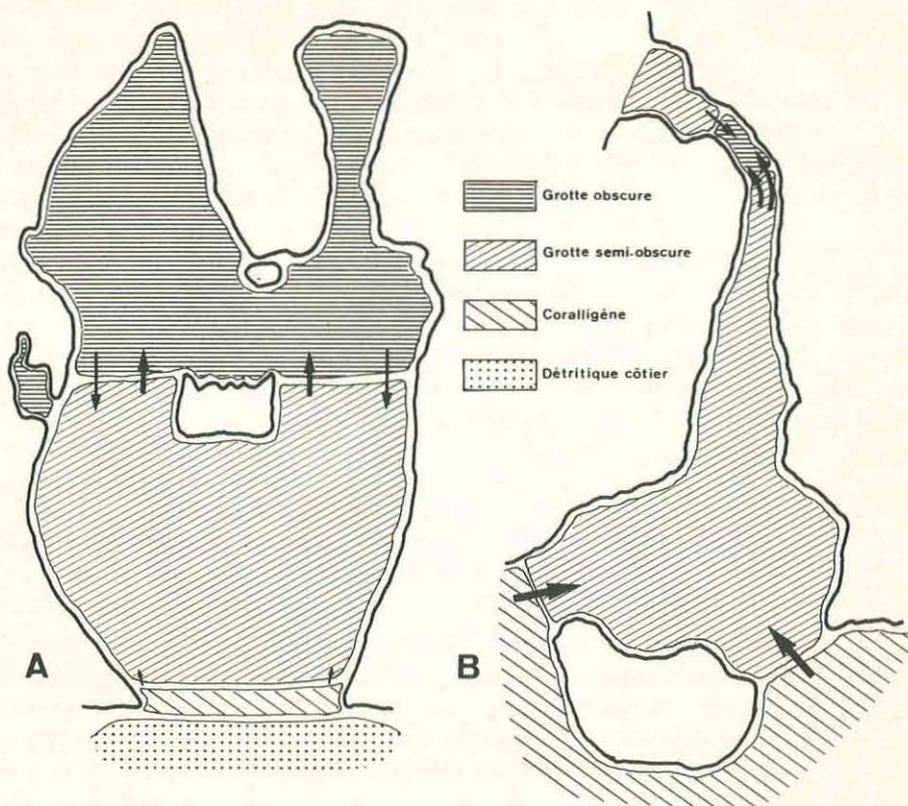


Figure 8 : Interaction des différents stocks biocoenotiques ;
A - grotte des Trémies ; B - grotte de Moyade.

de lumière et de l'absence de renouvellement de l'eau. Les parois, fortement noircies par l'enduit d'oxydes de fer et de manganèse ne sont point envasées. Cette combinaison écologique très particulière permet la survie d'une espèce relictive : *Coronellina fagei*. La zone B, d'un niveau lumineux égal ou à peine supérieur en certains points à celui de la zone C, est sans doute le lieu, en des cas exceptionnels, de légers courants ; la température hivernale y est aussi anormalement élevée, sauf au niveau du substrat. Juxtaposée au peuplement GSO, elle en reçoit les influences : des espèces telles que *Onychocella marioni* y prospèrent, mais sans que le stock des éléments GO soit dominé. On peut remarquer, dans ce stock GO, la raréfaction des espèces rhéophobes caractéristiques de la zone C et l'accroissement de l'abondance de *Crassimarginatella crassimarginata*. L'influence de la communauté des grottes semi-obscur sur le peuplement des zones obscures est ici réciproque : des espèces GO, *Cribrilaria pedunculata* et *Diaperoecia sp.*, sont présentes en lumière atténuée, fait que je n'ai jamais noté dans d'autres grottes ne présentant pas de zone totalement obscure aussi étendue.

Les grottes sous-marines se présentent donc comme un milieu extrêmement intéressant à étudier, aussi bien pour sa faune que pour les problèmes écologiques qu'il pose. L'écologie des peuplements de substrats durs est, en règle générale, infiniment complexe, l'intrication des différents facteurs rendant hasardeuse l'interprétation de leurs actions. Il est donc utile qu'une approche de l'écologie d'ensembles très complexes, tels que le Coralligène, se double d'une étude des milieux où l'équation des facteurs est plus simple, ce qui est le cas des grottes obscures. Toute étude écologique des fonds rocheux et, à plus forte raison, des grottes sous-marines est dominée par la notion du rôle de la lumière, mais n'est-ce pas

parce que ce facteur est celui dont les variations impressionnent le plus aisément un observateur ?. La chute du bilan lumineux pour des raisons topographiques ou bathymétriques s'accompagne généralement d'un ralentissement des courants. L'étude de trois milieux en obscurité totale a montré l'importance du renouvellement de l'eau sur la composition du peuplement. Aussi, sans sous-estimer le rôle de la lumière dans la zonation générale des substrats durs, il semble, au moins pour les peuplements à dominance animale, que le courant soit un facteur essentiel par son effet au niveau de la physiologie des individus et par son rôle dans la répartition des larves pour les formes à vie larvaire pélagique courte.

BIBLIOGRAPHIE

- BORG (F.), 1926.— Studies on recent Cyclostomatous Bryozoa. *Zool. Bidr. Uppsala*, 10 : 181-507, pl. 1-14.
- BORG (F.), 1944.— The Stenolaematous Bryozoa. in : *Further Zoological Results of the Swedish Antarctic Expedition 1901-1903*. Stockholm, 3, (5) : 1-276, pl. 1-16.
- BUSK (G.), 1875.— Catalogue of the marine Polyzoa in the collection of the British Museum, pt. 3 *Cyclostomata*, London : 1-41, pl. 1-34.
- CALI (F.), 1969.— Cent clés pour comprendre une grotte, R. Morel éd., 93 p.
- CALVET (L.), 1902a.— Bryozoaires marins de la région de Cette. *Trav. Inst. Zool. Univ. Montpellier*, 2^{ème} série, 11 : 1-103, pl. 1-3.
- CALVET (L.), 1902 b.— Bryozoaires marins des Côtes de Corse. *Trav. Inst. Zool. Univ. Montpellier*, 2^{ème} série, 12 : 1-52, pl. 1-2.
- CORROY (G.), GOUVERNET (C.), CHOUTEAU (J.), SIVIRINE (A.), GILLET (R.) & PICARD (J.), 1958.— Les résurgences sous-marines de la région de Cassis. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 55, 1131 : 1-35.
- DOOCHIN (H.) & SMITH (F.G.W.), 1951.— Marine boring and fouling in relation to velocity of water currents. *Bull. Marine Sci. Gulf Caribbean*, 1 : 196-208.
- DRACH (P.), 1948.— Limite d'expansion des peuplements benthiques sessiles en zone littorale profonde (faciès rocheux). *C.R. Acad. Sci.*, 227 : 1397-99.
- GAUTIER (Y.V.), 1958.— Sur quelques bryozoaires de la "zone à coraux profonds" du Golfe de Gènes. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, (n° 1123) : 11 p.
- GAUTIER (Y.V.), 1961.— Recherches écologiques sur les Bryozoaires Chilostomes en Méditerranée Occidentale. *Thèse Marseille, Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 38, (Bull. 24) : 1-434, 91 fig.
- HARMELIN (J.G.), 1968.— Contribution à l'étude des Bryozoaires Cyclostomes de Méditerranée : Les *Crisia* des côtes de Provence. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, 2^{ème} série, 40, (2) : 413-37, 4 fig.
- HARMELIN (J.G.), 1969.— Bryozoaires récoltés au cours de la campagne du "JEAN CHARCOT" en Méditerranée Orientale (août-septembre 1967). 1.- Dragages. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, 2^{ème} série, 40, (6) : 1178-1208 ; 41, (1) : 295-311, 6 fig.
- HASTINGS (A.B.) & RYLAND (J.S.), 1968.— The characters of the polyzoan genera *Pentapora*, and *Hippodiplosia* with redescriptions of *P. foliacea* (Ellis & Solander) and *H. verrulosa* Canu. *J. Linn. Soc. (Zool.)* 47, 313 : 505-514, 2 fig.
- HINCKS (T.), 1880.— A history of the British marine Polyzoa. London, 1 : I-CXLI. 1-601 ; 2, pl. 1-83.
- LABOREL (J.), 1958.— Contribution à l'étude in situ des peuplements sciaphiles sur substrat dur en Méditerranée. *C.R. Acad. Sci.*, 246 : 3381-83.
- LABOREL (J.), 1960.— Contribution à l'étude directe des peuplements sciaphiles sur substrats rocheux en Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 33, (20) : 117-73.
- LABOREL (J.) & VACELET (J.), 1958.— Etude des peuplements d'une grotte sous-marine du Golfe de Marseille. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 55, (n° 1120) 20 p.
- LABOREL (J.) & VACELET (J.), 1959.— Les grottes sous-marines obscures en Méditerranée. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 248 : 2619-2621.
- LAUBIER (L.), 1966.— Le Coralligène des Albères, monographie biocénotique. *Ann. Inst. océanogr. Monaco*, 43, 2 : 137-316, 6 pl., 2 cartes.

- LEDOYER (M.), 1966.— Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome. I — Introduction, données analytique sur les biotopes de substrat dur. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **56**, (Bull. 40) : 103-149.
- MARCHETTI (R.), 1965.— Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. I — Distribuzione geographica, II. — Il promontorio di Portofino. *Ist. Lombardo (Rend. Sc.)*, B, **99**, (2) : 255-78 : 279-316.
- OSBURN (R.C.), 1953.— Bryozoa of the Pacific coast of America, Part. 3, Cyclostomata, Entoprocta, and Addenda. *Allan Hancock Pac. Exp.*, **14**, 3 : 613-841, pl. 65-82.
- PERES (J.M.) & PICARD (J.), 1964.— Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **47**, (31) : 5-137.
- PERES (J.M.), 1967a.— Les biocoenoses benthiques dans le système phytal. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **58**, (Bull. 42) : 3-113.
- PERES (J.M.), 1967b.— The mediterranean benthos. *Oceanogr. Mar. biol. Ann. Rev.* **5** : 449-533.
- POULIQUEN (L.), 1969.— Remarques sur la présence d'Eponges de l'étage bathyal dans les grottes sous marines obscures en Méditerranée. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **268** : 1324-1326.
- PRENANT (M.) & BOBIN (G.), 1956.— Bryozoaires. 1/ partie. Entoproctes, Phylactolèmes, Cténostomes. *Faune de France*, **60** : 389 p., 151 fig.
- PRENANT (M.) & BOBIN (G.), 1966.— Bryozoaires. 2^{ème} partie. Chilostomes Anasca. *Faune de France*, **68** : 647 p., 210 fig.
- RIEDL (R.), 1964.— Lo studio del litorale marino in rapporto alla moderna biologia, *Atti. Sem. Stud. biol.*, Bari, **1** : 30 p.
- RIEDL (R.), 1966.— Biologie der Meereshöhlen. Paul Parey. Hambourg et Berlin ; 636 p.
- RYLAND (J.S.), 1967.— Polyzoa. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **5** : 343-69.
- TRUE (M.A.).— Etude quantitative de quatre peuplements sciaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. *Bull. Inst. océanogr. Monaco* (sous presse).
- VACELET (J.), 1964.— Etude monographique de l'éponge calcaire Pharétronide de Méditerranée, *Petrobionna massiliana* Vacelet et Lévi. Les Pharétronides actuelles et fossiles. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **50**, (Bull. 34) : 1-125, 171 fig.
- VACELET (J.), 1967.— A direct study of the populations of underwater cliffs and caves. *Underwater Ass. Rep.*, : 73-76.
- WATERS (A.W.), 1879.— On the Bryozoa of the Bay of Naples. *Ann. Mag. nat. Hist., ser. 5*, **3** : 28-43 ; 114-126 : 192-202 ; 267-281 ; pl. 8-15, 23-24.
- ZIBROWIUS (H.), 1968a.— Etude morphologique, systématique et écologique de Serpulidae (Annelida Polychaeta) de la région de Marseille. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **59**, (43) : 81-252, pl. 1-14.
- ZIBROWIUS (H.), 1968b.— Description de *Vermiliopsis monodiscus* n. sp. espèce méditerranéenne nouvelle de Serpulidae (Polychaeta Sedentaria). *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris, 2^{ème} série, **39**, (6) : 1202 - 1210.
- ZIBROWIUS (H.), 1969.— Note préliminaire sur la présence à Marseille des quatre Madréporaires peu connus : *Desmophyllum fasciculatum* (Risso) 1826, *Guynia annulata* (Duncan, 1872), *Stenocyathus vermiformis* (Pourtales 1868) et *Conotrochus magnaghii* (Cecchini, 1914). *Bull. Soc. Zool. France*, **93**, 2 : 325-330.
- ZIBROWIUS (H.), 196.— Remarques sur la faune sessile des grottes sous-marines et de l'étage bathyal en Méditerranée. *Rap. Proc. verb. Réunion. CIESMM*, (Oct. 68).