

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

VOLUME XXI

ANNÉE 1970

FASCICULE 3 - B

SOMMAIRE

Ch. DUBOUL-RAZAVET, H. GOT et A. MONACO. Carte sédimentologique sous-marine de Perpignan au 1/100 000	517
Jean BOUCHER et Francis de BOVÉE. <i>Mimocalanus distinctocephalus</i> Brodskii 1950 (Copepoda Calanoida), genre nouveau pour la Méditerranée, nouvelle description	527
Pierre VITIELLO. Sur quelques espèces de <i>Diplopeltula</i> (Nematoda Araeolaimida)	535
Pierre LE GALL. Etude des Moulières normandes. Renouveau, croissance.	545
Aline MEDIONI. Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-Mer : Ascidies - Bryozoaires	591
Pierre CHARDY. Ecologie des Crustacés Pécararides des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. Amphipodes, Isopodes, Tanaidacés, Cumacés, infra- et circalittoraux	657
Françoise LAFARGUE. Peuplements sessiles de l'archipel de Glénan. I. — Inventaire. Ascidies	729

MASSON & Cie
120, Bd St-Germain, Paris-VI

Publication bimestrielle

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS — BIOLOGIE MARINE

Vie et Milieu paraît par fascicules séparés tous les deux mois. Chaque volume annuel comprenant six fascicules, contient environ 1200 pages. Les travaux publiés sont répartis en trois séries :

Série A : Biologie marine; Série B : Océanographie; Série C : Biologie terrestre.

Pour chaque toison, deux fascicules sont en principe réservés à chacune des trois séries. La succession des trois séries au cours de l'année peut être sujette à variations d'un tome au suivant. La Rédaction se réserve de modifier la répartition en trois sections suivant l'abondance relative des manuscrits acceptés pour chaque série.

Les manuscrits sont reçus par le Professeur P. DRACH, Directeur de la Publication, ou M. J. SOYER, Secrétaire de Rédaction (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, 66, France). Ils ne seront acceptés définitivement qu'après avoir été soumis au Comité de Rédaction spécialisé.

Membres des Comités de Rédaction

Série A : Biologie marine

B. BATTAGLIA (Padoue, Italie), C. BOCQUET (Paris, France), J. FELDMANN (Paris, France), J. FOREST (Paris, France), M. GABE (Paris, France), P. LUBET (Caen, France), J. MAETZ (C.E.A., Villefranche-sur-Mer, France), M. PAVANS DE CECCATTY (Lyon, France), G. PETIT (Paris, France), G. TEISSIER (Paris, France), O. TUZET (Montpellier, France), E. VIVIER (Lille, France).

Série B : Océanographie

M. BACESCO (Bucarest, R.P. Roumanie), M. BLANC (Paris, France), P. BOUGIS (Paris, France), J. BROUARDEL (Monaco), P. DRACH (Paris, France), C. DUBOUL-RAZAVET (Perpignan, France), A. IVANOFF (Paris, France), L. LAUBIER (C.O.B., Brest, France), R. MARGALEF (Barcelone, Espagne), J.M. PÉRÈS (Marseille, France), J. POCHON (Paris, France).

Série C : Biologie terrestre

E. ANGELIER (Toulouse, France), C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Paris, France), W. KÜHNELT (Vienne, Autriche), M. KUNST (Prague, Tchécoslovaquie), M. LAMOTTE (Paris, France), B. POSSOMPES (Paris, France), P. REY (Toulouse, France), H. SAINT-GIRONS (Paris, France), C. SAUVAGE (Montpellier, France), M. VACHON (Paris, France).

L'abonnement part du n° 1 de chaque année (6 fascicules par an).

Les abonnements sont reçus par la Librairie MASSON & Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris VI.

France et zone franc (Pays acceptant le tarif d'affranchissement intérieur français pour les périodiques) 100,00 FF

Règlement par chèque bancaire ou chèque postal (C.C.P. 599, Paris) ou mandat.

Autres pays 118,00 FF

Prix payables dans les autres monnaies au cours des règlements commerciaux du jour du paiement, par l'une des voies suivantes : chèque sur Paris d'une banque étrangère; virement par banque sur compte étranger; mandat international.

Prix du fascicule séparé 20,00 FF

Changement d'adresse 0,50 FF

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

VOLUME XXI

ANNÉE 1970

FASCICULE 3 - B

SOMMAIRE

Ch. DUBOUL-RAZAVET, H. GOT et A. MONACO. Carte sédimentologique sous-marine de Perpignan au 1/100 000	517
Jean BOUCHER et Francis de BOVÉE. <i>Mimocalanus distinctocephalus</i> Brodskii 1950 (Copepoda Calanoida), genre nouveau pour la Méditerranée, nouvelle description	527
Pierre VITIELLO. Sur quelques espèces de <i>Diplopeltula</i> (Nematoda Araeolaimida)	535
Pierre LE GALL. Etude des Moulières normandes. Renouveau, croissance.	545
Aline MEDIONI. Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-Mer: Ascidies - Bryozoaires	591
Pierre CHARDY. Ecologie des Crustacés Pécaricides des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. Amphipodes, Isopodes, Tanaidacés, Cumacés, infra- et circalittoraux	657
Françoise LAFARGUE. Peuplements sessiles de l'archipel de Glénan. I. — Inventaire. Ascidies	729

MASSON & C^{ie}

120. Bd St-Germain. Paris-VI

Publication bimestrielle

CARTE SÉDIMENTOLOGIQUE SOUS-MARINE DE PERPIGNAN AU 1/100.000

par Ch. DUBOUL-RAZAVET, H. GOT et A. MONACO
*Centre de Recherches de Sédimentologie Marine
de Perpignan*

SOMMAIRE

Les auteurs dressent la carte de la répartition des sédiments sur le plateau continental du Roussillon. Ils distinguent trois secteurs caractérisés selon des critères dynamiques, granulométriques et minéralogiques.

I. — CADRE GÉOLOGIQUE ET TOPOGRAPHIE SOUS-MARINE

Le plateau continental roussillonnais compris entre 42°40' et 43° de latitude Nord, appartient à la province nord pyrénéenne du Golfe du Lion.

Les études antérieures ont porté sur une portion plus méridionale et étroite du plateau (H. GOT *et al.*, 1968), située face à la zone axiale des Pyrénées et entaillée par deux importantes vallées sous-marines (rechs du Cap Creus et Lacaze-Duthiers), qui ont fait l'objet d'une analyse sédimentologique détaillée (H. GOT *et al.*, 1969). Les résultats de ces investigations nous ont permis de mettre en évidence plusieurs unités sédimentologiques, dont la disposition obéit autant à l'histoire géologique quaternaire et récente du plateau, qu'aux lois de la dynamique actuelle.

La zone intéressée par cette étude constitue la prolongation orientale et sous-marine de la plaine plio-quadernaire du Roussillon, limitée au Nord par le contrefort mésozoïque du Cap-Leucate qui introduit la région languedocienne. Ce cap constitue le seul promontoire rocheux qui surgit au milieu d'une côte plate et sablonneuse où débouchent deux des trois principales rivières du Roussillon : la Têt et l'Agly. La côte plate est jalonnée d'étendues lagunaires (étangs de St-Nazaire et de Salses), témoins de l'extension maximum de la mer flandrienne.

La topographie sous-marine reflète la morphologie de l'avant-pays : le plateau s'étale largement et amorce la zone d'extension maximale du Golfe du Lion; la pente y est faible et les seuls accidents morphologiques rencontrés sont dus à la présence, par faible profondeur, d'affleurements rocheux et sur la portion externe (80-90 m) à l'existence d'un vallonnement irrégulier.

Les rochers littoraux (rochers de St-Laurent, Torreilles, Lanier, plateau de St-Nazaire) ont des superficies variables (jusqu'à 2 km²) mais présentent toujours un faible dénivelé (1,50 à 2 m). Ils forment, de 20 à 45 m de profondeur, une bande discontinue sensiblement parallèle à la côte. Diversement interprétés par les auteurs, nous pensons avec BOURCART qu'il s'agit de témoins d'âge tyrrhénien, sans souscrire à l'hypothèse de l'existence d'une dalle gréseuse continue.

Vers le large les fonds ont un modelé irrégulier qui simule une morphologie dunaire, d'amplitude variable (1 à 5 m) et en disposition anarchique.

L'absence de grands accidents topographiques explique en partie la simplification relative de la répartition des faciès par rapport au secteur plus méridional.

II. — RÉPARTITION DES FACIÈS SÉDIMENTAIRES

a) MÉTHODES D'ÉTUDE ET REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE.

Les prélèvements ponctuels des sédiments sont effectués par les moyens classiques : benne ou carottage. Les pourcentages des différents constituants sont calculés à partir d'un poids sec connu de matériau.

Le lavage sur tamis de 0,040 mm assure l'élimination et la connaissance du pourcentage en pélite. La fraction supérieure à 0,040 mm fait l'objet d'une analyse granulométrique complète qui permet d'apprécier

le pourcentage des diverses catégories par rapport à la seule fraction sableuse.

La teneur en carbonates est calculée sur la fraction comprise entre 0,040 et 2 mm.

La représentation cartographique et les coupures introduites pour différencier les diverses catégories tiennent compte, dans la mesure du possible, des tentatives de normalisation effectuées récemment pour la cartographie sous-marine des plateformes continentales.

Nous avons adopté pour la fraction sableuse la représentation par diagramme triangulaire où les trois sommets sont occupés par :

- plus de 60 % de sables fins (0,040 à 0,200 mm),
- plus de 60 % de sables moyens (0,200 à 0,500 mm),
- plus de 60 % de sables grossiers (> 0,500 mm).

Les positions intermédiaires correspondent à des mélanges de deux ou plusieurs stocks et caractérisent donc des sédiments hétérogènes.

Pour un dépôt donné occupant un secteur déterminé, le faciès sédimentaire est donc défini par la teneur en pépite, le diamètre de la fraction sableuse majeure ou des mélanges éventuels, et le pourcentage en carbonates.

b) RÉPARTITION DES SÉDIMENTS.

Nous avons envisagé leur répartition suivant des secteurs bathymétriques qui présentent des caractères hydrodynamiques et sédimentaires propres :

- secteur littoral caractérisé par des sables actuels soumis à une dynamique active,
- secteur circalittoral à sédimentation fine surimposée à un relief fossile (hauts fonds rocheux),
- secteur externe où les dépôts fins actuels se mélangent à des sédiments grossiers anciens.

1) *Secteur littoral.*

Le secteur littoral est exclusivement occupé par des sables purs qui subissent seulement des variations granulométriques longitudinales et latérales. Les premières, parallèles à la côte, sont liées à la proximité des zones d'apports et à la distribution du matériel sous l'effet des transits. Les secondes résultent de la dispersion vers le large des sables et de leur classement suivant un critère bathymétrique qui conditionne les modalités de l'agitation. Jusqu'à — 10 m, c'est la zone des déplacements intenses comme l'atteste la présence des rides sous-marines nombreuses et festonnées.

La direction et l'intensité de ces transits est directement fonction des vents et houles dominantes du NE et du SE. Ils sont alternatifs vers le S et le N avec toutefois une résultante plus forte

vers le nord (G. COURTOIS et MONACO, 1966, 1968, 1969). Ce phénomène se traduit par des médianes fortes au droit des embouchures puis progressivement décroissantes au nord de celles-ci. Sur le littoral compris entre l'Agly et le Cap Leucate des récurrences plus grossières apparaissent à l'approche de ce dernier, provoquées par la dispersion des produits d'érosion directe du promontoire par les courants littoraux dirigés vers le sud.

La zone au nord du cap, occupée par les sablons, contraste avec la portion méridionale caractérisée, comme tout le littoral du Rousillon, par des sables grossiers. Cette différence est essentiellement liée à la nature même des apports et aux phénomènes dispersifs.

La diminution progressive du diamètre des particules vers le large est tout à fait classique et d'autant plus rapide que la pente du talus est accentuée. Elle est liée à la bathymétrie et aux conditions d'agitation décroissante. Une seule exception à ce schéma, la portion située face à la plage de Canet. Le sable de plage est lui-même remarquablement fin et contraste avec le sable des plages de tout le littoral, généralement grossier, voire gravelleux. Il faut attribuer ce caractère soit au jeu des transits littoraux où la résultante septentrionale amènerait les matériaux en provenance du Tech, à l'exclusion de toute dispersion vers le sud des produits de la Têt, soit à une évolution plus ancienne liée à l'histoire même de la constitution du lido. La faible différenciation des apports détritiques de ces rivières interdit l'utilisation du critère minéralogique dans la recherche de l'origine de ces sables.

La composition minéralogique des sédiments du secteur étudié présente une certaine homogénéité et il est difficile de circonscrire les zones nettes d'influence des rivières Têt et Agly : le grenat, l'amphibole, l'andalousite et l'épidote restent les minéraux cardinaux et caractérisent ce secteur du plateau continental. Le pourcentage en ces divers minéraux peut varier considérablement en fonction de la granulométrie des sédiments considérés : dans les dépôts des sables fins on assiste à une augmentation notable des minéraux de petite taille (épidote-zircon) ou à fort pouvoir de flottabilité (micas).

A partir de l'embouchure de l'Agly et jusqu'à l'extrémité nord de la côte, les sables littoraux possèdent un certain pourcentage en calcaire détritique issu des alluvions de l'Agly et des venues directes du Cap Leucate.

2) Secteur circalittoral.

Les sables littoraux s'enrichissent progressivement vers le large en éléments fins (pélites) qui atteignent dès — 40 m plus de 75 % du sédiment total. Les dépôts sont représentés par des vases

oxydées en surface, comportant une proportion variable mais toujours faible de silts micacés. La fraction supérieure à 0,040 mm est également formée de débris organogènes de taille variée et de foraminifères qui expliquent les forts pourcentages en carbonates dans ce secteur. Par contre dans les pélites, les teneurs en calcaires sont assez uniformes et de l'ordre de 25 à 30 %.

Les constituants minéraux de ces vases sont ceux des suspensions fluviales actuelles : illite dominante, montmorillonite, chlorite et peu de kaolinite.

Les hauts fonds rocheux percent la couverture vaseuse (fig. 1). Leur nature gréseuse et calcaire est le plus souvent masquée par un concrétionnement coralligène pouvant atteindre plusieurs centimètres. Certains échantillons prélevés sur les rochers sont très coquilliers; l'état de conservation des coquilles rend cependant difficile les déterminations malacologiques. L'hypothèse de leur âge tyrrhénien est déduite des recoupements entre les relevés sismiques et les sondages (carottages et bennes).

Ces rochers sont entourés d'importantes formations caillouteuses. La nature pétrographique des galets est très semblable dans tous les cas : quartz, schistes, micaschistes, plus rarement calcaires; ils sont généralement peu façonnés, polyédriques, et peuvent atteindre 10 cm de diamètre; certains sont recouverts par un concrétionnement calcaire localisé sur une seule face, ou englobant la totalité de la surface.

Ces galets d'origine indiscutablement fluviale (analogie avec les alluvions grossières actuelles de l'arrière-pays) forment avec la vase récente un dépôt très hétérogène qui nous a amené à leur

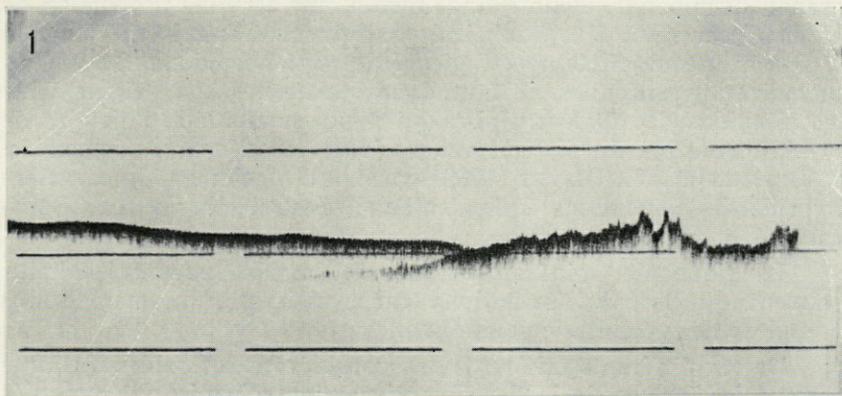


FIG. 1. — Relevé au sondeur de vase : Banc rocheux de St-Laurent percent à travers la couverture sédimentaire plus récente.

donner une représentation particulière. Leur présence résulte d'une mise en place au cours d'un stade d'arrêt de la transgression flandrienne; leur maintien est dû à leur situation topographique dans une zone actuellement soumise à un taux de sédimentation relativement faible.

c) ZONE EXTERNE DU PLATEAU.

La zone externe du plateau voit paradoxalement la réapparition vers — 90 m de dépôts sablo-vaseux (« sables du large ») suivant une bande de plus en plus large vers la limite méridionale de la carte. Elle se rattache aux sables décrits sur le pourtour du rech Lacaze-Duthiers (H. GOT, A. MONACO et D. REYSS, 1969). La teneur en pélites est décroissante vers le large où elle ne dépasse pas 50 %; leur composition minéralogique est la même que celle de la vase du centre du plateau. Le sable, moyen à grossier, est composé d'un mélange de grains de quartz hyalins et de quartz oxydés, légèrement façonnés. Il comporte, en assez forte proportion, des fragments organogènes parfois roulés et notamment de nombreux Bryozoaires. La granulométrie montre la présence de deux ou plusieurs stocks dont l'importance définit le faciès déduit des coordonnées triangulaires. Ainsi apparaît une zone de sables plus grossiers circonscrits à l'intérieur de dépôts où le stock de particules fines est plus important. Le mélange de stocks semble plus ou moins bien réalisé et se traduit par des courbes plus ou moins régulières et redressées.

Une des principales caractéristiques de ces sables est la présence de certains minéraux particuliers quoique d'origine différente : le glaucophane et la glauconie. En effet, la majorité des sables analysés comportent parmi un cortège classique de minéraux lourds : grenat, hornblende, épidote, andalousite, une certaine proportion de glaucophane (2 à 3 %), minéral pratiquement inexistant dans la région et incompatible avec le degré de métamorphisme des roches primaires pyrénéennes. Il faut donc rechercher son origine dans les alluvions des fleuves alpins qui à un moment de l'histoire de la sédimentation du plateau ont pu jouer un rôle non négligeable. S. DUPLAIX et J.L. OLIVET (1969) constatent également le caractère hybride des formations équivalentes situées en tête du rech Bourcart.

La glauconie, minéral typiquement marin rencontré le plus souvent à la base des formations transgressives, a une origine plus complexe de type physico-chimique.

De ces différents critères, nous considérons les sables du large comme les termes de la dernière régression würmienne, remaniés au cours de la remontée flandrienne. Leur recouvrement par les vases actuelles leur confère un faciès hétérogène.

III. — RECONSTITUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE

La répartition des aires et faciès sédimentaires résulte en fait de la superposition de plusieurs unités stratigraphiques. Le remplissage vaseux flamand repose sur un relief dont les relevés au sondeur de vase permettent de suivre la morphologie. La nature des assises profondes nous est connue par l'intermédiaire des carotages; il s'agit d'épandages d'alluvions grossières qui, à la limite du plateau, passent aux sables du large. Ces assises constituent le tréfonds des enregistrements sismiques dont on suit l'extension, ce qui permet d'apprécier l'épaisseur des sédiments récents qui les surmontent.

Les alluvions grossières sont fortement enfouies au large de l'étang de Leucate, zone préférentielle d'accumulation, où la puissance des dépôts argileux peut dépasser 10 mètres. Vers le sud, le remplissage s'amenuise considérablement et souvent n'atteint pas 1 mètre.

Dans la zone littorale, il arrive que ce cailloutis, qui sert de substrat à la sédimentation fine flamandaise, parvienne à l'affleurement, notamment autour des hauts-fonds de Torrelles - St Laurent et Lannier, où les dragages l'ont souvent rencontré. La datation par le carbone 14 de coquilles provenant de ces niveaux est en cours.

Les relevés au sondeur de vase permettent de constater la continuité entre ces formations grossières plus ou moins enfouies et les sables du large à morphologie dunaire. Les points où le tréfonds vient à l'affleurement coïncident très exactement avec les limites de répartition en surface des dépôts sableux tels qu'ils sont représentés sur la carte sédimentologique (fig. 2). La simultanéité de leur mise en place ne fait pas de doute et comporte des variations latérales de faciès. Lors du dépôt des sables littoraux (sables du large) au cours de la régression glacio-eustatique würmienne, le reste du plateau était soumis aux épandages détritiques de fleuves plus ou moins hiérarchisés (alluvions grossières).

La situation et l'extension de ces sables permettent de reconstituer l'ancien littoral et d'apprécier l'amplitude de la régression : elles suggèrent une oscillation négative du niveau de la mer de l'ordre de 100 mètres, ce qui, sans exclure de probables déformations locales, reste en accord avec les estimations effectuées en Méditerranée et dans d'autres mers du globe.

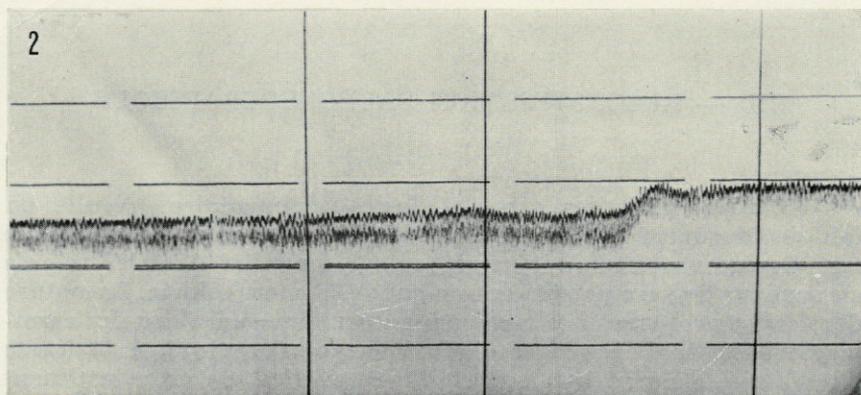


FIG. 2. — Relation entre le tréfonds du remplissage récent et les sables du large à morphologie dunaire (relevé au sondeur de vase).

La répartition des sables du large donne l'allure de l'ancien littoral d'orientation NNE-SSW; ce dernier, très éloigné du rivage actuel dans le secteur septentrional situé face à la côte sableuse, atteignait presque la côte rocheuse (cf. cartes sédimentologiques précédemment parues). Le littoral würmien suivait donc approximativement le rebord du plateau continental, limite morphologique définie au cours de l'évolution plio-quadernaire.

La nature argileuse des dépôts plus récents semble témoigner d'une remontée assez rapide du niveau de la mer pendant la période flandrienne. L'importance de la sédimentation est liée aux phénomènes hydrodynamiques et à la topographie ancienne.

RÉSUMÉ

La répartition des sédiments sur le plateau continental du Roussillon montre l'existence de trois secteurs sédimentologiques :

- un secteur littoral occupé par les sables récents soumis à une dynamique active,
- un secteur circalittoral caractérisé par des dépôts fins (75 à 95 % de pélites), et par des épandages de cailloutis anciens circonscrits autour de hauts fonds rocheux d'âge probablement tyrrhénien,
- un secteur externe où la vase récente se superpose à des sables fossiles individualisés par des minéraux d'origine plus septentrionale.

SUMMARY

The distribution of sediments on the Roussillon continental shelf shows the existence of three sedimentological areas :

- littoral area occupied by recent sands submitted to important drift,
- circalittoral area characterized by fine deposits (75 to 95 % clay) and by ancient gravel deposits localized around tyrrhenian rocks,
- outer area where recent mud is superposed to fossil sands which are distinguished by mineral of a more septentrional origin.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Sedimentverteilung auf dem Kontinentalplateau des Roussillon zeigt das Vorhandensein von drei sedimentologischen Zonen :

- eine littorale Zone, besetzt mit rezenten Sanden, die bedeutsamen Verfrachtungen unterworfen sind;
- eine circalittorale Zone, die charakterisiert ist durch feine Ablagerungen (75 bis 95 % Ton) und durch Ablagerungen alter Gerölle um Felsen, die vermutlich tyrrhenischen Ursprungs sind;
- eine äussere Zone, in der rezenter Schlamm fossile Sande überlagert, die sich durch Minerale unterscheiden, die vornehmlich septentrionalen Ursprungs sind.

BIBLIOGRAPHIE

- BOURCART, J., 1956. Recherches sur le plateau continental de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 5 (4) : 435-522.
- COURTOIS, G. et A. MONACO, 1969. Radioactive methods for the quantitative determination of coastal drift rate. *Mar. geol.*, 7 : 183-206, Elsevier Publishing Company.
- DUPLAIX, S. et C. LALOU, 1951. Etude pétrographique des sables du Roussillon. *Vie Milieu*, 21 (4) : 501-527.

- DUPLAIX, S. et J.L. OLIVET, 1970. Etude sédimentologique et morphologique de la Tête du rech Bourcart (Golfe du Lion). *Cah. océanogr.*, 22, 2 : 127-146.
- GOT, H., A. GUILLE, A. MONACO, J. SOYER, 1968. Carte sédimentologique du plateau continental au large de la côte catalane française (P.-O.). *Vie Milieu*, 19 (2-B) : 273-290.
- GOT, H., A. MONACO et D. REYSS, 1969. Les canyons sous-marins de la mer catalane, le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. Topographie de détail et carte sédimentologique. *Vie Milieu*, 20 (2-B) : 259-278.
- GUILLE A., 1964. Contribution à l'étude de la systématique et de l'écologie d'*Ophiotrix quinque maculata* d. ch. *Vie Milieu*, 15 (2) : 243-308.
- MONACO, A. et J. THOMMERET, 1969. Sur l'âge des affleurements rocheux. *C.R. hebdomadaire des séances de l'Académie des Sciences et belles-lettres de Paris*, 268 : 913-915.
- PRUVOT, G., 1894. Essai sur la topographie et la constitution des fonds sous-marins de la région de Banyuls, de la plaine du Roussillon au golfe de Rosas. *Arch. Zool. exp. gén.*, (3) 2 : 599-672.
- THOULET, J.M., 1911. Sur une carte bathy-lithologique de la côte du golfe du Lion entre Stes Maries et Palavas et du cap de Creus à Canet. *C.R. hebdomadaire des séances de l'Académie des Sciences et belles-lettres de Paris*, 153 : 1190-1191.
- VATAN, A., 1949. Etude pétrographique des matériaux sableux côtiers du golfe du Lion entre le cap Cerbère et l'embouchure du Rhône. *Congr. Sédiment. et Quat.*, Bordeaux, Led Sam (1951) : 147-156.
- VIDAL, A., 1967. Etude des fonds rocheux circalittoraux le long de la côte du Roussillon. *Vie Milieu*, 18 (1-B) : 167-219.

Reçu le 9 juillet 1970.

BIBLIOGRAPHIE

- Bourcart, J., 1958. Recherches sur le plateau continental de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu* 9 (1) : 455-523.
- Got, H. et A. Monaco, 1968. Radiocative methods for the quantitative determination of coastal bathymetry. *Mar. Geol.* 7 : 153-208. Elsevier Publishing Company.
- Got, H. et C. Laroche, 1961. Carte bathy-lithologique des fonds du Roussillon. *Vie Milieu* 12 (1) : 501-527.

MIMOCALANUS DISTINCTOCEPHALUS
BRODSKII, 1950 (COPEPODA CALANOIDA)
GENRE NOUVEAU POUR LA MÉDITERRANÉE,
NOUVELLE DESCRIPTION

par Jean BOUCHER * et Francis DE BOVÉE
Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Les auteurs ont découvert le Copépode *Mimocalanus distinctocephalus* Brodskii 1950 en Méditerranée occidentale. Cette espèce n'avait pas été signalée depuis la description d'un spécimen dans le Pacifique nord. La description de ce Copépode complète celle de BRODSKII et met en évidence quelques différences avec le type original.

Nous avons recueilli à la Bouée Laboratoire (42°13 N, 5°35 E), avec un filet-type WP 2 (SCOR-UNESCO, 1968), un spécimen adulte dans une pêche verticale 100 m - 50 m en juin 1969 et trois autres dans une pêche 500 m - 200 m en septembre de la même année.

DESCRIPTION

Tous les individus observés sont des femelles, chacune mesure 1,5 mm de longueur totale. En vue dorsale le corps est allongé (fig. 1). Le céphalothorax est plus de trois fois plus grand que l'abdomen

* Adresse actuelle : Centre Océanologique de Bretagne, BP 327, 29 N - Brest.

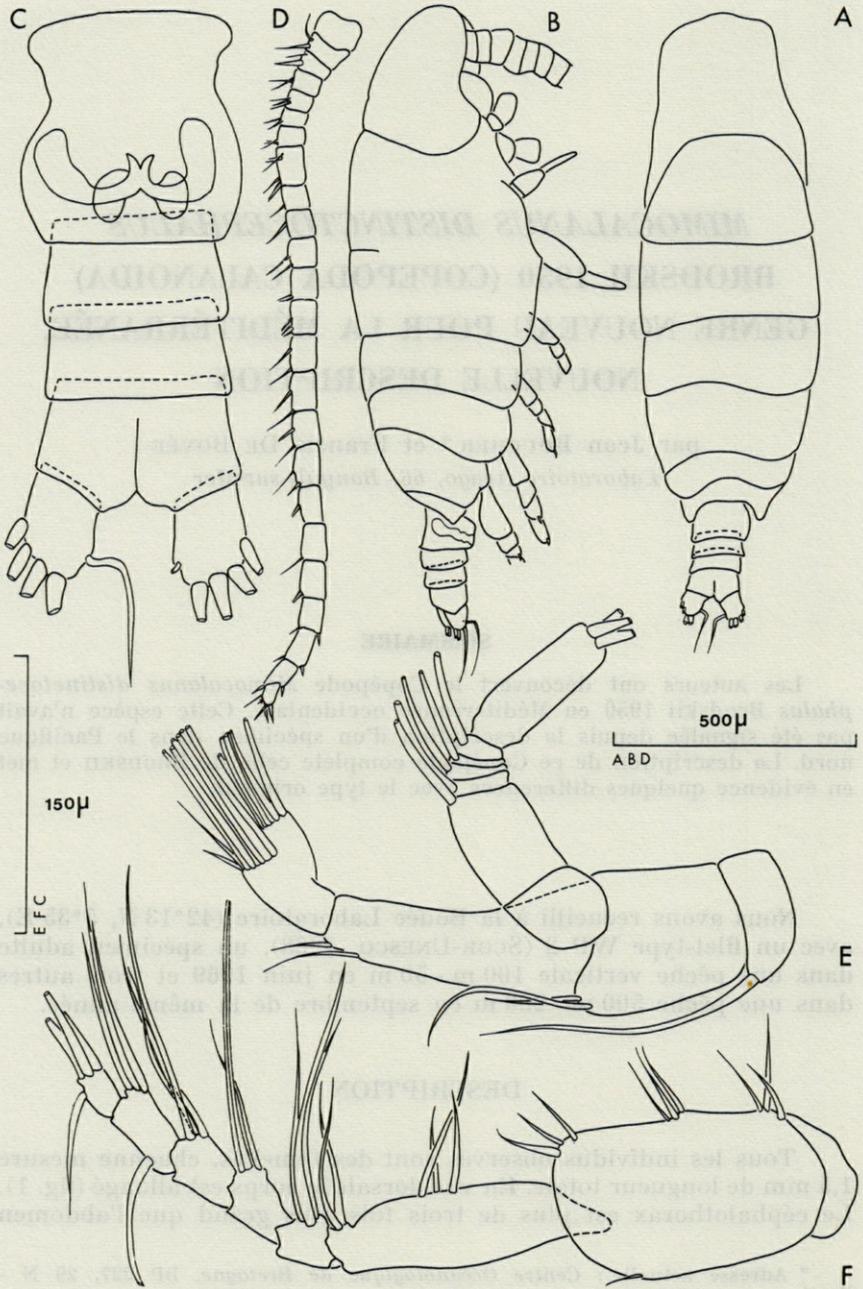


FIG. 1. — *Mimocalanus distinctocephalus* Brodskii, 1950; femelle.
A : vue dorsale; B : vue de profil; C : abdomen; D : antennule; E : antenne;
F : maxillipède.

(77 : 28). Le céphalosome, arrondi, est divisé en deux parties par un fort bourrelet musculaire et une ligne de suture. Celle-ci, visible latéralement (fig. 1), se termine à la base postérieure de l'antenne. Le céphalosome et le premier segment thoracique sont soudés; la ligne de suture, visible dorsalement, se prolonge légèrement sur les côtés du céphalothorax. Les quatrième et cinquième segments thoraciques sont séparés. Ce dernier est allongé dorso-latéralement et forme deux pointes arrondies atteignant les trois-quarts du segment génital.

L'abdomen est court, à quatre segments (fig. 1). Le segment génital, aussi long que large, est renflé latéralement et forme une bosse ventrale. Le quatrième segment est plus long que chacun des deux précédents. La furca, légèrement plus longue que large, porte cinq soies : une soie interne fine et coudée, plus grande que la furca et quatre soies plus épaisses et plus longues (deux apicales et deux externes). Les proportions des segments de l'abdomen sont données dans le tableau 1.

TABLEAU 1
Proportions des segments abdominaux.

1	2	3	4	F	
35	17	14	20	14	= 100

L'antennule (fig. 1) comprend 25 articles et dépasse la furca de ses quatre derniers articles. Les articles 8 et 9 sont partiellement soudés. Les articles 24 et 25 sont nettement séparés. Les proportions des articles de l'antennule sont données dans le tableau 2.

TABLEAU 2
Proportions des segments de l'antennule.

1	2	3	4	5	6	7	8+9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
55	25	29	25	27	27	27	58	31	38	42	49	49	49	53	49	53	60	52	47	43	46	46	20	= 1000

L'antenne porte sur son basipodite I une grande soie plumeuse interne. Le basipodite II, deux fois plus long que large, est garni sur la face interne de deux soies apicales. L'exopodite est plus grand que l'endopodite, son article basal est nu. Le deuxième article, orné d'une soie apicale, est bien séparé et plus grand que le précédent. Les quatre articles suivants portent chacun une soie. L'article terminal a trois soies apicales. L'endopodite, à deux articles, possède deux soies apicales sur le premier et sur le second, huit soies sur le lobe interne et six sur le lobe externe (fig. 2).

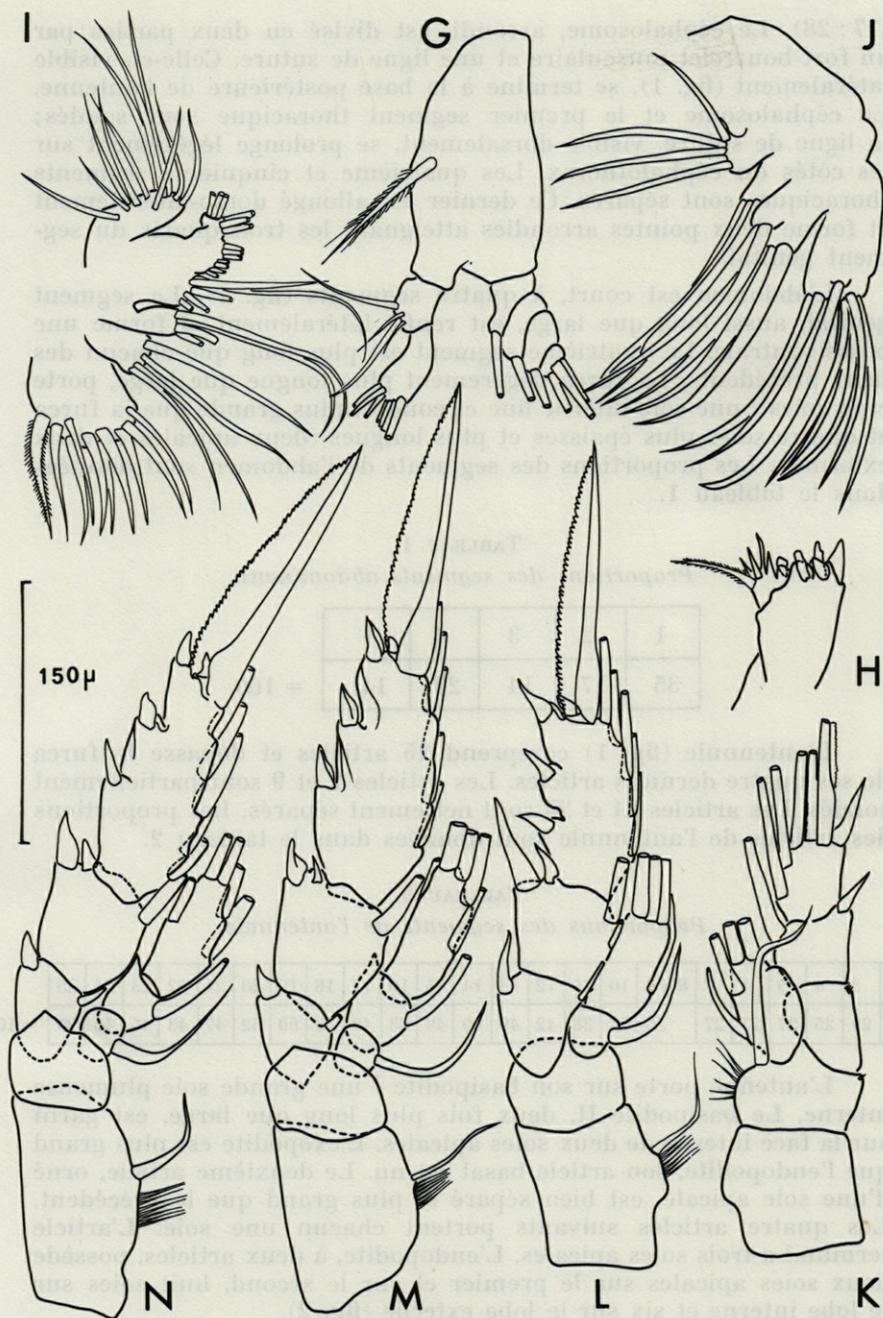


FIG. 2. — *Mimocalanus distinctocephalus* Brodskii, 1950; femelle.
G : mandibule; H : lame masticatrice; I : première maxille; J : deuxième maxille; K : première patte; L : deuxième patte; M : troisième patte; N : quatrième patte.

La mandibule se compose (fig. 2) :

1) d'une lame masticatrice très chitinisée avec huit dents et une grosse soie plumeuse;

2) d'un palpe dont le basipodite présente une soie plumeuse sur la face interne, l'endopodite (deux articles) quatre soies sur le premier article et sept sur le second, l'exopodite (quatre articles) une soie sur les trois premiers articles et trois soies apicales sur le dernier.

La première maxille (fig. 1) est constituée de cinq lobes sétigères : sur le premier lobe, neuf soies épineuses fortes et courtes et une soie nue; sur le deuxième et le troisième, quatre soies fortes et longues; le quatrième porte deux groupes, l'un de douze soies, l'autre de six et le cinquième lobe, un groupe de dix soies suivi de quatre soies sur le bord externe.

La deuxième maxille comporte cinq lobes sétigères : quatre soies sur le premier lobe, trois soies sur le second et le quatrième, cinq soies sur le troisième et huit soies sur le cinquième (fig. 2).

Le maxillipède (fig. 1) possède un article basal deux fois plus long que le suivant, avec trois touffes de trois soies sur la face interne et une petite soie apicale externe; un deuxième article avec trois soies internes et deux soies apicales, trois autres articles avec trois soies sur chacun d'eux; enfin, les deux derniers articles portent chacun trois soies internes et une soie externe.

TABLEAU 3
Chétotaxie des pattes nataoires.

	basipodite				endopodite									exopodite						
	B I		B II		Ri I			Ri II			Ri III			Re I		Re II		Re III		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	St	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P1	0	0	1	0	2	2	0	-	-	-	-	-	-	0	0	1	0	4	1	0
P2	1	0	0	1	1	0	0	2	2	2	-	-	-	1	0	1	0	5	1	0
P3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	2	1	0	1	0	5	1	0
P4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	2	1	0	1	0	5	1	0

Les quatre paires de pattes nataoires sont biramées. Chaque patte présente un basipodite à deux articles, un exopodite à trois articles, un endopodite à un article pour la première paire de pattes, deux articles pour la deuxième et trois articles pour les troisième et quatrième. L'épine externe du premier article de l'exopodite de la première paire de pattes est remplacée par trois spinules. Les exopodites des autres paires de pattes montrent une épine sur le premier article, une épine apicale sur les deuxième et troisième articles

avec une petite épine triangulaire à leur base et deux épines externes sur le troisième article (fig. 1). Les pattes portent de grosses soies plumeuses externes ou internes, et une soie terminale avec une lame finement denticulée (tableau 3). Les basipodites I sont ornés d'une brosse soyeuse interne à l'exception de la première paire de pattes où celle-ci se trouve sur le basipodite II. La cinquième paire de pattes est absente chez la femelle.

Le mâle adulte de cette espèce est inconnu; nous avons signalé le copépodite V de ce sexe (BOUCHER, de BOVÉE 1970).

DISCUSSION

Les exemplaires récoltés sont rapportés à l'espèce *Mimocalanus distinctocephalus* en raison de la division du céphalosome; d'autres caractères très nets permettent de distinguer cette espèce de celles du même genre; malheureusement la description de ces caractères fait défaut pour le spécimen type. Ce sont :

- 1) l'antenne bien développée avec un exopodite plus long que l'endopodite;
- 2) les 24^e et 25^e articles de l'antennule nettement séparés.

De plus nous avons remarqué quelques différences avec la description originale de BRODSKII (1950) :

- 1) la longueur totale de l'animal, 2,6 mm pour le spécimen du Pacifique nord et 1,5 mm pour les exemplaires méditerranéens; ceci peut être imputé aux différences bathymétriques et géographiques (les premiers spécimens proviennent du sud de la mer d'Okhotsk et du Pacifique nord, entre 4 000 m et 1 000 m de profondeur);
- 2) les tailles identiques des deux premiers articles de l'exopodite de la deuxième paire de pattes et l'épine externe du second article de cet exopodite qui atteint le milieu de l'article suivant.

Les appendices buccaux (non représentés par BRODSKII, 1950) sont très proches de ceux décrits par VERVOORT (1957) chez *Mimocalanus cultrifer* Farran, 1908.

Le genre *Mimocalanus* Farran, 1908, de la famille des Spinocalanidae Farran et Vervoort, 1951, comprend les espèces suivantes : *Mimocalanus cultrifer* Farran, 1908, dont le mâle est décrit par TANAKA (1956), *Mimocalanus nudus* Farran, 1908, dont le mâle est décrit par GRICE et HULSEMAN (1965), *Mimocalanus major* Sars, 1920, *Mimocalanus inflatus* Davis, 1949, *Mimocalanus distinctocephalus* Brodskii, 1950.

Nous avons résumé les caractères distinctifs des différentes espèces, pour les femelles, dans la clé suivante :

- 1 céphalosome divisé en deux parties *M. distinctocephalus* Brodskii
céphalosome indivis 2
- 2 2° article de l'endopodite de la patte 2 élargi en palette *M. inflatus* Davis
cet article normal 3
- 3 deuxième antenne grêle *M. major* Sars
deuxième antenne forte 4
- 4 grande taille (2,4 mm) *M. nudus* Farran
petite taille (1,5 mm) *M. cultrifer* Farran

Il faut remarquer la distinction très nette entre les espèces *M. distinctocephalus*, *M. inflatus*, *M. major*, basée sur des différences morphologiques. Par contre les espèces *M. nudus* et *M. cultrifer* ne se différencient que par la taille, pour les femelles. Dans le cas de *M. distinctocephalus* il ne nous a pas semblé opportun de distinguer nos spécimens du type original d'après ce seul critère.

RÉSUMÉ

Quatre spécimens du Copépode *Mimocalanus distinctocephalus* (Copepoda Calanoida), espèce et genre nouveaux pour la Méditerranée, ont été récoltés; leur description détaillée a mis en évidence certaines différences avec le type de BRODSKII (1950) du Pacifique nord.

SUMMARY

Four specimens of the Copepod *Mimocalanus distinctocephalus* (Copepoda Calanoida), new species and genus for the Mediterranean have been sampled. Their detailed description points out some differences with the type of BRODSKII (1950) from the north Pacific.

ZUSAMMENFASSUNG

Vier Exemplare des Copepoden *Mimocalanus distinctocephalus* (Copepoda, Calanoidea), neue Art und Gattung für das Mittelmeer,

wurden eingesammelt. Ihre genaue Beschreibung lässt gewisse Unterschiede zum Typ von BRODSKII (1950) aus dem Nordpazifik erkennen.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUCHER, J. et F. de BOVÉE, 1970. *Mimocalanus distinctocephalus* Brodskii, 1950 et *Spinocalanus spinosus* Farran, 1908 (Copepoda Calanoidea Spinocalanidae) espèces nouvelles pour la Méditerranée. *Comm. int. Explor. scient. mer Méditerr.* Congrès de Rome (sous presse).
- BRODSKII, K.A., 1950. Calanoidea of the far Eastern Seas and Polar Basin of the U.S.S.R. *Izv. Akad. Nauk. SSSR*, **35**: 442 p.
- DAVIS, C.C., 1949. The pelagic Copepoda of the North eastern Pacific Ocean. *Univ. Wash. Publ. Biol.*, **14**: 1-118.
- FARRAN, G.P., 1908. Second report on the Irish atlantic slope. *Sci. Invest. Fish. Brch. Ire.*, 1906, **2**: 104 p.
- FARRAN, G.P. et W. VERVOORT, 1951b. Copepoda sub-order Calanoidea family Spinocalanidae genera *Mimocalanus* and *Monacilla*. *Fich. Ident. Zooplancton*, **40**: 601-612.
- GRICE, G.D. and K. HULSEMAN, 1965. Abundance, vertical distribution and taxonomy of Calanoid Copepods at selected stations in the northeast Atlantic. *J. Zool. Res.*, **146** (2) : 213-262.
- SARS, G.O., 1920. Calanoïdes recueillis pendant les campagnes de S.A.S. le Prince de Monaco. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **377**: 20 p.
- TANAKA, O., 1956. The Pelagic Copepods of the Izu Region Systematic account. II Families Paracalanidae and Pseudocalanidae. *Publ. Seto mar. biol. Lab.*, **5** (3) : 367-406.
- SCOR-UNESCO, 1968. Smaller Mesozooplankton. Report on working party, n° 2. Monographs on Oceanographic methodology Zooplankton samplings : 153-159.
- VERVOORT, W., 1957. Copepods from Antarctic and Sub-antarctic Plankton samples. *Rep. B.A.N.Z. antarctic Res. Exp.*, (ser. B), **3**: 1-160.

Reçu le 22 janvier 1970.

SUR QUELQUES ESPÈCES DE *DIPLOPELTULA* (NEMATODA ARAEOLAIMIDA)

par Pierre VITIELLO

Station marine d'Endoume, 13-Marseille 7^e

Le genre *Diplopeltula* Gerlach, 1950 est assez hétérogène. Nos connaissances actuelles sur ce genre sont dues essentiellement aux travaux de GERLACH (1950, 1954, 1956, 1962).

L'espèce type *D. breviceps* Gerlach, 1950 est caractérisée par quatre soies céphaliques, une amphide en forme de fer à cheval, l'absence de gubernaculum. *D. longiceps* Gerlach, 1950 possède une amphide plus éloignée de l'extrémité antérieure et dont les deux branches sont étroitement accolées, alors qu'elles sont nettement séparées chez l'espèce type. Ces deux espèces ont une cuticule striée. *D. intermedia* Gerlach, 1954 a une cuticule lisse. GERLACH (1956) décrit *D. striata* à cuticule nettement striée avec des anneaux larges et *D. nuda* à cuticule faiblement striée et soies céphaliques très courtes. *Diplopeltis incisus* (Southern, 1914) et *Diplopeltis onustus* Wieser, 1956 sont transférées dans ce genre par GERLACH (1962); ces deux formes ont une cuticule lisse, une ouverture buccale rejetée dorsalement et une plaque basale supportant chaque amphide; les deux plaques sont importantes et se rejoignent chez *Diplopeltula onusta*; elles sont plus petites et séparées chez *Diplopeltula incisa*. *D. indica* Gerlach, 1962 possède également une cuticule lisse et un écusson amphidial mais la cavité buccale est centrale.

Toutes ces espèces ont toujours été rencontrées en très faible nombre d'individus. Trois d'entre elles ne sont connues que d'après une femelle : *D. longiceps*, *D. intermedia*, *D. onusta*. Parmi les autres, trois ont un gubernaculum : *D. nuda* (1 ♂, 1 ♀), *D. indica* (1 ♂, 1 ♀), *D. incisa* (assez nombreuses signalisations), alors qu'il n'en a pas été signalé chez *D. breviceps* (1 ♂, 2 ♀) et *D. striata* (1 ♂, 1 ♀).

Certains critères tels que la présence ou l'absence d'écusson supportant l'amphide, la position centrale ou dorsale de l'ouverture buccale, la cuticule lisse ou striée devraient permettre l'éclatement de ce genre. Cependant les signalisations d'individus de ce genre demeurent rares et il est souhaitable que de nouvelles descriptions permettent de mieux saisir les relations phylogéniques. Une meilleure connaissance de celles-ci devrait permettre de classer les différentes espèces actuellement considérées comme appartenant au genre *Diplopeltula* en plusieurs groupes. Ceux-ci pourraient soit servir de base à une clé de détermination phylogénique des différentes espèces, soit constituer de nouveaux genres.

En triant du matériel provenant de vases profondes de la région de Marseille, plusieurs espèces du genre *Diplopeltula*, dont quatre nouvelles, ont été rencontrées. La liste en est la suivante :

D. incisa (Southern, 1914) : station 71 (410 m) : 1 juv., station 72 (350 m) : 1 ♂, station 79 (580 m) : 1 ♀.

D. bulbosa n. sp. : station 75 (310 m) : 1 ♂, station 79 : 1 ♀.

D. cassidaigniensis n. sp. : station 71 : 1 juv., 1 ♀, station 74 (320 m) : 1 juv.

D. laminata n. sp. : station 71 : 1 ♂.

D. minuta n. sp. : station 72 : 3 ♂, station 73 (650 m) : 1 juv., station 74 : 1 ♂, station 79 : 1 ♂.

Les coordonnées des stations de prélèvement ont été indiquées dans un travail antérieur (VITIELLO, 1969).

Diplopeltula incisa (Southern, 1914)

Fig. 1, a-d

♂ : L :	1 138 μ	a :	27,3	b :	9,1	c :	18,5	
♀ : L :	853 μ	a :	21,8	b :	6,3	c :	14,2	V : 64 %
juv. : L :	554 μ	a :	19,4	b :	4,1	c :	11,5	

Le corps est atténué seulement en avant. Cuticule entièrement glabre chez le mâle et le jeune, chez la femelle quelques soies courtes en arrière de l'amphide. La cavité buccale n'est pas terminale mais déportée dorsalement, à 10 μ (♂) et 6,5 μ (♀) de l'extrémité antérieure. Au niveau de celle-ci la cuticule, renforcée, forme une sorte de capuchon terminal sur lequel se trouvent les papilles. Quatre soies céphaliques de 2,6 μ (0,2 diamètre céphalique). Amphide en forme de fer à cheval supportée par un écusson basal assez épais; la branche ventrale est légèrement plus longue; les deux branches ménagent entre elles un léger espace alors qu'elles sont jointives chez le jeune; l'ensemble amphide-écusson mesure 29 μ de haut et 13,6 μ de large (0,66 diamètre correspondant) chez le mâle, 28 μ et 11,7 μ (0,72 diamètre) chez la femelle; chez le jeune les limites laté-

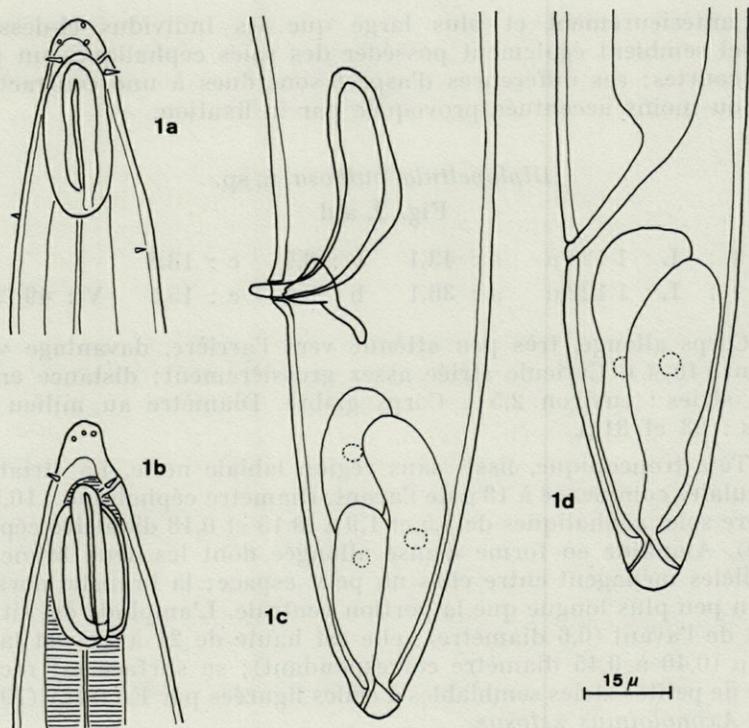


FIG. 1. — *Diplopeltula incisa*. a : tête d'un individu femelle; b : tête d'un individu mâle; c : queue d'un mâle; d : queue d'une femelle.

rales de l'écusson montrent une incision médiane qui n'existe pas chez les adultes.

Spicules courbés, plus larges vers la partie proximale que vers la région distale; longueur absolue : 52μ , longueur de la corde : 42μ , soit respectivement 1,3 et 1,1 largeur anale ou 0,7 et 0,58 longueur caudale.

Queue conique, émoussée à son extrémité, longue de 72, 60 et 48μ soit respectivement 1,8, 1,9 et 2,2 diamètres anaux chez le mâle, la femelle et le jeune. Les glandes caudales sont volumineuses; leurs canaux ne se réunissent pas dans une filière mais débouchent indépendamment à l'extérieur; on distingue un canal dorsal et deux canaux latéraux.

Les différentes signalisations de *D. incisus* indiquent pour les mâles une longueur de 1,2 à 2,2 mm, pour les femelles 1 à 2 mm. La longueur de la femelle signalée ici est plus faible. Les individus figurés par GERLACH (1950) ont une cavité buccale située un peu

plus antérieurement et plus large que les individus ci-dessus; ceux-ci semblent également posséder des soies céphaliques un peu plus courtes; ces différences d'aspect sont dues à une contraction plus ou moins accentuée provoquée par la fixation.

Diplopeltula bulbosa n. sp.

Fig. 2, a-d

♂ : L : 1 121 μ a : 43,1 b : 8,9 c : 13,8
♀ : L : 1 122 μ a : 36,1 b : 8,8 c : 15,1 V : 49 %

Corps allongé, très peu atténué vers l'arrière, davantage vers l'avant (40 %). Cuticule striée assez grossièrement; distance entre deux stries : environ 2,5 μ . Corps glabre. Diamètre au milieu du corps : 23 et 31 μ .

Tête tronconique, lisse, sans région labiale nette. La striation cuticulaire commence à 13 μ de l'avant. Diamètre céphalique : 10,5 μ . Quatre soies céphaliques de 1,5 et 1,9 μ (0,15 et 0,18 diamètre céphalique). Amphide en forme d'anse allongée dont les deux branches parallèles ménagent entre elles un petit espace; la branche dorsale est un peu plus longue que la portion ventrale. L'amphide est située à 6 μ de l'avant (0,6 diamètre); elle est haute de 21 à 22 μ et large de 7 μ (0,40 à 0,45 diamètre correspondant); sa surface est recouverte de petites stries semblables à celles figurées par FILIPJEV (1918) chez *Axonolaimus setosus*.

L'œsophage est cylindrique et étroit, ne mesurant que 0,48 diamètre correspondant à la base de l'amphide et 0,30 vers sa partie basale; il se termine par un bulbe bien différencié de 20 μ de large (0,77 diamètre correspondant) et 16 μ de haut. Le cardia est petit. Diamètre au niveau du cardia : 26 et 27 μ .

Le collier nerveux est situé à 0,58 longueur œsophagienne.

La glande excrétrice ventrale est située un peu en arrière du cardia.

Les spicules sont longs de 25 μ (1,1 diamètre anal); ils ont une forme de S avec la portion proximale plus courte que la courbure inférieure. Gubernaculum très petit (7 μ), faiblement cuticularisé, sans apophyse.

Diamètre anal : 21 et 23 μ . Queue massive, cylindrique, de diamètre constant, longue de 74 à 81 μ (3,2 à 3,8 diamètre anaux). Glandes caudales petites, limitées au tiers terminal de la queue, débouchant chacune isolément dans un canal.

D. bulbosa n. sp. diffère de toutes les espèces du genre par la présence d'un bulbe œsophagien net.

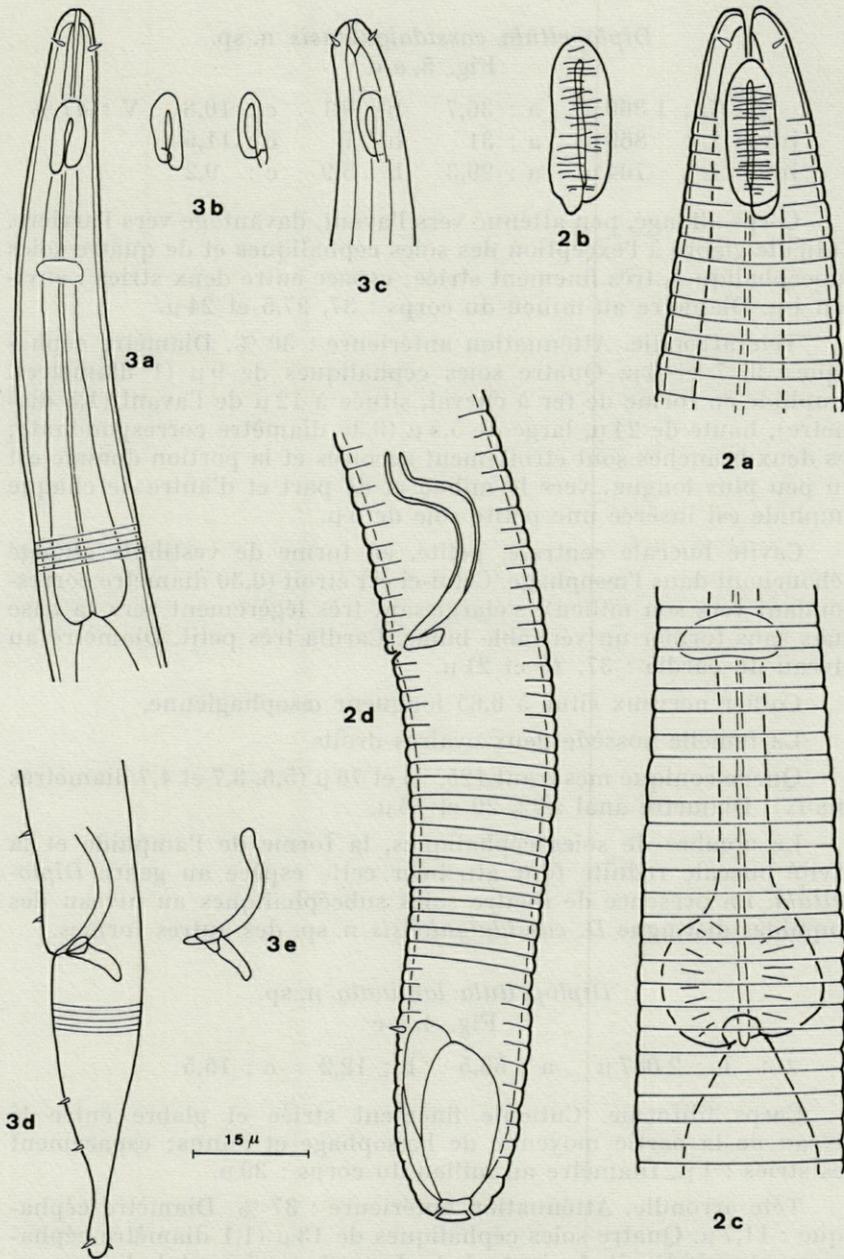


FIG. 2. — *Diplopeltula bulbosa*. a : extrémité antérieure d'un individu femelle; b : amphipode du mâle; c : région œsophagienne postérieure; d : queue du mâle.

FIG. 3. — *Diplopeltula minuta*. a : extrémité antérieure; b : différents aspects de l'amphipode; c : extrémité antérieure d'un autre individu; d : queue du mâle; e : spicule.

Diplopeltula cassidaigniensis n. sp.

Fig. 5, a-d

♀ : L : 1 360 μ	a : 36,7	b : 9,1	c : 10,8	V : 47 %
juv. : L : 869 μ	a : 31	b : 7	c : 11,5	
juv. : L : 704 μ	a : 29,3	b : 5,9	c : 9,2	

Corps allongé, peu atténué vers l'avant, davantage vers l'arrière. Cuticule glabre à l'exception des soies céphaliques et de quatre soies subcéphaliques, très finement striée; espace entre deux stries : environ 1 μ. Diamètre au milieu du corps : 37, 27,5 et 24 μ.

Tête arrondie. Atténuation antérieure : 30 %. Diamètre céphalique : 9, 7 et 6 μ. Quatre soies céphaliques de 9 μ (1 diamètre). Amphide en forme de fer à cheval, située à 12 μ de l'avant (1,3 diamètre), haute de 24 μ, large de 5,5 μ (0,35 diamètre correspondant); les deux branches sont étroitement accolées et la portion dorsale est un peu plus longue; vers le milieu et de part et d'autre de chaque amphide est insérée une petite soie de 5 μ.

Cavité buccale centrale, petite, en forme de vestibule allongé débouchant dans l'œsophage. Celui-ci est étroit (0,30 diamètre correspondant vers son milieu), s'élargissant très légèrement vers sa base mais sans former un véritable bulbe. Cardia très petit. Diamètre au niveau du cardia : 37, 25 et 21 μ.

Collier nerveux situé à 0,65 longueur œsophagienne.

La femelle possède deux ovaires droits.

Queue conique mesurant 125, 75 et 76 μ (5,6, 3,7 et 4,7 diamètres anaux). Diamètre anal : 22, 20 et 16 μ.

Le nombre de soies céphaliques, la forme de l'amphide et la cavité buccale réduite font attribuer cette espèce au genre *Diplopeltula*. La présence de quatre soies subcéphaliques au niveau des amphides distingue *D. cassidaigniensis* n. sp. des autres formes.

Diplopeltula laminata n. sp.

Fig. 4, a-c

♂ : L : 2 087 μ	a : 53,5	b : 12,2	c : 15,5
-----------------	----------	----------	----------

Corps filiforme. Cuticule finement striée et glabre entre le niveau de la partie moyenne de l'œsophage et l'anus; espacement des stries : 1 μ. Diamètre au milieu du corps : 39 μ.

Tête arrondie. Atténuation antérieure : 37 %. Diamètre céphalique : 11,7 μ. Quatre soies céphaliques de 13 μ (1,1 diamètre céphalique). Amphide située juste à la base des soies céphaliques, en forme de fer à cheval, haute de 33 μ et large de 7 μ (0,35 diamètre correspondant) soit 4,7 fois plus haute que large; sa surface est

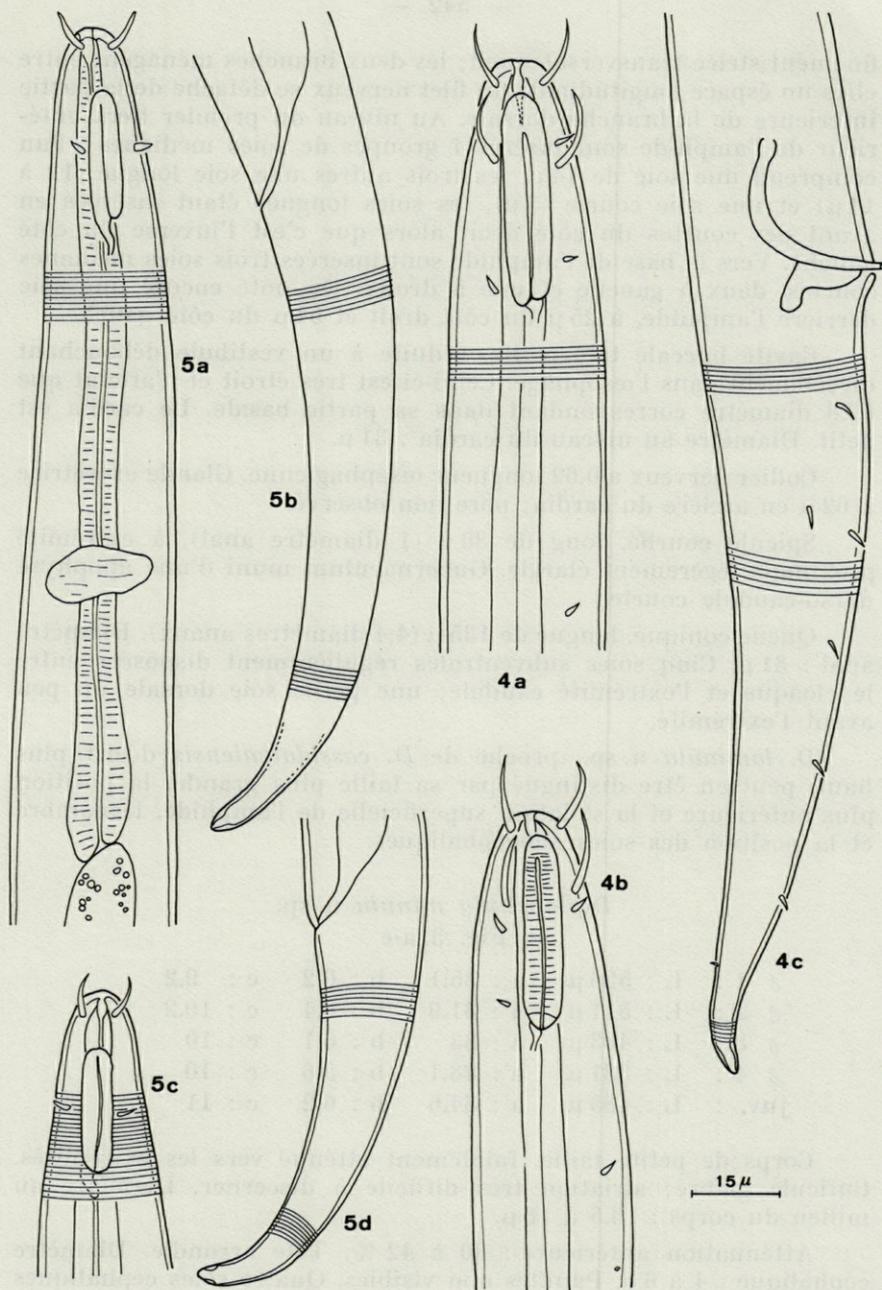


FIG. 4. — *Diplopeltula laminata*. a : tête en vue latérale gauche; b : tête en vue latérale droite; c : queue du mâle.

FIG. 5. — *Diplopeltula cassidaigniensis*. a : région antérieure d'un individu femelle; b : queue femelle; c : tête d'un individu juvénile; d : queue du juvénile.

finement striée transversalement; les deux branches ménagent entre elles un espace longitudinal; un filet nerveux se détache de la partie inférieure de la branche dorsale. Au niveau du premier tiers antérieur de l'amphide sont insérés 4 groupes de soies médianes : l'un comprend une soie de 14 μ , les trois autres une soie longue (12 à 14 μ) et une soie courte (3 μ), les soies longues étant insérées en avant des courtes du côté droit alors que c'est l'inverse du côté gauche. Vers la base de l'amphide sont insérées trois soies médianes courtes, deux à gauche et une à droite. On note encore une soie derrière l'amphide, à 25 μ du côté droit et 54 μ du côté gauche.

Cavité buccale très petite, réduite à un vestibule débouchant directement dans l'œsophage. Celui-ci est très étroit et n'atteint que 0,28 diamètre correspondant dans sa partie basale. Le cardia est petit. Diamètre au niveau du cardia : 31 μ .

Collier nerveux a 0,62 longueur œsophagienne. Glande excrétrice à 62 μ en arrière du cardia; pore non observé.

Spicule courbé, long de 30 μ (1 diamètre anal), à extrémité proximale légèrement élargie. Gubernaculum muni d'une apophyse dorso-caudale courte.

Queue conique, longue de 135 μ (4,4 diamètres anaux). Diamètre anal : 31 μ . Cinq soies subventrales régulièrement disposées entre le cloaque et l'extrémité caudale; une petite soie dorsale un peu avant l'extrémité.

D. laminata n. sp., proche de *D. cassidaigniensis* décrit plus haut, peut en être distingué par sa taille plus grande, la position plus antérieure et la striation superficielle de l'amphide, le nombre et la position des soies subcéphaliques.

Diplopeltula minuta n. sp.

Fig. 3, a-e

♂ 1 :	L : 526 μ	a : 35,1	b : 6,2	c : 9,2
♂ 2 :	L : 511 μ	a : 31,9	b : 6,4	c : 10,2
♂ 3 :	L : 463 μ	a : 33	b : 6,1	c : 10
♂ 4 :	L : 381 μ	a : 28,1	b : 5,6	c : 10
juv. :	L : 485 μ	a : 34,6	b : 6,2	c : 11

Corps de petite taille, faiblement atténué vers les extrémités. Cuticule glabre; striation très difficile à discerner. Diamètre au milieu du corps : 13,5 à 16 μ .

Atténuation antérieure : 30 à 42 %. Tête arrondie. Diamètre céphalique : 4 à 6 μ . Papilles non visibles. Quatre soies céphaliques de 1,9 μ (0,31 diamètre céphalique). Amphide en forme d'anse allongée, haute de 9 μ , large de 3,3 à 3,9 μ , à 12 μ (environ deux diamètres

céphaliques) de l'extrémité antérieure; la branche dorsale est un peu plus allongée.

Cavité buccale petite, à orifice terminal central. Œsophage étroit, s'élargissant vers sa partie postérieure mais sans former un véritable bulbe. Diamètre au niveau du cardia : 13 à 14 μ .

Collier nerveux situé à 0,40 longueur œsophagienne.

Spicule de 16 μ (1,2 diamètre anal), courbé; extrémité proximale légèrement renflée. Gubernaculum muni d'une apophyse dorso-caudale de 7 μ . Une à deux soies préanales.

Diamètre anal : 12 à 13 μ . Queue longue de 44 à 50 μ (3,8 à 4,4 diamètres anaux), conique sur 2/3 à 3/4 de sa longueur puis cylindrique; extrémité légèrement renflée portant deux soies subterminales.

D. minuta n. sp. est très proche de *D. nuda* Gerlach, 1956 signalé d'après deux individus, un mâle et une femelle, dans des sables fins du Kieler Bucht profonds de 13 à 15 mètres. *D. minuta* a une longueur plus faible; la tête est plus étroite d'où une longueur relative des soies plus grande (au maximum 0,20 chez *D. nuda*); l'amphide est plus éloignée de l'extrémité antérieure. *D. nuda* a une queue tronconique plus massive.

RÉSUMÉ

Signalisation dans les vases profondes du Golfe du Lion de cinq espèces de *Diplopeltula* (Nematoda Araeolaimida) dont quatre nouvelles : *D. cassidaigniensis*, *D. laminata*, *D. minuta*, *D. bulbosa*.

SUMMARY

Five species of *Diplopeltula* (Nematoda Araeolaimida) are reported from muddy bottoms near Marseilles (Gulf of Lion). Four are new : *D. bulbosa*, *D. cassidaigniensis*, *D. laminata*, *D. minuta*.

ZUSAMMENFASSUNG

Fünf Arten von *Diplopeltula* (Nematoda Araeolaimida) vom Tiefschlamm aus dem Golfe du Lion (Nähe Marseille) werden

beschrieben. Vier davon sind neu : *D. bulbosa*, *D. cassidaigniensis*, *D. laminata*, *D. minuta*.

BIBLIOGRAPHIE

- GERLACH, S.A., 1950. Die Diplopeltiden, eine Gruppe freilebender Nematoden. *Kieler Meeresforsch.*, 7 (2) : 138-156.
- GERLACH, S.A., 1954. Nouveaux nématodes libres des eaux souterraines littorales françaises. *Vie Milieu*, 4 (1) : 95-110.
- GERLACH, S.A., 1956. Diagnosen neuer Nematoden aus der Kieler Bucht. *Kieler Meeresforsch.*, 12 (1) : 85-109.
- GERLACH, S.A., 1962. Freilebende Meeresnematoden von den Malediven. *Kieler Meeresforsch.*, 18 (1) : 81-108.
- SOUTHERN, R., 1914. Nematelmia, Kinorhyncha and Chaetognatha. Clare Island Survey 54. *Proc. R. Ir. Acad.*, 31 : 1-80, pl. 1-12.
- VITIELLO, P., 1969. Linhomoeidae (Nematoda) des vases profondes du Golfe du Lion. *Téthys*, 1 (2) : 493-527.
- WIESER, W., 1956. Free-living marine nematodes. III. Axonolaimoidea and Monhysteroidea. Chile Reports 26. *Lunds Univ. Arsskr.* N.F. Avd. 2, 52 (13) : 1-115.

Reçu le 2 mars 1970.

ÉTUDE DES MOULIÈRES NORMANDES RENOUVELLEMENT, CROISSANCE

par Pierre LE GALL

Laboratoire de zoologie, Faculté des Sciences, 14-Caen

Laboratoire Maritime, 14-Luc-sur-Mer

(Contrat C.N.E.X.O. n° 6 816)

SOMMAIRE

L'auteur étudie les moulières de la côte normande. Le renouvellement de celles-ci s'effectue en majeure partie à partir des jeunes. Deux périodes principales d'émissions ont lieu dans l'année; les larves se fixent d'abord sur les substrats filamenteux, puis effectuent une migration active vers les lieux de croissance. Le taux de croissance est directement fonction de la quantité de plancton; il dépend donc de l'ensemble des facteurs susceptibles d'influer sur ce dernier, par exemple le temps d'émersion, la charge en particules sableuses, etc.

Les deux espèces *Mytilus galloprovincialis* L. et *M. edulis* Lmk ne peuvent être distinguées par l'étude du rapport longueur/hauteur qu'à l'intérieur d'une même station. Le critère se révèle insuffisant pour des Moules d'origine différente.

L'exploitation intense des gisements naturels entraîne la diminution des stocks en modifiant profondément la nature du substrat qui devient défavorable à la fixation des jeunes animaux.

I. — INTRODUCTION

On a pu assister depuis quelques années à la diminution progressive des moulières sur les côtes normandes; il m'a paru intéressant de rechercher les facteurs susceptibles d'intervenir dans une telle évolution.

La comparaison des situations anciennes et actuelles d'une part, les informations recueillies auprès des pêcheurs d'autre part font apparaître que tous les gisements, et en particulier les plus riches subissent de très importantes variations en densité, pouvant aboutir à des périodes de disparition totale durant plusieurs années. L'exploitation semble être en grande partie à l'origine de telles destructions; mais selon quel processus agit-elle ?

Pour définir l'importance et le mode d'action des facteurs responsables des fluctuations de la moulière, il était nécessaire de faire l'étude de l'évolution normale d'un gisement et de comparer les résultats à ceux obtenus en cas de réelle exploitation.

Après avoir établi l'inventaire des principaux gisements actuels, j'en ai sélectionné plusieurs selon leur localisation géographique et leur position sur l'estran. Le gisement du Quihot situé en face de Luc-sur-Mer, m'a servi de base permanente d'étude, et j'ai pu y définir l'évolution d'une population : établissement, renouvellement, croissance, cycle sexuel, ainsi que les modifications subies par le substrat en fonction de la présence de la moulière.

II. — GÉNÉRALITÉS

A. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE GÉNÉRALE.

La zone prospectée s'étend de l'embouchure de l'Orne à l'est, jusqu'au Cap de la Hague à l'ouest (fig. 1). Cette côte présente une alternance de zones rocheuses et sableuses. Les moulières se trouvent réparties sur tous les fonds rocheux, sauf dans la zone Barfleur-La Hague; on peut donc diviser toute cette côte en quatre grands ensembles allant de : Lion-sur-Mer à Courseulles; Arromanches à Saint-Honorine; Grandcamp à Baie des Veys; Saint-Vaast à Barfleur.

Un petit gisement se trouve dans la grande rade de Cherbourg, et présente l'intérêt d'être constitué par les deux « formes » de moules, *Mytilus edulis* L. et *Mytilus galloprovincialis* Lmk. D'autres petits gisements se trouvent sur des fonds meubles, comme à Ouistreham et dans la Baie des Veys, là où les conditions générales de milieu permettent leur maintien.

Un certain nombre de plantations de bouchots ont eu lieu dans différents secteurs avec des résultats très variables et je n'en ai pas tenu compte dans ce travail.

Tous les gisements signalés se trouvent dans la zone des marées et dans l'infra-littoral immédiat. Peu de gisements s'étendent au-delà de la ligne de — 5 mètres. En réalité, les fonds au-delà de cette ligne, sont généralement meubles et s'opposent à l'implanta-

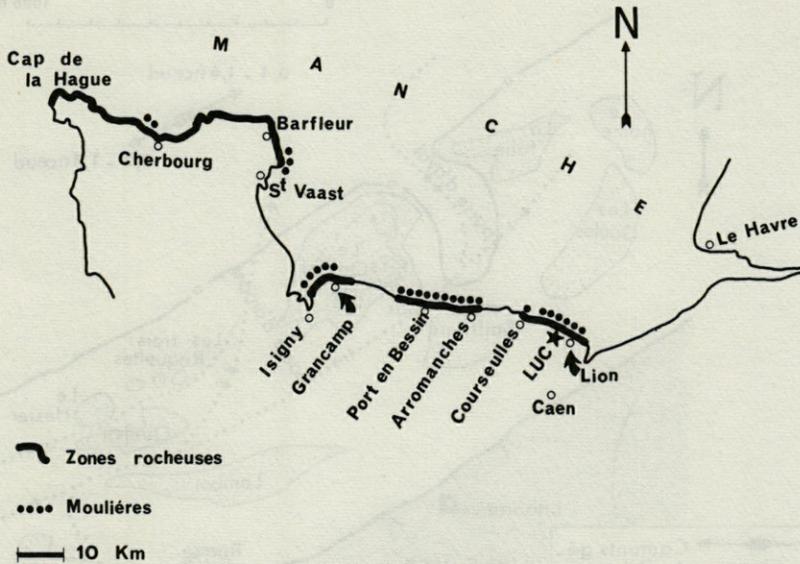


FIG. 1. — Carte générale des zones rocheuses et des gisements naturels de Moules entre l'embouchure de l'Orne et le Cap de la Hague.

tion des Moules. Cependant, il faut noter que sur la côte nord du Cotentin, les fonds sont rocheux et il existe un important gisement au large de Barfleur, par des fonds de 40 mètres et plus (LARSONNEUR, 1968). Son exploitation et même son étude sont rendus pratiquement impossibles du fait de sa localisation sur des fonds très accidentés, dans une zone où les conditions de navigation sont difficiles.

Il faut également noter que toute la région du nord Cotentin, bien que rocheuse, ne possède aucun gisement, mais seulement des animaux de petite taille et extrêmement dispersés. De nombreux problèmes restent soulevés par l'absence de Moules dans cette zone.

B. LES CONDITIONS ÉCOLOGIQUES ET OCÉANOGRAPHIQUES.

Les différents facteurs écologiques ont été étudiés et suivis à Luc-sur-Mer, au niveau de la moulière me servant de base de travail. Le rocher du Quihot forme une île à marée basse et ne découvre que pour des coefficients supérieurs à 80. La configuration de l'ensemble des îlots est reportée sur la carte (fig. 2), avec indication des courants dans cette zone et des courbes de niveaux pour l'ensemble du Quihot.

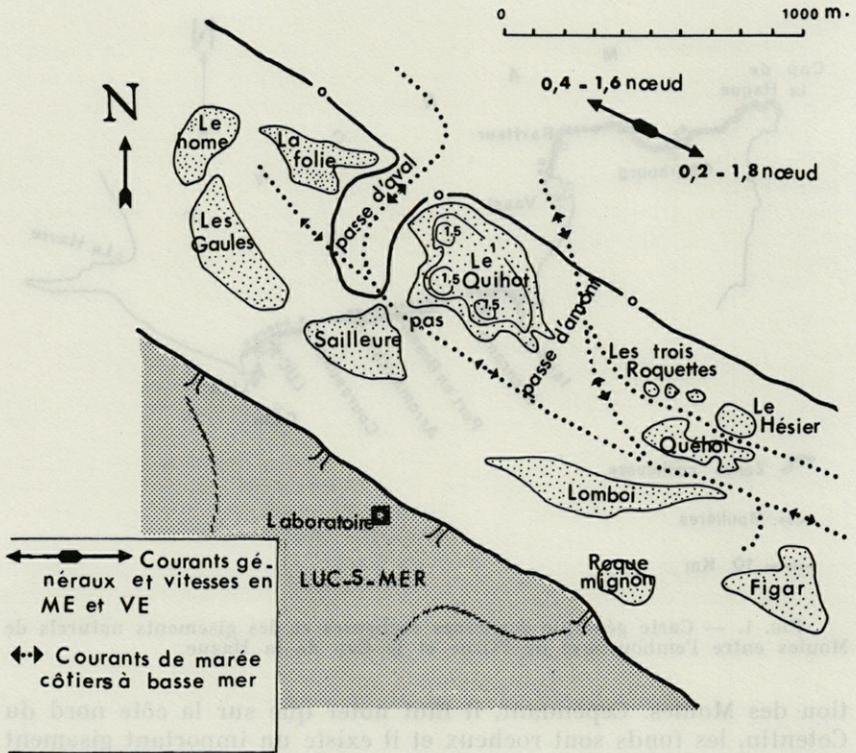


Fig. 2. — Carte des rochers principaux de l'estran dans la région de Luc-sur-Mer.

Les températures.

L'évolution de la température de l'eau, dans la zone de la moulière du Quihot, a été suivie très régulièrement pendant toute la durée de mon travail. Des mesures ont été effectuées chaque jour.

La moulière du Quihot est comme nous l'avons vu située au bas de la zone de balancement des marées. Les variations absolues de température, au niveau de la moulière ne peuvent être suivies que très imparfaitement par des mesures directes. Un certain nombre de mesures effectuées en série, durant un cycle de marée, montrent la grande variabilité des résultats, en fonction du lieu, de l'instant de la mesure par rapport au cycle de la marée, de la température ambiante, etc. Pour diminuer l'amplitude de ces variations, j'ai préféré suivre les températures de l'eau de mer arrivant au Laboratoire.

Cette eau est pompée pendant une période fixe par rapport aux heures des pleines mers, en un point de la côte situé à une faible distance de la moulière et à la même profondeur. L'eau ainsi pompée est stockée dans des citernes enterrées sous une partie du laboratoire, puis

envoyée dans le circuit d'alimentation général. Cette disposition évite le réchauffement de la masse d'eau qui est renouvelée entièrement à chaque cycle de marée, étant donné le débit d'alimentation des élevages.

La mesure de la température effectuée chaque jour sur ce circuit correspond donc à celle de la masse d'eau recouvrant la moulière, en période de haute mer. Des mesures directes sur le terrain montrent par ailleurs que la valeur obtenue au laboratoire correspond à celle pouvant être trouvée en faisant la moyenne des mesures effectuées le même jour, durant la même marée, en des points et à des instants différents.

A partir de ces données journalières, j'ai établi pour 1968, les moyennes hebdomadaires qui sont reportées sur le graphique de la figure 3. On voit qu'à de très faibles variations près nous retrouvons les valeurs repérées pour la période 1951-1953, LAFON et aut. (1955).

Le maximum est atteint en été avec une valeur de 17 °C, le minimum se situe en février aux alentours de 6 °C.

Etant donné que la moulière émerge à certaines basses mers, elle est également soumise par périodes à la température ambiante. J'ai donc effectué une mesure continue de la température aérienne au laboratoire (sous abri). Les moyennes hebdomadaires des valeurs obtenues ont été reportées sur le graphique de la figure 3.

De l'examen de ce graphique, nous pouvons conclure que la température ambiante agit directement sur la température de l'eau littorale. Les variations au niveau de l'eau suivent celles de l'air avec un léger décalage et une amplitude moindre.

Une donnée importante quant à son action directe sur les Moules est la température atteinte durant les émergences. La position géographique de Luc par rapport à la Manche fait que les heures des basses mers de vive eau, se trouvent être aux environs de 5 et de 17 heures. La partie inférieure de l'estran se trouve donc être soumise à l'ensoleillement direct à des heures où le soleil est déjà bien atténué par rapport à ce qu'il est à midi. J'ai pu cependant constater que l'action directe de l'ensoleillement n'était pas négligeable, comme je l'indique dans le chapitre relatif à la croissance.

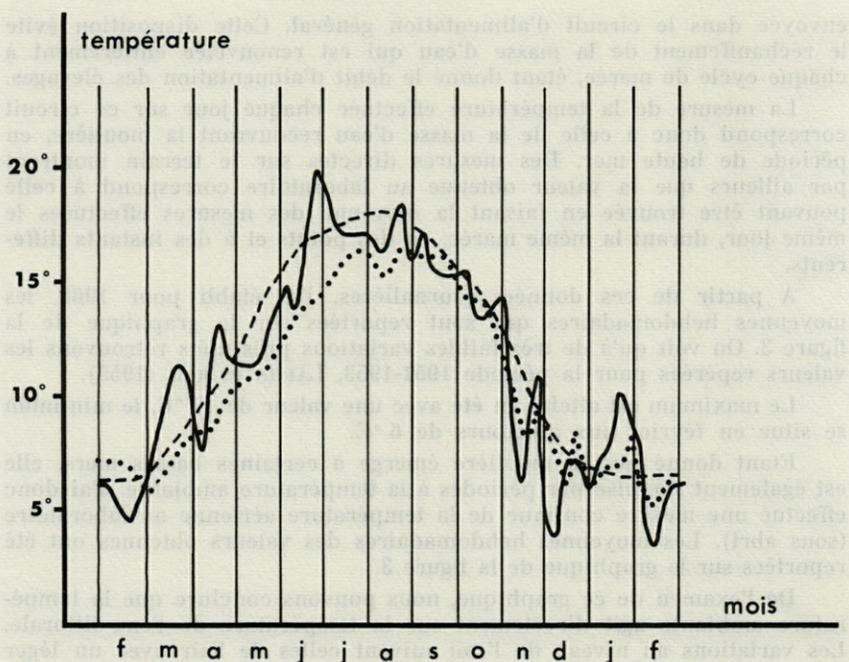
Salinité.

Comme pour les températures, les salinités ont été suivies régulièrement.

Les différentes valeurs obtenues, à partir d'échantillons prélevés le même jour, en des lieux et des heures différentes, montrent des variations importantes sur le plan local. De même que pour les températures, ces variations brutales sont liées directement aux conditions météorologiques du jour, à l'instant du prélèvement par rapport à l'horaire de la marée, au lieu du prélèvement dans le relief général de l'estran, etc.

Toutes les valeurs obtenues ainsi ne peuvent être comparées qu'après en avoir établi la moyenne.

J'ai observé des valeurs moyennes, allant de 30 à 34 pour mille, avec maximum en été et minimum en hiver.



Variations saisonnières des températures de

- l'eau littorale en 1968
- l'air ambiant sous abri en 1968
- l'eau littorale en 1952-55 (Lafon Durchon Saudray)

FIG. 3. — Courbe des températures à Luc-sur-Mer.

Les courants.

Le long des côtes du Calvados et en particulier dans la région de Luc-sur-Mer, les courants principaux sont dus aux marées.

Leur orientation générale est parallèle à la côte, d'ouest en est durant le flot, en sens inverse au jusant. Leur vitesse est de l'ordre de 1 à 2 nœuds au maximum en période de vive eau et un peu au-delà de la zone des marées.

Dans la zone intercotidale leur orientation et leur vitesse varient en fonction du relief de l'estran.

Sur la carte de la figure 2 représentant la portion de côte face à Luc-sur-Mer, j'ai indiqué les trajets des courants pouvant être observés

pendant quelques heures, de part et d'autre des basses mers. On constate qu'il existe des chenaux entre les plateaux rocheux et que ces chenaux sont tous parcourus par des courants qui forment un réseau d'écoulement des eaux provenant de la surface de l'estran.

En certains points, ces courants peuvent atteindre des vitesses très supérieures à celles observées plus au large et leur action est certainement loin d'être négligeable, d'autant plus qu'elle s'associe généralement à l'action de la houle. Vis à vis des moulières, nous verrons qu'ils interviennent dans la distribution générale des bancs, ainsi que dans la destruction et le renouvellement des stocks.

C. LE SUBSTRAT ET SON ÉVOLUTION.

Le substrat.

Le Quihot est constitué par des calcaires jurassiques tendres (Bathonien) dont les couches de faible épaisseur présentent un pendage léger vers le nord-est.

J'ai établi un schéma général du Quihot, à l'occasion d'une forte vive eau de coefficient supérieur à 110. J'ai relevé les contours principaux des parties émergées au fur et à mesure que la mer baissait. Cela m'a permis de tracer un croquis du Quihot presque jusqu'au niveau zéro des cartes marines. J'y ai reporté les courbes de niveau correspondant à 3 hauteurs différentes, ainsi que la nature générale du substrat (voir figure 4).

L'ensemble de la surface est constitué par de la roche en place.

Le pendage général vers le nord-est entraîne la présence de microfalaises sur le pourtour sud-ouest. Ces microfalaises ont une hauteur maximale de l'ordre de 50 cm, dans la bordure ouest. Elles existent également sur toute la surface du Quihot, mais leur amplitude n'excède pas alors quelques centimètres; leur présence entraîne l'existence de grandes flaques permanentes, peu profondes, dont l'axe principal est grossièrement nord-sud.

Le rocher du Quihot est entouré par une bande de sable, toujours immergée. Ce sable peut remonter sur le rocher, en certaines zones et former des lentilles sédimentaires, mobiles, dont l'existence et la durée de vie dépendent directement des courants et des tempêtes. Ces formations se localisent généralement dans les parties est et sud du Quihot. Dans le secteur ouest et sud-ouest, entre le sable de la passe et le rocher, se trouve une zone de blocs, plus ou moins volumineux, provenant du recul progressif de la microfalaise principale, sous l'action du courant et de la houle.

Lorsque l'on observe le Quihot, et la répartition générale des faciès, on constate que l'ensemble des sédiments ou des éléments pouvant être déplacés par la mer sont répartis dans des zones basses et abritées. Par ailleurs, on n'y rencontre pratiquement jamais de zones vaseuses, alors que toute la partie de l'estran proche de la terre est régulièrement recouverte d'une couche continue de vase, constituée par des éléments extrêmement fins. Ces quelques faits nous entraînent donc à considérer le

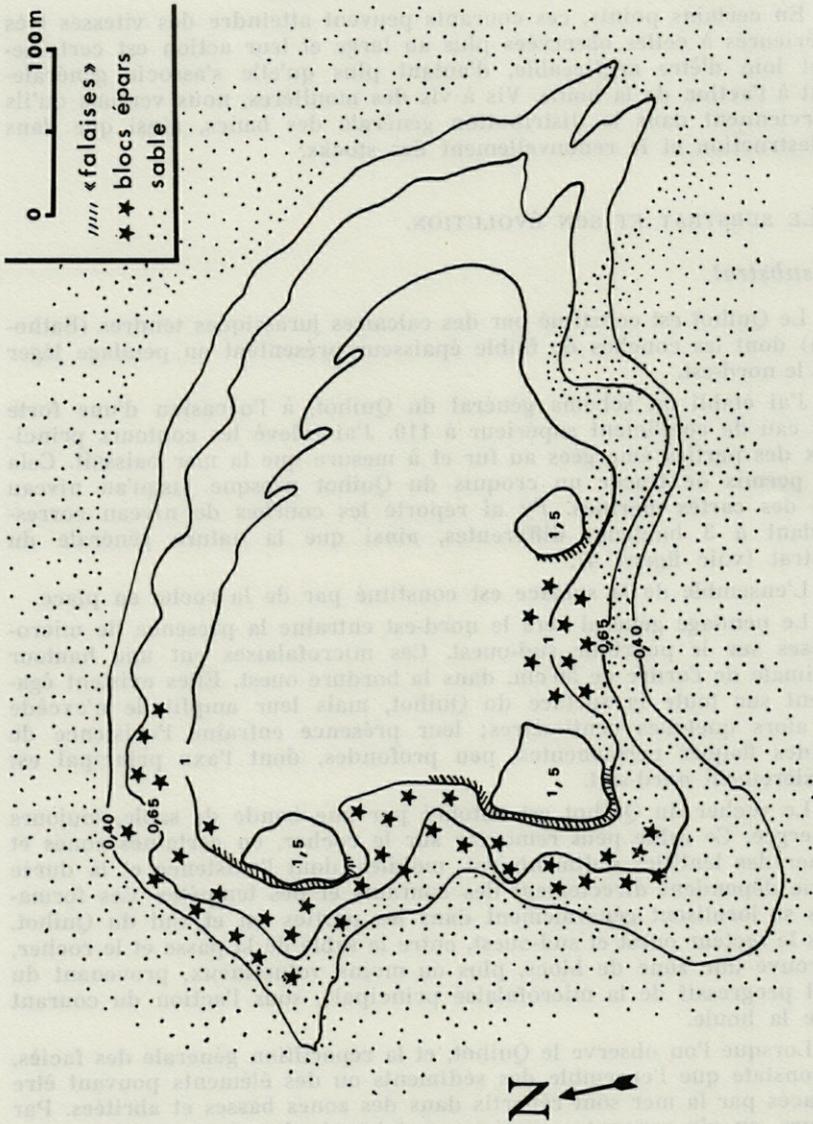


Fig. 4. — Schéma d'ensemble du Quihot.

Quihot comme une zone soumise à des facteurs de transport et d'érosion importants. Les courants de marées associés à l'action de la houle en période de basse mer sont très certainement les plus efficaces parmi ces facteurs. Nous verrons par la suite l'importance de ce processus de transport dans l'établissement et le renouvellement de la moulière.

D. ÉVOLUTION DU SUBSTRAT PORTANT LA MOULIÈRE.

Modification générale du substrat.

Au printemps de l'année 1967, le Quihot était en partie recouvert de naissain de Moules. Le substrat rocheux apparaissait alors sur toute l'étendue du plateau et le naissain y était directement fixé. De place en place, existaient des lentilles de sable grossier qui se déplaçaient en fonction du temps, sous l'influence de la houle et des courants.

La répartition des Moules, durant l'été 1967 s'est modifiée peu à peu et pendant l'hiver 1967-1968, le gisement était situé dans toute la partie est et sud-est du Quihot.

Si dans la partie ouest du banc, les Moules étaient fixées directement sur le substrat rocheux, il n'en était plus de même dans sa partie est. En effet, les Moules y reposaient sur une couche de sable grossier, mélangé à de nombreux débris de coquilles. Parmi ces débris, j'ai pu identifier des coquilles venant d'animaux vivant normalement sur le Quihot (Moules - Palourdes), ainsi que des coquilles venant de zones plus ou moins éloignées (Couteaux - Mactres - Coques - Huitres). Ce dernier fait, ainsi que l'existence des lentilles de sable, prouve matériellement que la surface du Quihot est soumise à un balayage important des eaux, sous l'effet des courants de marée, et que ces courants entraînent une masse assez considérable de sédiments. Ces sédiments peuvent se déposer sur le Quihot, mais en l'absence de Moules, ils sont repris et déplacés sans arrêt. La présence d'un banc de Moules en fixe une partie. L'évolution de ce dépôt en relation avec la présence des bancs de Moules méritait une étude. La couche continue de Moules fixées directement sur le substrat rocheux, change l'aspect de cette surface et entraîne la création de turbulences qui modifient, sur une faible épaisseur, les conditions d'écoulement de l'eau. Si les Moules sont nombreuses, les courants provoqués par leur filtration peuvent atteindre une force relativement importante qui, en s'ajoutant aux turbulences dues à l'irrégularité de la surface modifient les caractéristiques du courant normal et lui font perdre une partie de sa force de transport. Les plus grosses particules sédimentaires vont alors se déposer, entre les animaux, et peu à peu les ensabler. Les Moules vont alors réagir contre cet ensablement en se détachant progressivement du

rocher. Parallèlement, elles vont fixer leur byssus sur tous les objets suffisamment volumineux pour le soutenir (autres Moules, coquilles vides, gros graviers, etc...). Le dépôt étant continu, l'épaisseur du sédiment ainsi capté va augmenter jusqu'à une hauteur d'équilibre au-delà de laquelle la destruction va se produire. Au printemps 1968, j'ai pu mesurer une épaisseur de plus de 50 centimètres de sable entre la couche de moules et le substrat dur. Un tel dépôt est rendu difficilement attaquant par la mer, car il se trouve protégé par la couche de Moules, où les divers éléments sont rendus solidaires par les filaments de byssus. L'érosion ne peut reprendre qu'à partir de zones de moindre résistance, constituées soit par la bordure de cet ensemble, soit par des plaques ayant été arrachées accidentellement par la mer ou par les exploitants. A Luc-sur-Mer l'exploitation se fait avec des rateaux grillagés, à long manche, à partir d'embarcations et ce type d'exploitation provoque la formation de zones de moindre résistance par destruction de la couche protectrice de Moules. J'ai pu suivre ce type de disparition en 1968 sur le Quihot.

Cette évolution du substrat peut se faire à différents niveaux. A Luc-sur-Mer, au lieu-dit La Roque Mignon (fig. 2), une moulière existe à un niveau élevé, entre le niveau moyen et celui des pleines mers de morte eau. Au bout de deux ans, la couche de sédiments a atteint 40 cm. Or, à ce niveau l'action du ressac est très importante et empêche toute sédimentation en dehors des zones peuplées de Moules, montrant ainsi l'action protectrice de ces dernières.

Evolution de la granulométrie du sédiment.

Des mesures de granulométrie ont été faites pour les deux stations de Luc accumulant le sédiment. Les valeurs obtenues en pourcentage du poids total sont reportées dans le tableau 1. Ce tableau montre clairement que, à un niveau donné, le sédiment mobile peut être caractérisé par le diamètre des grains formant le maximum de l'échantillon. Nous retrouvons le fait que sur le Quihot, c'est-à-dire au niveau bas de l'estran, le sable est plus gros qu'il n'est aux niveaux élevés. Compte tenu de cette différence initiale on peut constater dans les deux cas, une augmentation très importante du pourcentage des grosses particules, au niveau des Moules. Cette augmentation est d'autant plus marquée que l'on se trouve plus près de la couche de Moules, montrant ainsi leur action quant à la capture préférentielle de certaines catégories de particules. L'augmentation du pourcentage de particules fines peut s'expliquer par le fait que les Moules les rejettent après les avoir englobées de mucus. Par ailleurs, la masse du sédiment est parcourue par un courant d'eau qui perd sa charge du fait de sa faible vitesse, dans le circuit interne à la couche de sable.

TABLEAU 1

Pourcentage de chaque catégorie de particules par rapport au poids total du sédiment.

- 1) lentille de sédiment, 4) sédiment sous les Moules,
 2) moulière peu dense 5) sédiment au niveau des Moules.
 3) lentille de sédiment,

Diamètre en microns	Le Quihot		La Roque Mignon		
	1	2	3	4	5
> 1600	4,22	27,68	3,98	15,25	31,80
1600-1000	15,62	35,53	4,11	9,05	6,78
1000-630	57,37	31,20	6,66	10,21	6,12
630-400	16,99	3,05	13,57	10,83	6,27
400-250	5,10	1,08	61,16	22,01	19,24
250-160	0,47	0,76	3,48	13,61	14,44
160-100	0,18	0,53	6,35	13,56	10,72
100-63	0,01	0,07	0,36	1,85	1,58
> 63	0,02	0,08	0,30	3,59	3,01

E. FAUNE ASSOCIÉE A LA MOULIÈRE.

Parmi les différentes espèces vivant avec les Moules, certaines sont parasites ou symbiotes, d'autres vivent dans le même biotope et peuvent être des compétiteurs alimentaires, voire même des prédateurs, mais la plus grande partie de ces espèces n'ont qu'une action très faible où nulle sur les Moules. Une classification est difficilement précise et, pour cette raison, je vais uniquement énumérer les espèces ayant un rapport avec les Moules.

— *Pinnotheres pisum* Pennant.

Cette espèce est extrêmement abondante dans toute notre région. A Luc, elle a déjà fait l'objet de recherches. HUARD et DEMEUSY (1968) ont montré que le pourcentage d'infestation était nul pour des Moules d'une taille inférieure à 1 cm, variable entre 1 et 3 cm et qu'il était relativement constant au-delà. L'indice d'infestation est alors de 2 Crabs par Moule. La présence de *Pinnotheres* ne semble pas entraîner de perturbations chez la Moule.

— *Mytilicola intestinalis* Steuer.

J'ai recherché cette espèce parasite d'une manière systématique dans toutes les classes d'âge de Moules. J'ai pu constater les faits suivants :

- les animaux parasités sont tous de gros individus de plus de 5 cm de longueur.

— Le pourcentage d'animaux parasités, en ne tenant compte que de ceux de plus de 5 cm de long, est de l'ordre de 10 %.

Dans la région de Luc-sur-Mer, la présence de ce parasite est incontestable, mais elle ne provoque aucune action néfaste sur les moulières.

— *Crepidula fornicata* Philibert.

Cette espèce est très abondante dans la région. Elle vit souvent fixée sur les Moules mais également sur les galets ou les coquilles vides. Son mode de nutrition la fait entrer en compétition alimentaire directe avec les Moules. Lorsque leur densité est très importante, elles peuvent éliminer une part considérable des particules en suspension et de ce fait gêner le développement des Moules.

A Luc cependant, leur densité n'est jamais très importante et leur répartition sur les moulières n'est pas homogène. En effet, si le nombre de Crépitudes est élevé sur les grosses Moules isolées, il est très faible voire même nul sur la moulière dense. Leur action sera donc limitée à ces Moules âgées et la compétition vis à vis des Moules exploitables sera très réduite.

J'ai recherché si les Crépitudes avaient une orientation préférentielle par rapport aux Moules. J'ai établi des pourcentages, portant sur la direction de l'axe antéro-postérieur de la Crépitude par rapport au bord de la coquille de la Moule. Ce bord de la coquille est divisé en quatre parties limitées par deux axes perpendiculaires inclinés à 45° par rapport à l'axe antéro-postérieur de la Moule. Dans ces calculs, je n'ai tenu compte que des Crépitudes directement en contact avec la Moule. Les résultats obtenus sont reportés sur la figure 5. L'orientation des Crépitudes ne se fait donc pas au hasard, mais en majorité vers le bord postérieur et dorsal de la Moule. Cette direction correspond à la position lui permettant de bénéficier au maximum des courants d'eau créés par la Moule. Les Crépitudes vont donc entrer en compétition

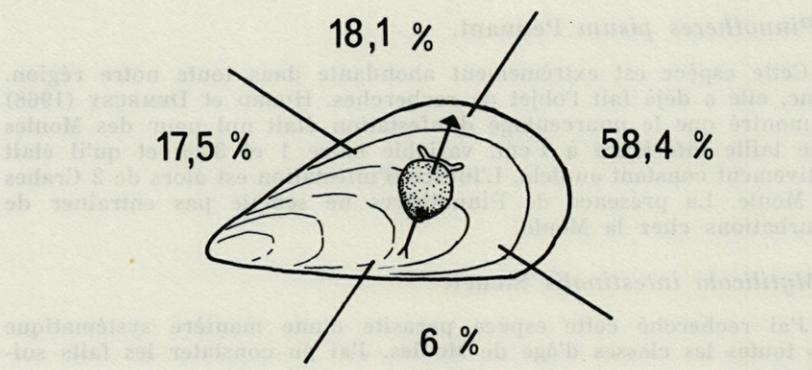


FIG. 5. — Pourcentages de l'orientation des Crépitudes par rapport à celle de la Moule.

directe avec les Moules puisqu'elles vont prélever au passage une partie des particules normalement utilisables par ces dernières.

— *Les Balanes.*

Sur les Moules, au niveau du Quihot, j'ai rencontré quatre espèces de Balanes : *Balanus balanoides* L., *Balanus improvisus* Darwin, *Balanus crenatus* Brugière et *Elminius modestus* Darwin. Sur les Moules, et comme pour les Crépidules, leur densité est d'autant plus faible que les Moules sont serrées. Sur une Moule isolée, de 8 cm de long, j'ai pu dénombrer 500 Balanes environ.

Comme dans le cas des Crépidules, j'ai établi des pourcentages en fonction de leur orientation vis à vis de celle des Moules. L'axe rostre-carène des Balanes a été choisi comme référence et sa répartition étudiée dans le système d'axes défini pour les Crépidules. Les résultats sont reportés sur la figure 6 et montrent que les Balanes ne se fixent pas au hasard quant à leur orientation, mais bien avec une préférence faisant que les mouvements de leurs cirres se trouvent dans la zone de turbulence créée par les Moules. Elles doivent donc entrer en compétition alimentaire avec ces dernières. Les différentes espèces ont le même comportement quant à leur direction de fixation.

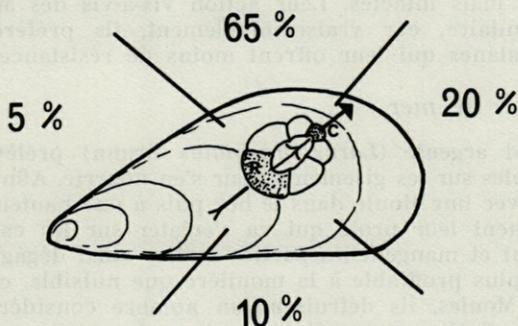


FIG. 6. — Pourcentages de l'orientation des Balanes par rapport à celle de la Moule.

Les Balanes ont un autre mode d'action sur les Moules, dans un sens défavorable. Elles permettent en effet la fixation d'Algues et ces Algues augmentent considérablement la résistance au courant. Le rapport entre les forces d'arrachement et d'accrochage varie donc et les premières augmentent rapidement. Le résultat est que les Moules couvertes de Balanes et d'Algues sont facilement arrachées du substrat et entraînées par les courants. Les Crépidules ont une action dans ce même sens, mais beaucoup moins marquée.

Par ailleurs, les Balanes ont un rôle favorable à la moulière, non négligeable, par l'abri qu'elles offrent aux jeunes larves au moment de la fixation. Ces dernières sont très nombreuses à se fixer entre les murailles mais également à l'intérieur des Balanes mortes.

— *Asterias rubens* L.

Cette espèce est incontestablement un prédateur des Moules. Leur population subit de très grosses variations de densité, et durant la période étudiée ici, elles n'ont jamais représenté un danger réel pour la moulière. Parfois extrêmement abondantes elles étaient alors de petite taille et sans danger pour les Moules déjà adultes. MEDCOF (1961) signale dans le cas d'Huitres, que des Etoiles de mer d'une taille donnée ne peuvent ouvrir que des Huitres inférieures à une certaine dimension. J'ai fait l'expérience de mettre ensemble des Etoiles de mer moyennes (10 cm de diamètre) avec des Moules de taille variée et j'ai pu constater que si les petites Moules étaient rapidement mangées, les plus grosses ne l'étaient qu'au bout d'un temps très long, alors que les Etoiles jeunaienat depuis longtemps.

— *Nucella lapillus* L.

Sur les moulières du type de celle de Luc, je n'ai jamais rencontré de très fortes densités de cette espèce. Les individus ne se trouvent d'ailleurs que très rarement mélangés à la moulière, mais sont toujours localisés sur les cailloux non recouverts de Moules. Le nombre de coquilles de Moules percées est très réduit par rapport à celui des coquilles vides mais intactes. Leur action vis-à-vis des Moules ne doit être que secondaire, car vraisemblablement, ils préfèrent s'attaquer d'abord aux Balanes qui leur offrent moins de résistance.

— *Les Oiseaux de mer.*

Le Goéland argenté (*Larus argentatus* Brunn) prélève un certain nombre de Moules sur les gisements pour s'en nourrir. Afin de les casser, ils s'envolent avec une Moule dans le bec puis à une hauteur de quelques mètres, ils lâchent leur proie qui va s'éclater sur les cailloux du sol. Ils redescendent et mangent les parties molles ainsi dégagées. Leur rôle est cependant plus profitable à la moulière que nuisible, car si ils mangent quelques Moules, ils détruisent un nombre considérable d'Etoiles de mer et de Crabes (considérés également comme prédateurs) au moment où l'eau se retire, avant que ces animaux n'aient eu le temps de se mettre à l'abri sous les pierres.

— *Polydora ciliata* Johnston.

Cet Annélide est extrêmement fréquent sur nos côtes et présente une action défavorable certaine vis-à-vis des Moules. En effet, en perçant des trous dans la coquille des Moules, tout au moins dans celle des gros individus, il diminue leur résistance mécanique aux chocs. Mais sa plus grosse action se produit dans l'envahissement des surfaces rocheuses par les Moules. Sa très grande abondance dans les roches calcaires constituant l'essentiel de notre côte, entraîne la formation d'une couche de vase de plusieurs centimètres d'épaisseur qui empêche les Moules de s'y établir. D'autre part, ces animaux captent de très nombreuses particules en suspension et diminuent d'autant les possibilités alimentaires des Moules.

III. — RENOUVELLEMENT

A. ÉTAT DE LA MOULIÈRE EN 1967 ET SON ÉVOLUTION GÉNÉRALE.

A la fin de 1967, les Moules étaient situées essentiellement dans toute la partie est et sud-est du Quihot. Dans cette zone elles étaient très denses et propres, c'est-à-dire qu'elles ne portaient que très peu d'épibiontes sur leur coquille. Leur densité variait de 1 500 à 15 000 individus au mètre carré, peut-être plus encore dans certaines zones où plusieurs couches de Moules se trouvaient superposées. La densité moyenne est de l'ordre de 4 000 au mètre carré pour l'ensemble de cette zone correspondant environ à 2 hectares.

Dans toute la partie centrale, les Moules sont pratiquement absentes si ce n'est des petits amas localisés en particulier le long des microfalaises.

Dans la partie ouest, la densité des Moules est de l'ordre de quelques individus au mètre carré. Ces animaux ont tous plus de 6 cm de long, et sont particulièrement recouverts d'épibiontes. Ils sont tous localisés le long des falaises ou à l'abri des blocs de roche. Cette disposition laisse supposer que ces animaux sont apportés là par les courants et viennent de zones plus à l'ouest.

A cette même saison, j'ai établi les polygones de fréquence des longueurs en plusieurs points du Quihot. Ces polygones et la position des points correspondants sont reportés sur la figure 7. Les différents pourcentages correspondant aux classes de taille et d'âge sont reportés dans le tableau 2.

Ce tableau montre les variations de composition pouvant intervenir à une petite échelle dans une population.

TABLEAU 2
Pourcentage des classes d'âge dans les 4 stations du Quihot en automne 1967.

Station	Classe 1	Classe 2	Classe 3
1	7,7 %	89,1 %	3,2 %
2	27,5 %	67,9 %	4,6 %
3	6,6 %	91,2 %	2,9 %
4	0 %	14,3 %	85,7 %

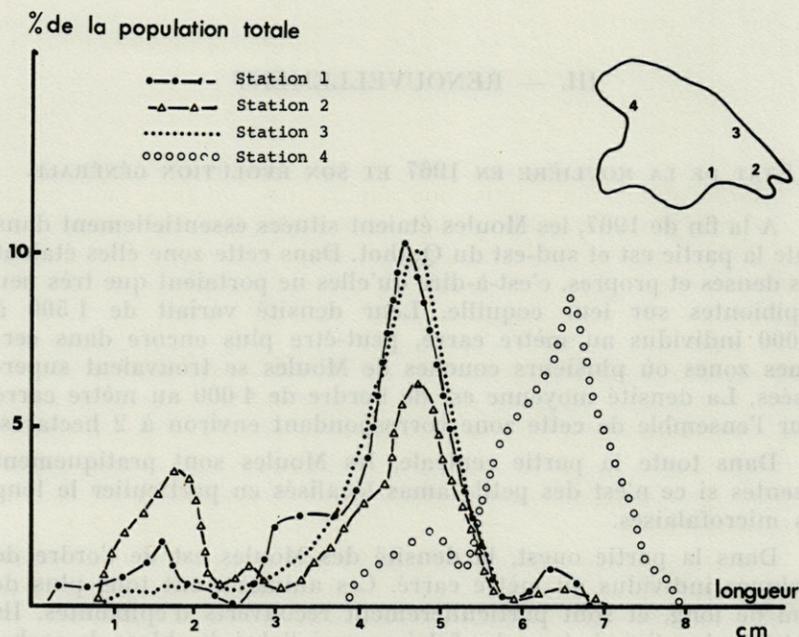


FIG. 7. — Polygones de fréquence des longueurs de *M. edulis* pour les différentes stations du Quihot en automne 1967.

Durant l'hiver, la bordure est de cette moulière a subi l'action de la mer et a progressivement reculé. Les Moules arrachées étaient en grande partie repoussées sur le gisement et la densité de ce fait a subi une augmentation en certains points, et plus particulièrement dans les zones en creux.

En mai 1968, le gisement a été ouvert à l'exploitation, et la densité est alors tombée à des valeurs pratiquement nulles, ceci en l'espace de quelques jours.

Vers octobre 1968, la densité est remontée jusqu'à une valeur de 100 individus environ au mètre carré. Depuis cette date, la densité a diminué progressivement et lentement, pour retomber à des valeurs pratiquement nulles.

Cette évolution ne concerne que les Moules ayant une taille de plusieurs centimètres, celle des jeunes faisant l'objet d'un autre chapitre.

B. LE CYCLE SEXUEL.

Le cycle sexuel a été étudié sur des Moules prélevées sur le Quihot, ces animaux ayant tous de 6 à 7 centimètres de long.

Sur ces animaux ont été effectuées une étude microscopique, des biopsies de la gonade, ainsi que l'étude cytologique et histochimique des modalités de la gamétogénèse et de la nature des réserves glucidiques et lipidiques. Ces résultats ont fait l'objet d'une publication antérieure (LUBET et LE GALL, 1967). Seules les périodes d'émission seront rappelées ici.

Dans l'année, deux émissions importantes ont lieu, l'une en fin décembre - début janvier, l'autre en mars-avril. Des émissions secondaires ont lieu jusqu'à la fin juin, mais elles sont de plus en plus faibles.

C. FIXATION DES LARVES.

Les observations relatives aux émissions sont confirmées par l'apparition des larves au début de leur vie benthique. Afin de définir leurs périodes de fixation, j'ai effectué des observations directes sur les substrats naturels au sein des moulières, ainsi que sur des collecteurs artificiels implantés sur ces mêmes lieux.

Les deux grosses périodes de fixation se trouvent pour 1968, l'une en février-mars et l'autre à la fin de mai et début juin; les autres s'échelonnent durant l'été. La période de vie planctonique dure de 5 à 6 semaines en hiver, 4 seulement en été.

Les fixations se produisent en deux temps, d'abord sur des supports filamenteux et après un certain temps de développement, il y a migration vers les substrats définitifs. BAYNE (1964a) signale ce même phénomène qui semble donc général. Dans la nature, les substrats filamenteux sont constitués par des Algues des genres *Polysiphonia* ou *Ceramium*, ou encore par des colonies d'Hydraires.

Après cette fixation primaire, la fixation secondaire se produit lorsque les jeunes Moules atteignent 2 mm environ de long. La migration se produit d'une façon active et les jeunes animaux peuvent alors choisir le milieu qui leur est favorable. Sur le Quihot, j'ai pu constater que les larves se fixaient très peu directement sur le rocher, mais qu'elles recherchaient de préférence les endroits les plus abrités. Parmi ceux-ci, les fissures de la roche, la moulière adulte semblent être les plus favorables. Au milieu des Moules adultes, les jeunes se fixent en sous couche, non pas sur le substrat, mais sur les filaments de byssus des adultes. Ces observations comparées à un certain nombre d'autres, semblent prouver que les larves sont très sensible à l'action combinée de la mer et de l'érosion due aux particules de sédiment entraînées par les courants. Par exemple dans les cages que nous avons installées sur la moulière, et qui étaient situées environ à 20 cm au-dessus du sol, le naissain s'est abondamment fixé, alors que tout autour aucune fixation n'a été observée. La propreté du substrat est également

un facteur important. Les fixations sont très nombreuses sur le Quihot et très rares sur la partie de l'estran touchant la terre. Or, cette partie, même dans les zones les plus basses équivalentes au Quihot du point de vue niveau, est toujours très sale, c'est-à-dire recouverte d'une pellicule de vase extrêmement fine, alors que le Quihot séparé de la terre par un chenal reste propre, la vase ne s'y déposant jamais. Ce même processus se reproduit à Luc pour des lieux dits tels que la Folie, Quehot, les Trois Roquettes, tous séparés de la côte par un chenal à basse mer (fig. 2).

Peut être existe-t-il également un chimiotactisme vis-à-vis d'une substance pouvant exister dans la coquille ou le byssus des Moules adultes, expliquant cette migration des larves vers les bancs préexistants. Ce type de substances existe chez des espèces marines fixées telles que *Crassostrea* (CRISP, 1967), de même que chez les Balanes.

Sur le Quihot, la première fixation de février-mars 1968 a suivi le processus normal c'est-à-dire la fixation primaire sur les Algues puis après quelques temps une migration vers la moulière existante. Les jeunes se trouvaient alors en sous couche parmi les Moules adultes. Leur croissance a été normale jusqu'en mai. A cette époque l'exploitation a été intense, et les jeunes Moules se sont trouvées arrachées avec les grosses. Bien que triées sur place ces jeunes ne se sont pas refixées et toute cette génération a été détruite à cette époque. L'exploitation n'a duré que quelques jours, tout le banc ayant été détruit soit par les exploitants soit par la mer qui a pu éroder le gisement à partir des zones exploitées.

Le résultat a donc été le décapage du rocher qui s'est trouvé propre. Il y a eu alors un développement considérable de petites Rhodophycées (*Polysiphonia*, *Ceramium*, etc...). Ces Algues ont servi de support à la fixation primaire des larves de la deuxième émission de l'année. En juin, ces larves étaient visibles en nombre considérable sur ces Algues. Malgré cette très grande abondance, supérieure à celle observée en mars, la fixation secondaire n'a pas eu lieu et pratiquement aucun naissain ne s'est établi. Parmi les facteurs pouvant avoir entraîné cet échec, il faut en envisager deux. D'une part la forte chaleur qui est intervenue juste à ce moment et qui a provoqué chez les adultes un arrêt de croissance (étudié plus loin) a pu tuer ces larves. D'autre part, la disparition des Moules adultes, ayant supprimé l'abri sans doute nécessaire aux larves, leur a fait chercher ailleurs une zone de fixation favorable. Par ailleurs, le substrat rocheux dénudé après l'exploitation a dû subir des transformations de surface le rendant inapte à la fixation des larves.

Les autres fixations observées en été, dans leur première phase, ont toutes échoué au moment de la migration. La chaleur ne pouvant plus

être mise en cause, seule reste la nature du substrat pour expliquer ces échecs. L'exploitation totale des moulières semble entraîner une stérilisation du terrain vis à vis des Moules. Cette action peut être longue car le retour des Moules demande plusieurs années après une telle exploitation.

Les collecteurs que j'ai utilisés m'ont permis de mettre en évidence certaines exigences des jeunes larves de Moules. J'ai utilisé plusieurs types de matériaux, sous des présentations variées. Il y avait : du bois (Chêne, Peuplier, Sapin) raboté, scié et fendu; du nylon en cordage servant essentiellement à relier les autres éléments entre eux; du jute sous forme de toile à sac; du sisal en corde peu serrée mis soit en faisceaux soit en paquets plus compacts; du coco sous plusieurs présentations (toile plus ou moins serrée, cordage, tapis brosse).

Les résultats obtenus en fonction du substrat indiquent très clairement que dans le cas de ces matériaux extérieurs au milieu marin, le pouvoir attractif est dû à la présentation plus qu'à la nature chimique. Les surfaces lisses telles que le nylon et le bois raboté donnent des résultats nuls; le bois à surface fibreuse, les fibres, sont bien acceptées par les larves qui s'y fixent de préférence aux endroits les plus irréguliers. Sur le bois, les fixations sont plus nombreuses dans les trous, sur le nylon elles se font uniquement au niveau des nœuds.

Lorsque certaines parties du collecteur sont recouvertes d'organismes susceptibles d'accumuler de la vase, les fixations deviennent rares. La propreté du substrat joue donc un rôle important. RAIMBAULT (1966) indique des facteurs capables d'influencer les fixations de Mollusques, tels que la propreté, la nature, la position des collecteurs ainsi que les courants. Ce dernier facteur, dans le cas des Moules, semble pour les vitesses observées à Luc, n'avoir qu'une action indirecte. En effet, dans les cages grillagées utilisées pour les repaquages d'animaux marqués, on observe des fixations à 20 cm du sol, et aucune à son niveau. Or le courant est le même pour les deux points et seule la charge en particules sableuses est différente. Il semble donc que ce soit l'action d'érosion de ces particules qui soit le facteur important, vis-à-vis des fixations. Les facteurs vraiment nécessaires à une bonne fixation de larves de Moules paraissent être une surface irrégulière, propre et située en dehors de toute érosion par des particules transportées.

D. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU COMPORTEMENT DU NAISSAIN.

Les facteurs intervenant sur les mouvements des larves ont été étudiés, mais pour des animaux de très petite taille. BAYNE

(1964b) a étudié le phototropisme et le géotactisme pour des larves allant jusqu'à 260μ environ, c'est-à-dire jusqu'au moment de la fixation. Je me suis attaché à étudier la réponse des Moules plus grosses (0,5 à 1 cm) vis-à-vis du courant, de la salinité et de la luminosité. Les animaux utilisés sont capables alternativement de se déplacer sur des distances relativement importantes ou de se fixer par leur byssus.

Les petites Moules sont placées au centre de récipients ou tubes. De part et d'autre de ce point central, sont établies des conditions différentes.

La salinité seule ne provoque aucun déplacement préférentiel. J'ai essayé 15 et 35 pour mille, sans obtenir de réponse autre que des déplacements au hasard.

Le courant paraît entraîner les jeunes Moules. Les courants essayés avaient une vitesse de 2,5 nœuds environ, et très nettement les petites Moules se déplaçaient dans leur sens.

La luminosité paraît avoir une grosse influence sur les déplacements. Si les Moules ont la possibilité de se déplacer vers un lieu totalement obscur ou vers un endroit normalement éclairé, elles iront toutes dans cette deuxième direction. Il est d'ailleurs très probable qu'il y ait un optimum de luminosité car j'ai pu observer que les déplacements n'avaient lieu, dans mes expériences, que le matin et dans la soirée. Or mes expériences se faisaient à la lumière du jour sans ensoleillement direct. La position des gisements de Moules, dans la nature, répond peut être en partie à un optimum d'éclairement. Lorsque l'on associe ces facteurs entre eux, la luminosité l'emporte sur tous les autres.

E. RENOUVELLEMENT PAR LES ADULTES.

Sur le Quihot, la densité en certains points a pu augmenter au printemps 1968 (avant l'exploitation) du fait que certaines des Moules arrachées par la mer (essentiellement sur la bordure est du gisement) étaient repoussées sur la moulière et s'y refixaient.

J'ai pu assister à une augmentation de la densité absolue après l'été 1968, et ceci uniquement par fixation secondaire des Moules adultes, car dans l'estimation des densités, je n'ai pas tenu compte du naissain. La densité est passée de 0 à 100 au m^2 entre juin et septembre 1968. Ces Moules adultes ont donc été arrachées à un endroit pour aller se refixer dans un autre.

Ce phénomène se reproduit régulièrement sur tout notre littoral, de même que le rejet à la côte, de masse énorme de Moules par les tempêtes. Dans ces rejets massifs, il faut noter qu'il n'y a jamais de petites Moules; on constate une sorte de tri effectué par les courants. Il est évident qu'une

Moule adulte présente du fait de sa plus grande surface, plus de résistance à l'eau qu'une petite et que, une fois arrachée de son support, elle sera plus facilement entraînée par le courant, malgré son poids plus important.

D'autre part, une série d'expériences m'a permis de montrer qu'un autre phénomène agissait dans ce même sens, défavorable aux plus grosses Moules : il s'agit de la vitesse de refixation après arrachement, plus faible pour les grosses que pour les petites.

J'ai pris des Moules de tailles variées, provenant du Quihot et après les avoir réparties en lots de 20 Moules par classes de taille, j'ai noté le nombre de Moules fixées en fonction du temps.

Les résultats obtenus ainsi ont permis de tracer la courbe de la figure 8. On peut immédiatement constater la différence très nette existant entre le comportement des jeunes Moules et celui des adultes. Si 50 % du naissain inférieur à 1 cm peut se refixer, après arrachement dans un temps inférieur à 30 minutes, pour les grosses Moules supérieures à 3 cm ce même pourcentage n'est atteint qu'au-delà de 24 heures.

En faisant ce même type d'expérience, et en comparant les résultats obtenus avec des Moules de haut niveau et de bas niveau, on constate que ces dernières se refixent moins rapidement que les premières. Il semble donc qu'il y ait une adaptation physiologique, en fonction de l'exposition, les animaux les plus exposés à l'arrachement ayant une rapidité de refixation accrue.

La lenteur de refixation des gros individus explique le fait que dans certaines zones telles que la partie ouest du Quihot, on trouve ces grosses Moules fixées uniquement dans les zones abritées, et le long des microfalaises perpendiculaires au sens du courant. Cette localisation leur a permis de rester bloquées assez longtemps pour se refixer efficacement.

D'après les différents résultats obtenus dans ce chapitre, il paraît donc certain que le renouvellement des moulières se produit dans la nature à partir des larves, principalement, mais que dans certaines conditions les adultes eux-mêmes sont susceptibles d'y participer. Pour que les jeunes se fixent il faut que le substrat présente un certain aspect en particulier que sa surface soit irrégulière, qu'elle soit également protégée de l'action des particules sédimentaires. L'idéal étant atteint par un peuplement de petites Algues filamenteuses, mélangées ou proches d'une moulière bien développée.

Certaines modifications du substrat consécutives à l'exploitation intensive des gisements moulières, entraînent une stérilisation qui peut durer plusieurs années. Une certaine densité de Moules adultes peut accélérer le processus de réimplantation de la moulière et l'exploitation devrait s'arrêter à un certain stade, afin de préserver cette possibilité.

classes de taille

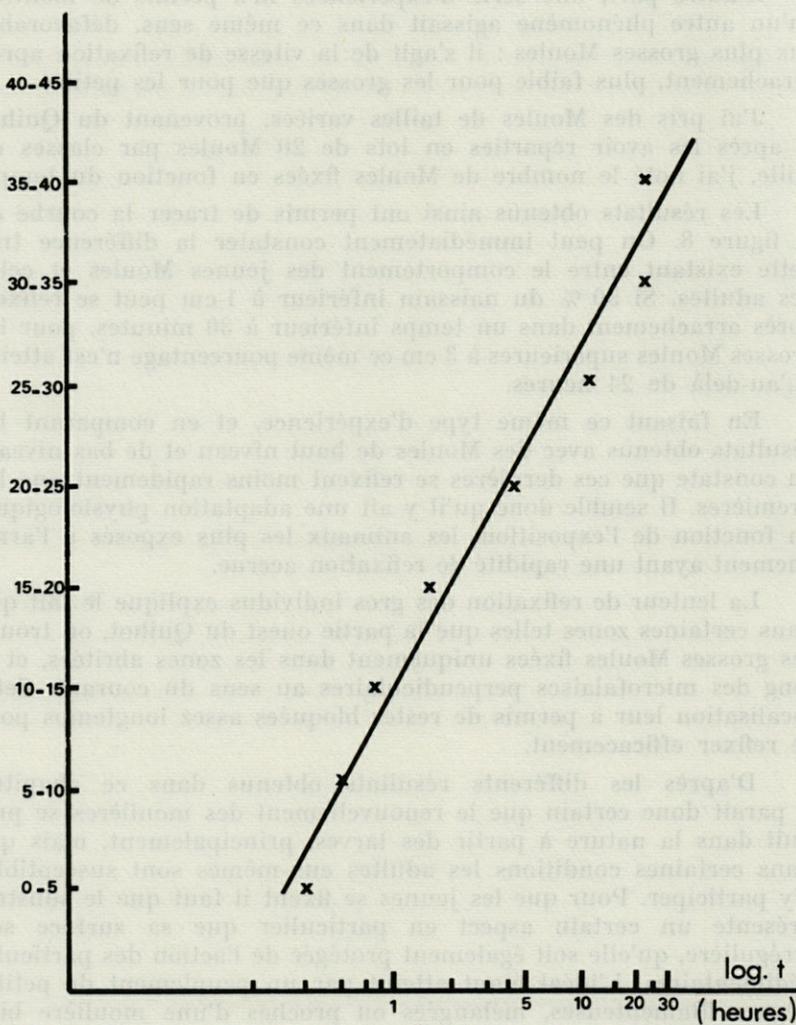


FIG. 8. — Courbe du temps de refixation des Moules en fonction de leur longueur.

IV. — CROISSANCE

La croissance des Moules du Quihot a été étudiée grâce à des mesures effectuées sur des prélèvements réguliers dans la moulière naturelle, et sur des lots d'animaux marqués à l'aide d'un numéro gravé dans l'une des valves, puis reparqués dans des cages grillagées situées au sein de la moulière.

Afin d'établir des comparaisons avec d'autres stations, j'ai effectué les mêmes mesures sur des échantillons prélevés régulièrement dans ces populations.

Sur chacun des animaux j'ai fait trois mesures :

- la longueur du crochet au bord postérieur de la coquille, parallèlement au bord ventral de la Moule;
- la hauteur entre le bord ventral et le bord dorsal de l'animal, perpendiculairement à la longueur;
- l'épaisseur entre les points les plus éloignés du plan inter-valvaire sur une perpendiculaire à ce plan.

Toutes ces mesures ont été effectuées au pied à coulisse et évaluées au 1/10 de mm.

A. CROISSANCE ABSOLUE DES ANIMAUX MARQUÉS.

Plusieurs lots d'animaux ont été reparqués à différentes époques. Sur celui d'une centaine d'animaux marqués en septembre 1967, seulement 26 restaient un an plus tard. J'ai calculé la moyenne de leur longueur, à plusieurs dates. Les résultats sont reportés dans le tableau 3.

TABLEAU 3
Moyennes de la longueur pour 26 animaux marqués.

Date des mesures	moyenne (mm)
Octobre 1967	41,2
Novembre 1967	42,7
Janvier 1968	43,6
Mars 1968	43,8
Juin 1968	48,0
Septembre 1968	53,7

Ce tableau montre que la croissance n'est pas constante dans le temps, mais qu'entre octobre et mars elle est réduite par rapport à celle de mars à septembre.

Pendant la phase de croissance active (avril à octobre) la croissance varie en fonction de la taille initiale. Une série de mesures sur des animaux marqués, classés en avril en lots selon leur taille en millimètres donne clairement la preuve que la croissance, pendant une période donnée, est d'autant plus forte que les animaux sont petits. Les classes de départ étaient constituées de Moules de 20 à 30, 30 à 35, 35 à 40, 40 à 45, 45 à 50, 50 à 55 mm. La figure 9 illustre bien ce phénomène.

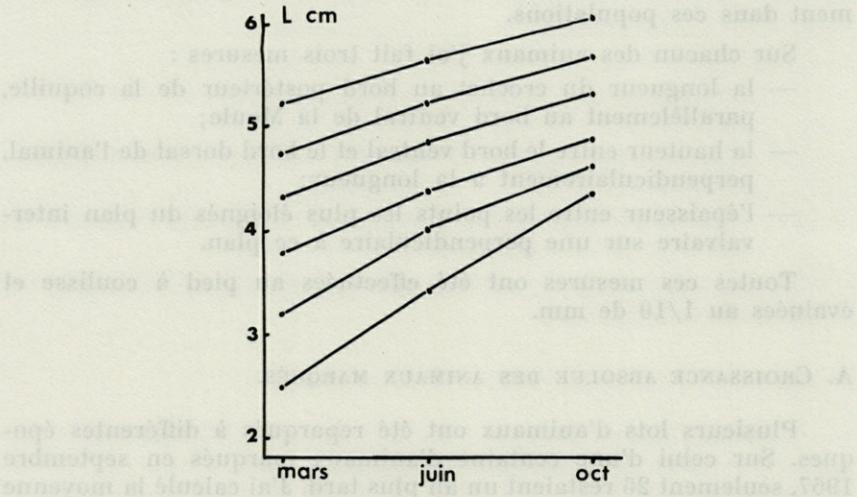


FIG. 9. — Courbe de la croissance moyenne en longueur, en fonction de la taille initiale.

En calculant l'accroissement journalier moyen, pour un certain nombre d'animaux marqués pendant une même période, nous retrouvons cette différence de croissance. Le tableau 4 indique les résultats d'un tel calcul.

HOUSE et FARROW (1968) ont établi, chez la Coque *Cardium edule* L. des variations de croissance journalière grâce à une étude des stries internes de la coquille. Par une méthode d'examen des stries à la surface de la couche prismatique, j'ai mis en évidence trois types de stries grâce auxquelles la croissance peut être définie avec une grande précision, quelle que soit la période envisagée (LE GALL, note sous presse).

TABLEAU 4
Accroissement journalier moyen

Longueur en 1/10 mm		Croissance journalière moyenne en μ
Mars	Juin	
190	312	125
324	386	63
398	445	48
469	510	42
525	566	42
849	856	7

Les stries annuelles d'arrêt de croissance hivernal permettent d'évaluer la croissance annuelle des animaux.

Les stries de vives eaux c'est-à-dire les stries formées tous les quinze jours, permettent de comparer la croissance de plusieurs animaux à un moment donné et également celle d'un même individu à des périodes différentes de l'année. La figure 10 montre les courbes établies pour 3 animaux (numéros d'expérience 41, 48 et 50).

On constate à nouveau que la croissance est d'autant plus forte que la taille est faible au début d'une période donnée. La croissance est très ralentie durant l'hiver, en particulier en février, et peut même s'arrêter totalement.

Les courbes de la figure 10 montrent un ralentissement de la croissance en plein été que nous expliquerons plus loin, en étudiant les facteurs intervenant sur la croissance.

Les stries de marées, formées toutes les douze heures environ, permettent de faire l'étude très précise de la croissance, au moins durant les phases de croissance active. Dans ces zones, elles sont bien lisibles, et on constate que leur écartement diminue pendant les périodes de vives eaux. D'autre part, la croissance n'est pas constante sur une période de quelques jours, mais montre des variations non expliquées. Une étude statistique approfondie est nécessaire dans ce cas et fera l'objet d'une publication ultérieure.

B. CROISSANCE ABSOLUE DES POPULATIONS NATURELLES.

Parallèlement à l'étude de la croissance d'animaux marqués, j'ai étudié la progression de la population en effectuant des mesures sur des prélèvements réguliers. Chaque prélèvement se compose

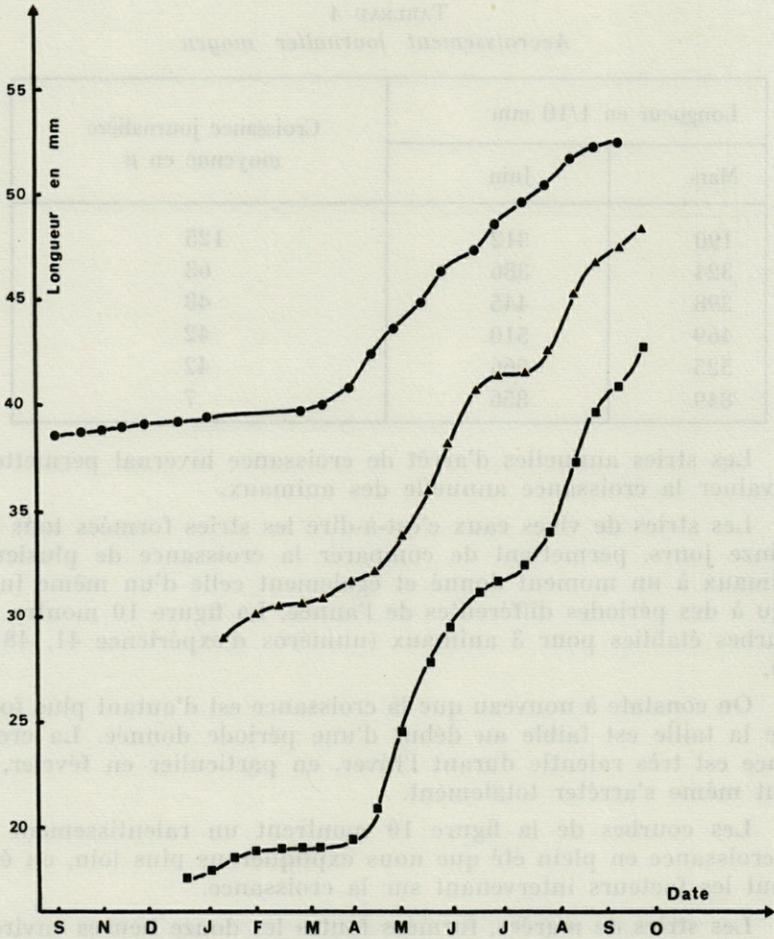


FIG. 10. — Courbes de la croissance en longueur, pour 3 animaux marqués.

d'un nombre important d'individus, entre 500 et 1 000. Etant donné les différences de composition de la population du Quihot (voir fig. 7), j'ai systématiquement effectué mes prélèvements en un point donné afin d'éviter au maximum les variations dues à une différence de composition.

Les polygones de fréquence en fonction de la longueur sont reportés sur la figure 11. Sur cette figure nous constatons le déplacement des divers pics et l'apparition des jeunes Moules en mars et en juin. L'évolution de ces jeunes n'est pas très nette du fait

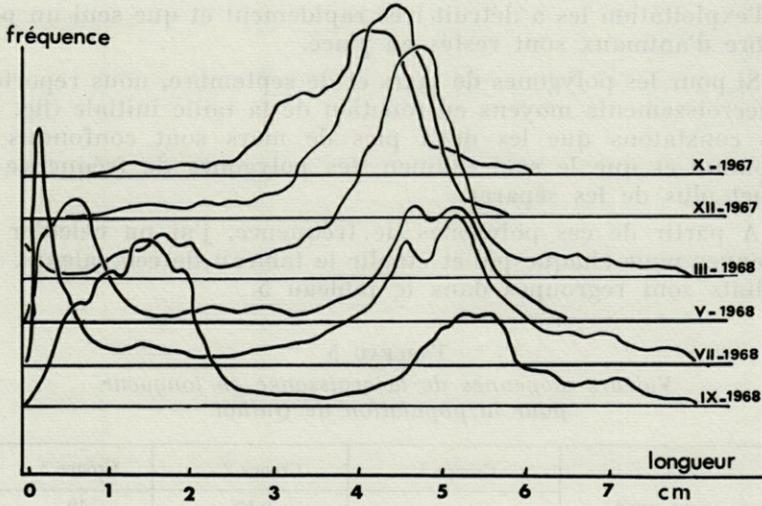


FIG. 11. — Evolution des polygones de fréquence des longueurs au cours d'une année.

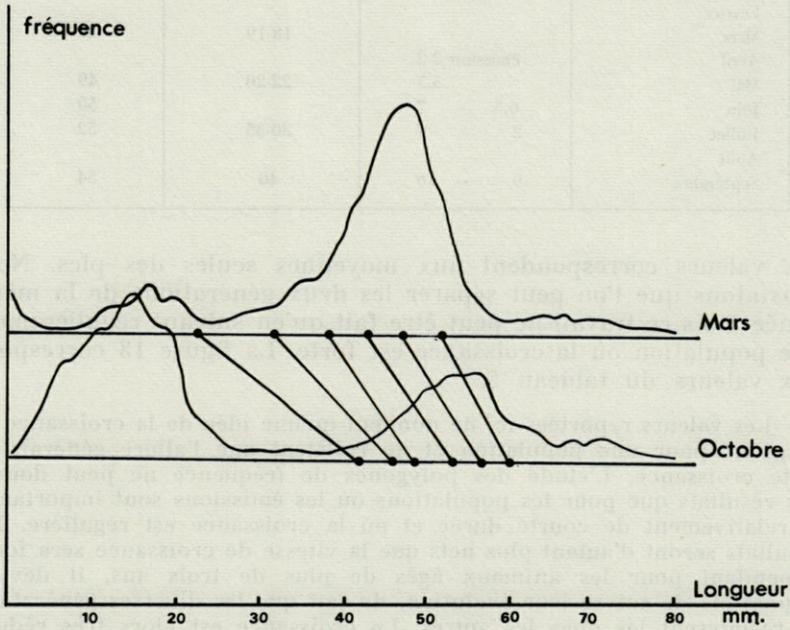


FIG. 12. — Analyse de l'évolution des polygones de fréquence des longueurs en rapport avec la croissance par classe de taille.

que l'exploitation les a détruit très rapidement et que seul un petit nombre d'animaux sont restés en place.

Si pour les polygones de mars et de septembre, nous reportons les accroissements moyens en fonction de la taille initiale (fig. 12) nous constatons que les deux pics de mars sont confondus en septembre et que le seul examen des polygones de fréquence ne permet plus de les séparer.

A partir de ces polygones de fréquence, j'ai pu calculer les moyennes pour chaque pic et établir le tableau de ces valeurs. Ces résultats sont regroupés dans le tableau 5.

TABLEAU 5
*Valeurs moyennes de la croissance en longueur
pour la population de Quihot.*

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Septembre 1967		9-17	40
Octobre			
Novembre			
Décembre			
Janvier 1968	émission 1		45
Février			
Mars		13-19	47
Avril	émission 2-2		
Mai	5,5	22-28	49
Juin	0,5 — 7		50
Juillet	2 — 9	30-35	52
Août			
Septembre	9 — 16	40	54

Ces valeurs correspondent aux moyennes seules des pics. Nous constatons que l'on peut séparer les deux générations de la même année mais ce travail ne peut être fait qu'en suivant régulièrement une population où la croissance est forte. La figure 13 correspond aux valeurs du tableau 5.

Les valeurs reportées ici ne donnent qu'une idée de la croissance en longueur pour une population et ne reflètent que l'allure générale de cette croissance. L'étude des polygones de fréquence ne peut donner des résultats que pour les populations où les émissions sont importantes et relativement de courte durée et où la croissance est régulière. Les résultats seront d'autant plus nets que la vitesse de croissance sera forte. Cependant pour les animaux âgés de plus de trois ans, il devient impossible de suivre leur évolution, du fait que les diverses générations se recouvrent les unes les autres. La croissance est alors très réduite et l'accroissement annuel est de loin inférieur aux variations individuelles, ce qui interdit tout calcul valable et toute interprétation.

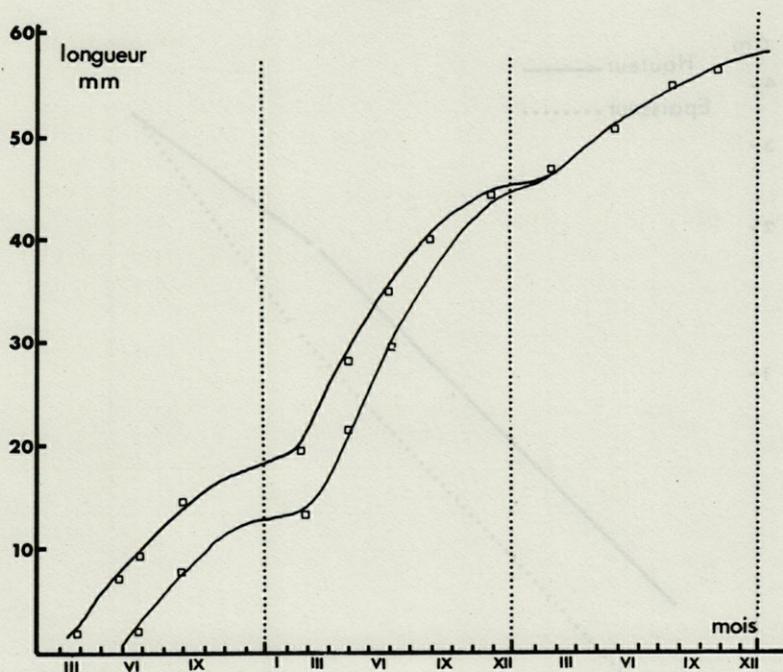


FIG. 13. — Courbe de croissance en longueur chez *Mytilus edulis* en fonction du temps.

C. CROISSANCE RELATIVE.

Dans cette étude, j'ai utilisé la longueur comme dimension de référence pour laquelle l'erreur relative est la plus faible. J'ai étudié les rapports entre la hauteur, l'épaisseur et la longueur, telles qu'elles ont été définies dans un chapitre précédent.

Les méthodes de calcul utilisées sont :

- celle énoncée par LAMOTTE (1962) pour l'étude de la population de Quihot (moyennes provisoires).
- celle établie par REEVE (1940) pour les comparaisons entre populations.

J'ai tout d'abord étudié la population du Quihot puis j'ai fait le même travail pour des populations différentes (localisation géographique, niveau, mode, etc...) et je les ai comparées entre elles.

Pour la population du Quihot, les résultats peuvent être présentés sous forme de droites de régression (fig. 14) correspondant aux lois suivantes où H est la hauteur, E l'épaisseur, L la longueur, r le coefficient de corrélation et n le nombre d'individus dans l'échantillon.

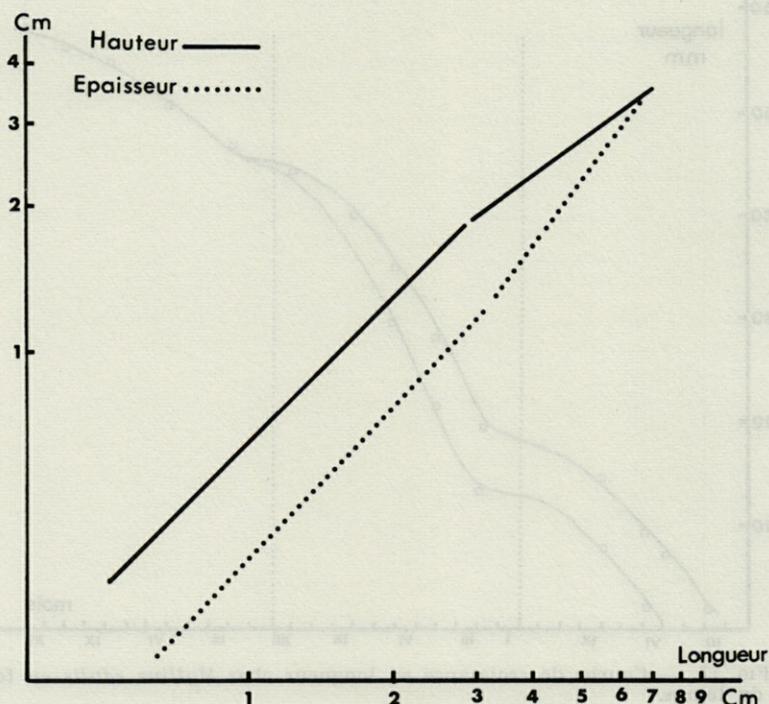


FIG. 14. — Droites de régression de la hauteur et de l'épaisseur, en fonction de la longueur pour la population globale du Quihot.

Pour la hauteur :

— avant le point de rupture de pente, $n = 270$;

$$\log H = -0,06 + 0,904 \log L; r = 0,988.$$

— après le point de rupture de pente, $n = 170$;

$$\log H = 0,31 + 0,837 \log L; r = 0,950.$$

Pour l'épaisseur :

— avant la rupture de pente, $n = 270$;

$$\log E = -1,04 + 1,022 \log L; r = 0,975.$$

— après la rupture de pente, $n = 170$;

$$\log E = -2,158 + 1,2 \log L; r = 0,933.$$

La croissance est donc disharmonique avec une allométrie minorante pour la hauteur et majorante pour l'épaisseur. Il existe une rupture de pente très nette, tant pour la hauteur que pour l'épaisseur. Pour la population du Quihot, elles interviennent pour une longueur de l'ordre de 3,3 cm. Nous verrons plus loin la variabilité des coordonnées de cette rupture ainsi que son importance.

Nous envisagerons également une hypothèse quant à sa formation. Dans le cas présent, la croissance aboutit au fait que l'épaisseur moyenne tend à devenir égale à la hauteur des gros individus. Les animaux ont alors une forme presque cylindrique et sont arqués. Nous verrons plus loin les facteurs pouvant intervenir dans la construction de cette forme.

C₁) *Croissance relative hauteur/longueur.*

Les diverses populations étudiées proviennent des côtes normandes de la Manche. Comme à Cherbourg, j'avais en présence les deux espèces de Moules, *M. edulis* et *M. galloprovincialis*, j'ai également envisagé le cas d'une population typique méditerranéenne de cette dernière espèce, en provenance de Tamaris.

Pour les deux espèces de Cherbourg, les critères utilisés pour leur séparation sont ceux signalés par LUBET (1959), en particulier la coloration brun foncé du bord du manteau et la coquille bleu sombre.

TABLEAU 6

Valeur des coefficients de croissance en hauteur par rapport à la longueur pour plusieurs populations de Moules,

α = pente de la droite

β = ordonnée à l'origine

<i>Mytilus edulis</i>				
Station		Nombre	Hauteur/Longueur	
			α	b
Cherbourg	petites	204	0,856 ± 0,019	0,315 ± 0,103
"	grosses	225	0,702 ± 0,027	1,231 ± 0,166
Quihot	petites	512	0,927 ± 0,006	- 0,417 ± 0,029
"	grosses	1052	0,779 ± 0,006	0,627 ± 0,036
Arromanches	petites	141	1,101 ± 0,026	- 0,600 ± 0,128
"	grosses	303	0,878 ± 0,020	0,132 ± 0,118
La Roque	petites	83	0,904 ± 0,091	- 0,045 ± 0,143
Mignon	grosses	189	0,795 ± 0,026	0,567 ± 0,145
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				
Station		Nombre	Hauteur/Longueur	
			α	b
Cherbourg	-	80	0,854 ± 0,028	0,479 ± 0,170
Tamaris	petites	57	0,981 ± 0,028	0,408 ± 0,136
"	grosses	169	0,966 ± 0,018	- 0,375 ± 0,107

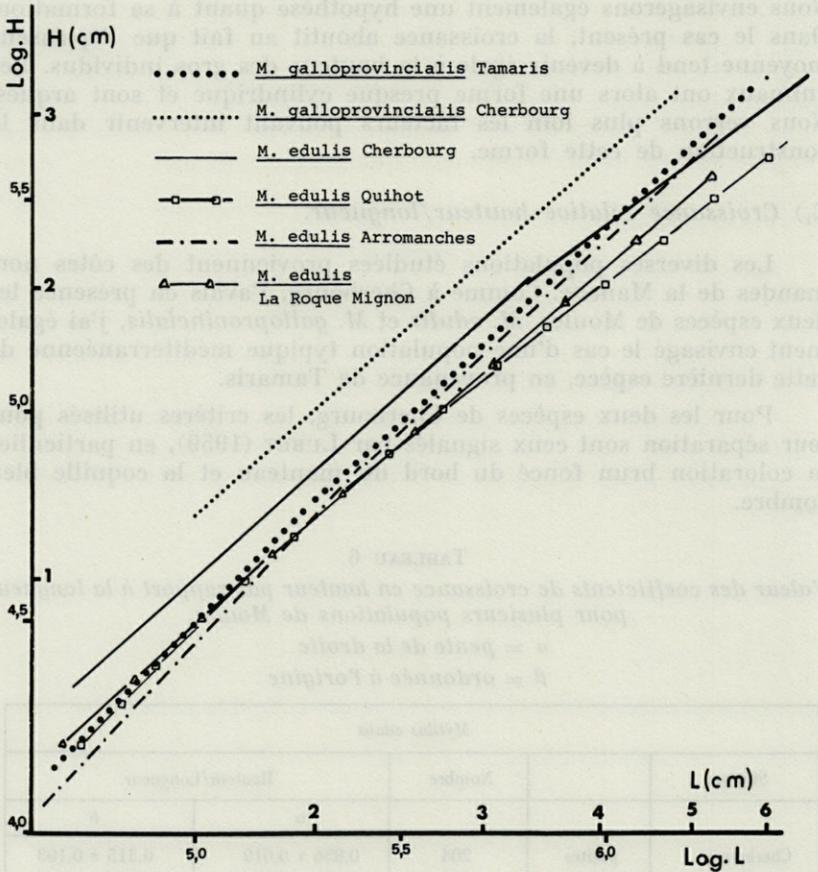


FIG. 15. — Croissance de la hauteur H, par rapport à la longueur L, dans différentes stations.

En considérant la longueur correspondant au point de rupture de pente des droites, pour chaque population, j'ai séparé les Moules en deux lots de petites et de grosses. Le tableau 6 regroupe les résultats obtenus, à partir desquels les droites de la figure 15 ont été tracées. Du seul examen (tableau 6) de ces résultats et de leur représentation graphique, il est difficile de tirer des conclusions. Il faut donc passer par l'intermédiaire des comparaisons selon la méthode de REEVE (1940).

Grâce à ces calculs, les différences observées à Cherbourg, entre les formes *edulis* et *galloprovincialis* sont hautement significatives. Les deux formes peuvent donc se séparer dans cette station, sur le seul rapport de la hauteur à la longueur.

Ces mêmes calculs, portant sur *M. edulis* d'Arromanches et *M. galloprovincialis* de Tamaris, montrent que ces deux lots d'animaux sont impossibles à séparer selon cette méthode.

Par contre, deux populations de *M. edulis*, d'une part celle du Quihot, d'autre part celle de Cherbourg, peuvent fort bien se séparer l'une de l'autre, de la même façon que les deux formes d'une même station.

De ces résultats, il apparaît donc que l'étude biométrique basée sur la comparaison des rapports de la hauteur à la longueur, n'aboutit qu'à des résultats assez peu interprétables dans la majorité des cas, car les différences entre populations sont faibles.

C₂) *Croissance relative épaisseur/longueur.*

Pour cette étude, j'ai procédé comme pour la hauteur, sur les mêmes échantillons. Les valeurs des coefficients de croissance en épaisseur sont reportées dans le tableau 7, et les droites correspondantes sont tracées sur le graphique de la figure 16.

TABLEAU 7
Coefficients de la croissance en épaisseur par rapport à la longueur,
 α = pente de la droite
 β = ordonnée à l'origine

<i>Mytilus edulis</i>				
Station		Nombre	Epaisseur/longueur	
			α	b
Cherbourg	Petites	204	0,913 ± 0,028	- 0,422 ± 0,155
"	Grosses	225	1,009 ± 0,112	- 0,973 ± 0,215
Quihot	Petites	512	1,020 ± 0,021	- 1,141 ± 0,113
"	Grosses	1052	1,174 ± 0,012	- 2,008 ± 0,073
Arromanches	Petites	141	1,025 ± 0,015	- 1,160 ± 0,079
"	Grosses	303	1,014 ± 0,117	- 1,086 ± 0,215
La Roque	Petites	83	1,199 ± 0,039	- 1,861 ± 0,193
Mignon	"			
"	Grosses	189	0,986 ± 0,034	- 0,737 ± 0,192
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				
Station		Nombre	Epaisseur/longueur	
			α	b
Cherbourg	-	80	0,976 ± 0,049	- 0,755 ± 0,292
Tamaris	Petites	57	0,948 ± 0,015	- 0,782 ± 0,081
"	Grosses	169	0,979 ± 0,059	- 0,871 ± 0,364

Les comparaisons selon la technique de REEVE, montrent que pour la station de Cherbourg, les deux formes ne peuvent pas être séparées d'une façon significative sur l'examen de leur épais-

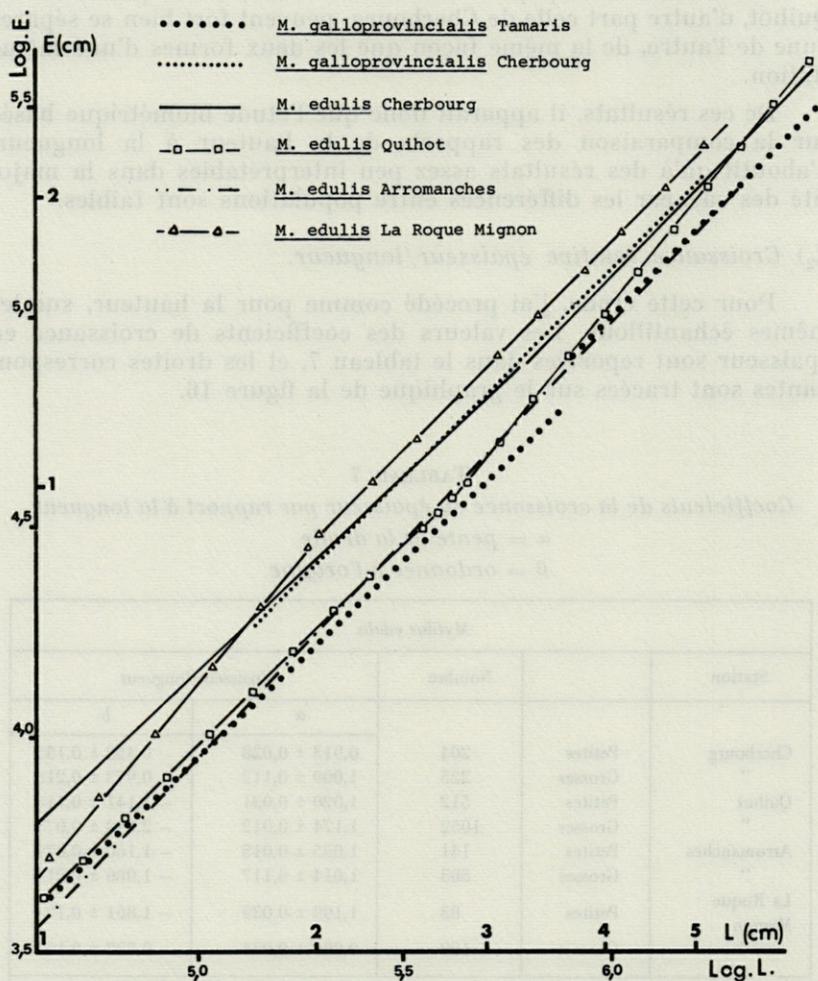


FIG. 16. — Croissance en épaisseur E, par rapport à la longueur L, dans différentes stations.

seur en relation avec leur longueur. Par contre, d'une station à l'autre, comme par exemple entre le Quihot et Cherbourg, les populations peuvent être séparées d'une manière significative.

D. CONCLUSIONS RELATIVES A L'ÉTUDE DE LA CROISSANCE.

D₁) Relation avec le plancton.

Bien que n'ayant pas pratiqué l'étude du plancton dans la région de Luc-sur-Mer, j'ai essayé de montrer la relation existant entre la quantité de plancton et la croissance des Moules.

LAFON et aut. (1955) ont établi une courbe de l'azote planctonique total pendant une période de trois années consécutives (1951-1953).

J'ai calculé l'accroissement mensuel moyen pour une population naturelle venant du gisement du Quihot sur plus d'un an.

Les deux courbes sont reportées sur la figure 17. Nous pouvons constater la similitude entre l'accroissement mensuel et la quantité d'azote planctonique total. Ceci semble d'ailleurs très normal étant donné le régime alimentaire des Moules.

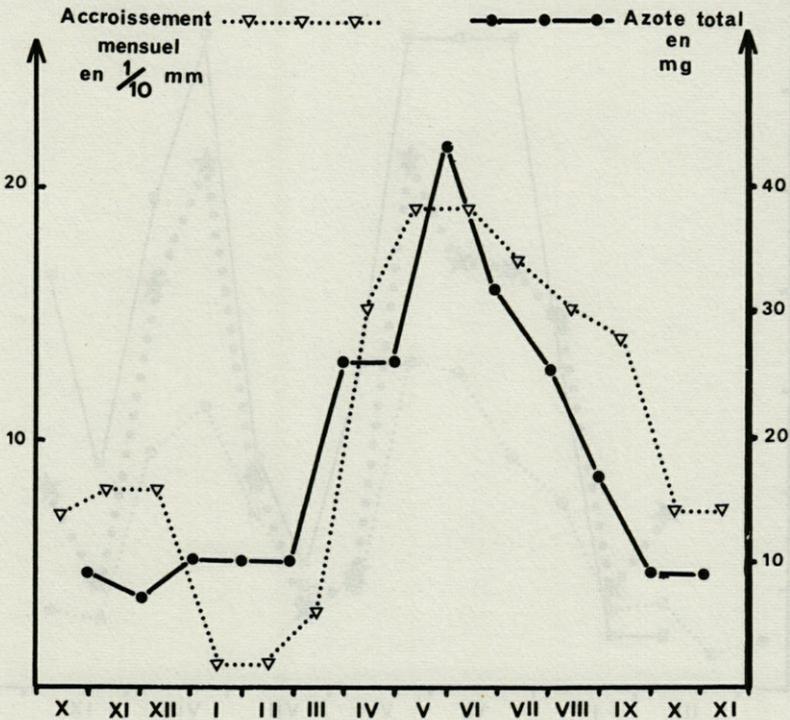


FIG. 17. — Relations entre l'accroissement moyen mensuel en longueur pour la population totale du Quihot et la quantité d'azote planctonique total.

Si nous étudions la croissance avec plus de précision il est alors possible de mettre en évidence des facteurs qui peuvent intervenir en modifiant sensiblement la croissance.

D₂) La température.

En comparant la courbe d'accroissement mensuel moyen (fig. 17) à la courbe de la température de l'eau (fig. 3) nous pouvons constater que la croissance semble ne pas être influencée par la température, puisque les accroissements les plus importants sont situés durant la phase de réchauffement de l'eau. Les deux courbes

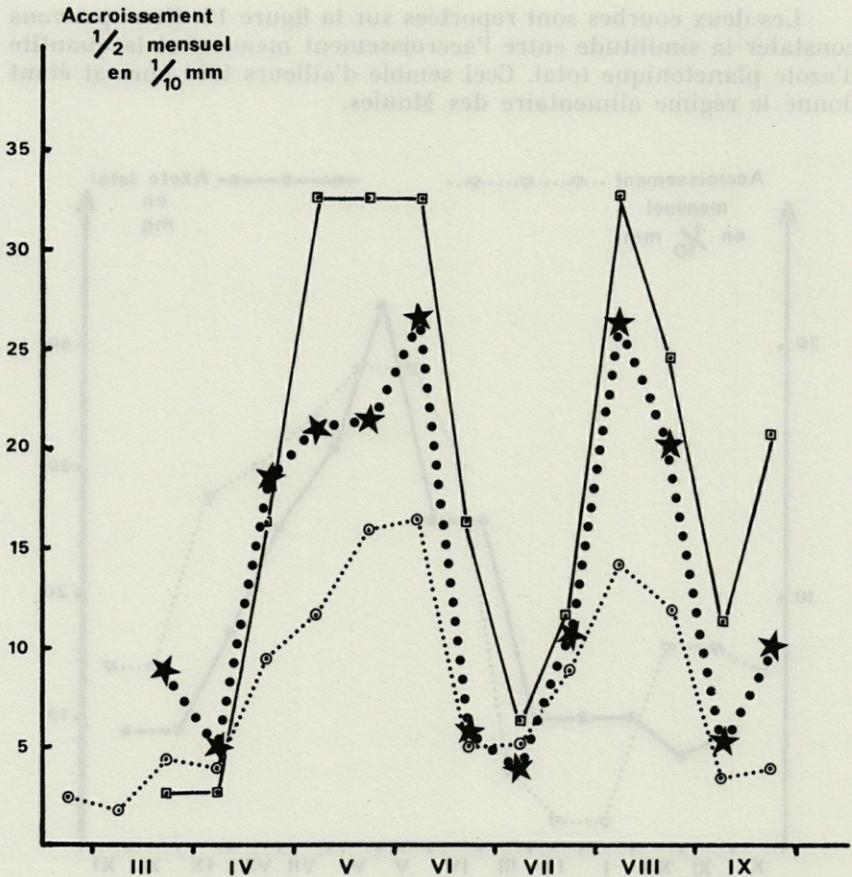


FIG. 18. — Accroissement individuel semi-mensuel pour 3 individus marqués au cours de l'année 1968.

évoluent indépendamment l'une de l'autre. La température ne paraît agir qu'indirectement par l'intermédiaire du plancton.

Cependant, en calculant l'accroissement des Moules pour des périodes de 15 jours environ, par l'examen des stries de vives eaux en particulier, il apparaît alors que la température agit sur la croissance, dans certaines conditions. Lors de la période de vive eau dont le maximum s'est situé le 12 juin 1968, la température a été extrêmement forte et à cette date, la courbe des accroissements subit une chute très importante (fig. 18). Cette chute est suivie d'une remontée lente de l'accroissement jusqu'à des valeurs normales environ un mois et demi après. Les Moules ont donc subi une très forte modification de leur métabolisme sous l'action de cette élévation de température. Cette période se marque sur les coquilles par la présence d'une strie très comparable par sa forme à celle des mois d'hiver, où la croissance est très réduite, sans doute sous l'influence du ralentissement métabolique dû à la baisse de température et à la diminution du plancton.

D₃) *La durée d'émersion.*

La durée d'émersion intervient directement sur le temps de filtration journalier des Moules. Pour des animaux toujours immergés, le temps de filtration est de l'ordre de 18 à 24 heures par jour (LOOSANOFF, 1942).

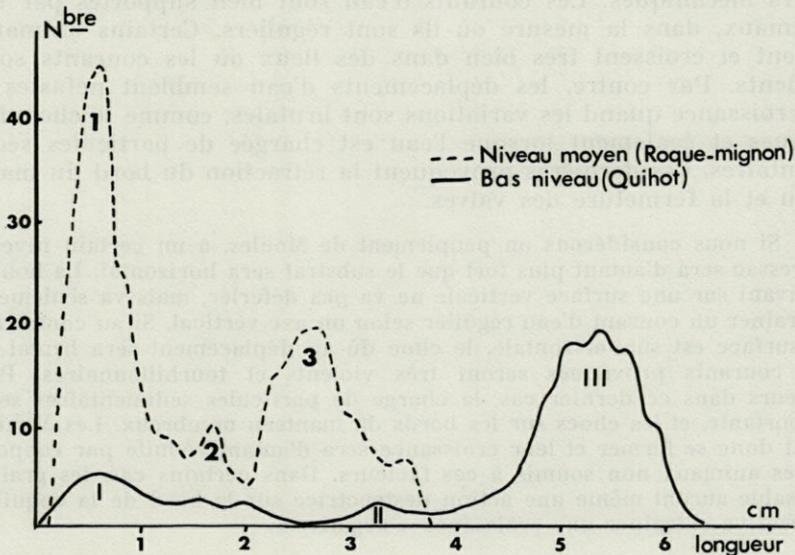


FIG. 19. — Polygones de fréquence des longueurs en fonction du niveau à Luc-sur-Mer.

Les émerisions vont donc diminuer la quantité d'aliments filtrés et agir sur la croissance par l'intermédiaire du métabolisme.

La durée d'émerision est en relation directe avec le niveau de la population sur l'estran et l'on comprend pourquoi les Moules des hauts niveaux restent plus petites que celles des bas niveaux, dans des conditions voisines par ailleurs. D'autres facteurs agissent dans le même sens dans les niveaux élevés.

La comparaison des polygones de fréquence des longueurs, établis pour deux populations de niveau différent, montre immédiatement ce phénomène. Une population de bas niveau (Quihot) et une de haut niveau (La Roque Mignon) ont été comparées et les résultats sont reportés sur la figure 19. Les classes d'âge, déterminées d'après les stries ont été reportées pour les deux stations.

L'émerision agit également par l'intermédiaire des variations importantes de facteurs tels que la température qui entraînent des modifications profondes du métabolisme. C'est le cas en particulier étudié plus haut, des fortes chaleurs de juin 1968. Les niveaux les plus exposés à ce type d'action sont les niveaux les plus hauts, restant hors de l'eau des temps prolongés.

D₄) *Facteurs mécaniques.*

La croissance des Moules est liée également à l'action de facteurs mécaniques. Les courants d'eau sont bien supportés par les animaux, dans la mesure où ils sont réguliers. Certains animaux vivent et croissent très bien dans des lieux où les courants sont violents. Par contre, les déplacements d'eau semblent néfastes à la croissance quand les variations sont brutales, comme le choc des vagues et également lorsque l'eau est chargée de particules sédimentaires. Ces dernières provoquent la rétraction du bord du manteau et la fermeture des valves.

Si nous considérons un peuplement de Moules, à un certain niveau le ressac sera d'autant plus fort que le substrat sera horizontal. La houle, arrivant sur une surface verticale ne va pas déferler, mais va seulement entraîner un courant d'eau régulier selon un axe vertical. Si au contraire, la surface est subhorizontale, le choc dû au déplacement sera brutal et les courants provoqués seront très violents et tourbillonnaires. Par ailleurs dans ce dernier cas, la charge de particules sédimentaires sera importante, et les chocs sur les bords du manteau nombreux. Les Moules vont donc se fermer et leur croissance sera d'autant réduite par rapport à des animaux non soumis à ces facteurs. Dans certains cas, les grains de sable auront même une action destructrice sur le bord de la coquille et ceci va entraîner une croissance « négative ».

Le courant régulier, avec une eau peu chargée en particules ne paraît pas être un facteur limitant la croissance. En effet, cer-

taines populations sont établies sur des bouées, ou sur des bouchots, dans des zones de courants violents, atteignant plusieurs nœuds et la croissance observée pour ces animaux est parmi les plus fortes pouvant être observées. Il semble donc bien que le courant n'intervient comme facteur limitant que lorsque la charge en particules sédimentaires est élevée.

D₅) *Influence du milieu sur la forme.*

Lorsque l'on observe des animaux en provenance de milieux différents, on constate que la forme générale des coquilles varie. La forme normale des Moules me paraît être celle des individus que l'on trouve soit sur des corps flottants, soit sur des supports éloignés du fond, tels que bouchots ou surplombs rocheux. Cette forme est celle des Moules d'Arromanches ou encore de certaines zones de la Pointe de Saire. Si, sur les courbes de la hauteur (fig. 15) et de l'épaisseur (fig. 16) en fonction de la longueur, on compare ces animaux typiques avec ceux des autres stations, on constate que la hauteur pour une longueur donnée est d'autant plus forte que le milieu est plus abrité et que la houle est moins prononcée. La Rade de Cherbourg est très abritée, les pontons d'Arromanches moyennement et les stations de Luc-sur-Mer sont les plus battues. Cependant, entre les deux stations la hauteur est moindre aux bas niveaux que dans les zones plus hautes, ceci étant sans doute lié directement à la quantité de particules déplacées par l'eau.

L'épaisseur est d'autant plus importante que la croissance en longueur est moindre. Les stations pour lesquelles des facteurs agissent sur l'allongement des Moules, seront donc caractérisées par une épaisseur forte. Ainsi, sur les courbes de l'épaisseur en fonction de la longueur, on constate que les Moules des hauts niveaux donc ceux les moins favorables à une bonne alimentation, et à une croissance normale en longueur ont une épaisseur d'autant plus forte que le niveau est élevé.

De très nombreux facteurs externes agissent sur la croissance et pour l'instant il est difficile de dire avec certitude que tel facteur va provoquer telle modification de forme. La densité a été envisagée comme facteur actif sur la forme. Je pense qu'il ne faut l'envisager que comme un facteur relativement secondaire et que son influence réelle est difficile à mettre en évidence, car elle est souvent cachée par celle de facteurs mécaniques.

D₆) *Hypothèses relatives à la rupture de pente.*

Sur les courbes de croissance relative, une rupture de pente des droites est visible dans tous les cas. La signification de ce phénomène ne paraît pas devoir être reliée à une modification du

métabolisme ou de la physiologie des Moules. En effet, pour un gisement donné, tel que le Quihot, la longueur correspondant à cette rupture de pente varie en fonction du mode de prélèvement de l'échantillon. Pour l'ensemble de la moulière du Quihot cette longueur est de 3,3 cm alors qu'elle n'est que de 2 cm dans le cas de la seule station n° 3. Les polygones de fréquence des longueurs (fig. 6) montrent clairement la différence de composition des deux échantillons.

L'échantillon correspondant à l'ensemble du Quihot est constitué par plusieurs générations d'animaux mélangées selon une certaine proportion. Celui de la station n° 3 n'est au contraire constitué que par une seule génération. Chaque génération de Moules possède une croissance caractéristique puisque chaque année, elle aura eu une taille initiale donnée au début de la période de croissance et cette taille va influencer l'accroissement correspondant à cette période. D'autre part, les conditions écologiques ne sont pas les mêmes chaque année, donc l'accroissement d'une année par rapport à l'autre ne sera pas identique, même si la taille initiale est la même.

Lorsque l'échantillon étudié sera composé de plusieurs générations, la courbe de croissance obtenue sera donc la somme de plusieurs courbes propres à chaque génération. Les différences observées seront donc en fonction du pourcentage de chaque génération dans la population. Cependant, il faut noter que dans pratiquement tous les cas, les ruptures de pente observées tendent à rapprocher les valeurs de l'épaisseur et de la hauteur. Ceci a pour conséquence l'apparition de Moules ayant une section presque cylindrique. Ce phénomène semble très général car SEED (1968) signale ces formes dans des populations de *M. edulis* sur les côtes anglaises.

D₇) Problème des deux espèces de Moules.

Dans une des stations prospectées, les deux espèces de Moules, *M. edulis* et *M. galloprovincialis*, existaient. Je les ai séparées selon des critères de coloration du manteau en particulier. L'examen des courbes de croissance relative montre que la séparation peut se faire sur des critères biométriques, dans le seul cas des stations où les deux formes existent. Les tests de comparaison établis par REEVE (1940) sont positifs pour le rapport hauteur/longueur et négatif pour celui de l'épaisseur/longueur, dans le cas de la population de Cherbourg. Ces mêmes résultats ont été obtenus par LUBET (1959) dans la région d'Arcachon.

Cependant, ces tests faits pour *M. edulis* d'Arromanches et *M. galloprovincialis* de Tamaris ne permettent pas de séparer les deux populations. Dans le cas de la comparaison de *M. galloprovin-*

cialis de Cherbourg et de Tamaris, les tests sont positifs permettant donc d'affirmer que les lots sont différents.

La seule étude des trois dimensions de la coquille ne permet pas de séparer les deux espèces sauf dans le cas d'une station où elles coexistent. Pour faire la diagnose de ces animaux il faut donc utiliser des caractères autres, tels que la coloration du manteau essentiellement associée avec celle de la coquille ainsi qu'avec la grosseur du muscle adducteur antérieur (plus petit chez *M. galloprovincialis*), ou encore un certain nombre de caractères morphologiques.

RÉSUMÉ

L'étude des moulières des côtes normandes de la Manche a permis de constater que leur renouvellement se produit à partir des jeunes en majeure partie. Il y a deux périodes principales d'émission dans l'année, suivies de plusieurs autres de moindre importance. La période de ponte s'étale de décembre à juin. Les larves se fixent en deux temps, d'abord sur des substrats filamenteux (Algues ou Hydrires) puis une migration active les entraîne vers les lieux de croissance où elles se fixent. Leur présence modifie profondément le substrat. Le jeune naissant est très sensible à la lumière jusqu'à une longueur de 1 à 2 cm.

La croissance des Moules suit directement la quantité de plancton et sera limitée par tous les facteurs susceptibles de diminuer la quantité d'aliments prélevés. Parmi ces facteurs, le temps d'émersion, donc le niveau du peuplement, est important ainsi que la charge de l'eau en particules sableuses, associée à un courant ou au ressac. Ce dernier facteur entraîne des différences de formes de la coquille.

Toutes les moulières étudiées dans ce travail sont constituées par l'espèce *Mytilus edulis* L., sauf Cherbourg où existe également l'espèce *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Ces deux espèces, dans une station où elles coexistent, peuvent se séparer d'après l'étude de la hauteur par rapport à la longueur. Ce critère n'est pas suffisant pour le cas de stations différentes. L'exploitation intensive des gisements naturels est préjudiciable à une bonne continuité des stocks. Cette exploitation modifie profondément la nature du substrat qui devient ainsi défavorable à la fixation des jeunes animaux.

SUMMARY

While studying the mussel-beds on the shores of Normandy, we could observe that their restocking is mostly achieved by young individuals. There are two principal shedding periods in the year followed by less important ones. They spread from December to June. The settling of the larvae proceeds in two stages : first they fix upon filamentous substrata such as sea-weeds or hydrozoa; then they actively migrate towards the places where they will settle and grow. Their presence greatly changes the bottom. The young spat is very sensitive to light before it reaches 1-2 cm.

The growth rate of the young mussels is directly related to the available quantity of plankton and will be therefore limited by any factor capable of decreasing the mass of captured food. Among those factors, the duration of the tidal emersion and therefore the level of the settlement is important as well as the load of sandy particles in the sea water, in relation to a stream or the tossing of the surf. The latter factor will cause alterations in the shape of the shells.

All the mussel beds studied here are made up with individuals of *Mytilus edulis* L. except at Cherbourg where the species *Mytilus galloprovincialis* Lmk. can be found. The two species, in the stations where they co-exist, can be differentiated by means of the biometric ratio height/length. This diagnosis is not sufficient when comparing individuals from different populations.

The intensive exploitation of the natural beds runs against the continuity of the stock, for it deeply alters the nature of the substratum which thus becomes unfavorable to the settlement of the young spat.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen über die Muschelbänke der Normandieküste (La Manche) ergaben, dass ihre Erneuerung zum grössten Teil von jungen Individuen ausgeht. Pro Jahr lassen sich zwei Hauptverbreitungsperioden feststellen, die von mehreren andern, weniger wichtigen begleitet sind. Die Eiablage vollzieht sich zwischen Dezember und Juni. Die Larven setzen sich in zwei Etappen fest : zuerst setzen sie sich auf filamentösem Substrat fest (Algen oder

Hydrozoen); dann wandern sie aktiv zu den Plätzen, wo sie sich definitiv festsetzen und wachsen. Ihre Gegenwart verändert grundlegend das Substrat. Bis zu einer Länge von 1-2 cm ist die Larve sehr lichtempfindlich.

Das Wachstum der Muscheln ist direkt proportional der Quantität des zur Verfügung stehenden Plankton und demzufolge all jenen Faktoren unterworfen, die diese Nahrungsquelle vermindern. Unter diesen Faktoren sind von Bedeutung sowohl die Dauer der Gezeiten und damit die Höhe der Besetzung als auch die Dichte der Sandpartikel im Wasser in Beziehung zu einer Strömung oder der Brandung. Letztere bedingt Veränderungen der Schalenform.

Alle in dieser Arbeit untersuchten Muschelbänke sind aufgebaut mit *Mytilus edulis* L., mit Ausnahme jener von Cherbourg, wo auch *Mytilus galloprovincialis* Lam. vorkommt. Diese zwei Arten lassen sich dort, wo sie nebeneinander vorkommen durch das biometrische Verhältnis Höhe/Länge unterscheiden. Beim Vergleich verschiedener Populationen ist dieses Kriterium jedoch ungenügend.

Die intensive Nutzung der natürlichen Vorkommen wirkt hemmend auf die Kontinuität der Muschelbestände, da eine solche Nutzung das Substrat grundlegend verändert und für das Festsetzen der Jungtiere ungünstig wird.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNAUD, P., 1966. Croissance comparée de *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) des étangs de Thau et de Salses-Leucate. *Rev. Trav. Inst. (scient. tech.) pêch. marit.*, 30 (4) : 357-364.
- BAYNE, B. L., 1964 a. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. *J. Anim. Ecol.*, 33 : 513-523.
- BAYNE, B. L., 1964 b. The responses of the larvae of *Mytilus edulis* L. to light and to gravity. *Oikos*, 15 (1) : 162-174.
- BAYNE, B. L., 1965. Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* L. *Ophelia*, 2 (1) : 1-47.
- BAIRD, R. H., 1966. Factors affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Fish. Invest. Lond.*, 25 (2) : 1-33.
- BOURCART, C., P. LUBET et H. RANC, 1965. Cycle sexuel et évolution des réserves chez *Mytilus galloprovincialis* Link. (Moll. Bivalve). *Rapp. P.-V., Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 18 : 1-24.
- BRENKO, Hrs. et E. BOZIC., 1967. Influence du parasite *Mytilicola intestinalis* Steuer sur les Moules. *Deb. Cons. gen. pêches Médit.* 8 : 179-183.

- CHIPPERFIELD, P.N.J., 1953. Observations on the breeding and the settlement of *Mytilus edulis* L. in the British waters. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **32** (2) : 449-476.
- COSTANZO, G., 1964. Ciclo biologico reproductivo de *Mytilus galloprovincialis* Lmk del lago di Ganzirri (Messina). *Atti. Soc. pelorit. Sci. fis. mat. nat.*, **10** : 537-543.
- CRISP, D.J., 1965. Surface chemistry a factor in the settlement of marine invertebrate larvae. *Bot. Gothoburg.*, **3** : 51-65.
- CRISP, D.J., 1967. Chemical factors inducing settlement in *Crassostrea virginica* Gmelin. *J. Anim. Ecol.*, **36** : 329-335.
- DARWIN, C., 1854. A monograph on the sub class *Cirripedia*, 2. Ray Society, London.
- FRAGA, F., 1959. Relacion entre peso, talla y composicion quimica en el mejillon (*Mytilus edulis*) de la ria de Vigo. *Investigacion pesq.*, **14** : 25-32.
- GENOVESE, S., 1959. Sull' accrescimento di *Mytilus galloprovincialis* Lamarck. *Atti. Soc. pelorit. Sci. fis. mat. nat.*, **5** (27) : 27-45.
- GOMOIU, M.T., 1968. Comparative biometrical data of *Mytilus galloprovincialis* Lam. from the shore and the deep of the black sea. *Rev. roumaine Biol. Ser. zool.*, **13** : 161-168.
- CRAIG, G.Y. et A. HALLAM, 1963. Size frequency and growth ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule* and their palaeoecological significance. *Mém. Soc. géol. Fr. Paléont.*, **6** : 731-750.
- GUÉRIN, M.J., 1906. Notes préliminaires sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France : le golfe du Calvados. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **67** : 1-32.
- HARGER, J.R.E., 1968. The role of behavioral traits in influencing the distribution of two species of sea mussel. *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus*. *Veliger* **11**, **1** : 45-49.
- HOUSE, M.R. et G.E. FARROW, 1968. Daily growth banding in the shell of the cockle *Cardium edule*. *Nature*, **219** (5161) : 1384-1386.
- HUARD, A. et N. DEMEUSY, 1968. Contributions à l'étude de la biologie de *Pinnotheres pisum* (Pennant). *Archs Zool. exp. gén. Paris*, **109** (3) : 401-444.
- JOUBIN, L., 1911. Etude sur les gisements de coquilles comestibles des côtes de France. La presqu'île du Cotentin. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **213** : 1-13.
- LAFON, M., M. DURCHON et Y. SAUDRAY, 1955. Recherches sur les cycles saisonniers du plancton. *Annls Inst. océanogr. Monaco*, **31** (3) : 125-230.
- LAMOTTE, M., 1962. Initiation aux méthodes des statistiques en biologie. Masson et C^{ie}, édit.
- LARSONNEUR, C., 1968. Carte sédimentologique des côtes de France au 1/100 000. Feuille de Saint-Vaast la Hougue.

- LIST, T., 1902. Die Mytiliden des golfes von Neapel und der Angrenzen den Meeres - Abschnitte. Flora und Fauna des golfes von Neapel, 1902.
- LOOSANOFF, V.L., 1942. Shell movements of the edible mussel *Mytilus edulis* L., in relation to temperature. *Ecology*, 23 : 231-234.
- LUBET, P., 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et Pectinidés (Moll. Lamellibranches). *Revue Trav. Inst. (Scient. tech.) Pêch. marit.*, 23 : 387-548.
- LUBET, P. et P. LE GALL, 1967. Observations sur le cycle sexuel de *Mytilus edulis* L. à Luc-sur-Mer. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 10 (8) : 303-307.
- LUNETTA, J., 1966. Cycle sexuel de *Mytilus perna* Von Ihering dans la région de Santos (Brésil). Thèse de Doc. filosofia, Sao Paulo.
- MARS, P., 1961. Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. Thèse Doct. Sci. nat., Paris.
- MEDCOF, J.C., 1961, Oyster farming in the Maritimes. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 131.
- MILLAR, R.H., 1968. Growth lines in the larvae and adults of Bivalve Molluscs. *Nature*, 217 (5129) : 683.
- REEVE, E.C.R., 1940. Relative growth in the snout of Anteaters. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 110 A : 47-80.
- RAIMBAULT, R., 1966. Reproduction et stade planctoniques des Mollusques in « Eléments de planctologie appliquée » publiée sous la direction de M.L. FURNESTIN. *Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, 30 (2-3) : 224-275.
- RICCI, E., 1957. Contribution à la biométrie, à la biologie et à la physico-chimie de la moule commune (*Mytilus galloprovincialis* Lmk). *Annals Statn océanogr. Salammbô*, 21 : 5-157.
- SAUDRAY, Y. et A. DEROUET, 1961. Etude bionomique des milieux maritimes de la région de Luc-sur-Mer. II. Le Quehot, un rocher des bas niveaux à Luc-sur-Mer. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 10 (2) : 276-292.
- SAVAGE, R.E., 1956. The great spatfall of mussel (*Mytilus edulis*) in the river Conway estuary in spring 1940. *Fishery Invest. Lond.*, sér. II, 20 (7).
- SEED, R., 1968. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 48 : 561-584.
- SULLIVAN, C.M., 1948. Bivalves larvae of malpeque bay P.E.I. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 77 : 1-36.
- TAMMES, P.M.L. et A.D.G. DRAL, 1956. Observations on the straining of suspensions by mussels. *Archs neerl. Zool.*, 11 : 87-112.
- TEISSIER, G., 1934. Dysharmonies et discontinuités dans la croissance. *Actual. scient. indust.*, 95, Exp. de Biom. et de statist. biol.
- TEISSIER, G., 1935b. Les procédés d'étude de la croissance relative. Signification de la loi de dysharmonie. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 60 : 292-307.

- TEISSIER, G., 1936c. Les lois quantitatives de la croissance. *Annls Physiol. Physicochim. biol.*, 12 : 527-537.
- THORSON, P., 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. *Meddr Kommn Havunders.*, 4, 1-523.
- VERWEY, J., 1952. On the ecology of distribution of cockle and mussel in the dutch Wadden Sea. Their role in sedimentation and the source of their food supply. With a short review of feeding behaviour in bivalve molluscs. *Archs neerl. Zool.*, 107 : 171-239.

Reçu le 9 février 1970.

**LES PEUPELEMENTS SESSILES
DES FONDS ROCHEUX
DE LA RÉGION DE BANYULS-SUR-MER :
ASCIDIÉS - BRYOZOAIRES ⁽¹⁾**

(Première partie)

par Aline MÉDIONI

Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Dans la présente publication, l'auteur expose la première partie d'une étude des peuplements d'Ascidiés et de Bryozoaires des fonds rocheux littoraux de Banyuls-sur-Mer.

Dans les trois zones définies, les peuplements se répartissent en deux groupes : les peuplements « superficiels » composés d'espèces qui dépassent 20 m et les peuplements « profonds » dont les espèces ne remontent pas au-dessus de 20 m.

Les grottes superficielles, les épibioses secondaires et tertiaires sont considérées comme des cas particuliers.

Une évolution de ces peuplements est observée dans le temps et dans l'espace. Les périodes de reproduction sont bien définies, et se manifestent surtout entre mai et septembre.

(1) Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour l'obtention du grade de Docteur de 3^e cycle (mention Océanographie Biologique) le 6 décembre 1968 (partie écologique).

Ce travail a été mené parallèlement à une étude équivalente de M^{lle} BOURY-ESNAULT sur les Spongiaires.

INTRODUCTION	592
1. Historique	592
2. Méthode et Techniques d'étude	595
3. Choix des stations	598
CHAPITRE I : Description d'ensemble et comparaison des stations	602
CHAPITRE II : Répartition bathymétrique des Ascidiés et des Bryozoaires	616
CHAPITRE III : Analyse des parois	619
Cas particuliers des grottes superficielles	635
Remarques sur les épibioses secondaires et tertiaires	636
CHAPITRE IV : Evolution des populations	639
CHAPITRE V : Remarques sur les périodes de reproduction sexuée	645
RÉSUMÉ, SUMMARY, ZUSAMMENFASSUNG	651
BIBLIOGRAPHIE	652

INTRODUCTION

Parmi la faune sessile du benthos rocheux littoral, les Ascidiés et les Bryozoaires constituent deux groupes assez diversifiés.

Dans la région de Banyuls-sur-Mer, les Bryozoaires sont importants, d'une part par le nombre élevé d'espèces (117) et d'autre part par leur vaste distribution dans les biotopes les plus variés.

Les Ascidiés, dont le rôle est moins apparent dans l'ensemble de la faune sessile, peuvent localement contribuer à l'aspect physiologique des parois.

Ces deux groupes ont fait l'objet de nombreux travaux systématiques, mais les données biologiques et écologiques sont rares en Méditerranée.

1. HISTORIQUE

Bryozoaires

Après les premières notes systématiques de CALVET (1902 a, b, 1927 a, b, 1928) et WATERS (1879, 1897, 1899, 1910, 1922, 1925) donnant des renseignements sur la répartition géographique et bathymétrique des Bryozoaires, CANU et BASSLER (1925, 1928, 1930) publient de nombreuses notes sur la biologie de ce groupe.

GAUTIER (1962), dans un travail d'ensemble sur les Bryozoaires Chilostomes de Méditerranée occidentale, effectue un inventaire métho-

dique de 22 espèces; il précise la profondeur et la nature du fond propres à chaque espèce, la période de maturité sexuelle (quand elle a pu être observée), la répartition méditerranéenne et d'une façon sommaire, la répartition mondiale et stratigraphique.

Dans une analyse biogéographique, l'auteur signale 62 espèces endémiques méditerranéennes, 47 espèces tempérées boréales, 31 espèces à très large répartition, 19 espèces des mers circumtropicales, 12 espèces de l'Atlantique tempéré chaud, 3 espèces indopacifiques. Dans une partie écologique, l'incidence des facteurs abiotiques (température, salinité, profondeur, nature du substrat, éclaircissement, hydrodynamisme) sur la répartition des espèces a été étudiée. D'après cet auteur, les facteurs prépondérants seraient la température, la nature du fond et l'hydrodynamisme. La richesse en Bryozoaires de la Méditerranée serait due à ses conditions thermiques moyennes.

FEY (1967), dans le cadre d'une étude faunistique générale de la zone rocheuse littorale (0-40 m) de l'archipel de Glénan étudie la répartition des Bryozoaires d'après des relevés effectués en plongée; la liste systématique comporte 110 espèces. D'un point de vue écologique, 5 horizons ont été distingués; dans chacun d'eux le peuplement des parois rocheuses a été analysé en fonction de la profondeur, de l'inclinaison et de la proximité du sédiment, facteurs considérés comme prépondérants. L'auteur distingue deux ensembles faunistiques: l'un porté par les surfaces horizontales, subhorizontales et horizontales ombragées, l'autre par les parois verticales, subverticales, moyennement et fortement surplombantes. La différence entre les deux catégories s'atténue dans l'horizon à *Axinellidae*.

Pour la région de Banyuls, on peut trouver des listes de Bryozoaires dans quelques travaux bionomiques.

PRUVOT (1895), dans une étude d'ensemble des fonds de la région de Banyuls, cite 12 espèces de Bryozoaires, particulièrement dans l'horizon inférieur de la zone littorale (correspondant aux formations coralligènes).

KERNEIS (1960) indique pour le peuplement de l'herbier à Posidonies, 23 espèces. Elle donne un tableau de leur présence au cours de l'année en notant leur localisation sur les rhizomes ou les feuilles.

RÉDIER (1962) publie une liste de 12 espèces récoltées par dragage ou chalutage sur les fonds rocheux, coralligènes, ou dans les herbiers, entre le cap Béar et Banyuls.

GAUTIER (1962) signale dans son travail 35 espèces de Bryozoaires récoltés par dragages sur les différents fonds de cette région, cependant aucune station n'est précisée.

LAUBIER (1966) recense 67 Bryozoaires provenant des fonds coralligènes des caps Oullestreil et l'Abeille et donne pour chaque espèce une expression qualitative de l'abondance et le microhabitat. Les espèces sont classées suivant leur signification écologique; il distingue ainsi des espèces caractéristiques exclusives de la biocénose coralligène, caractéristiques préférantes de la biocénose coralligène, préférantes des substrat durs photophiles, préférantes des substrats meubles de vase, de sable et de graviers, ubiquistes ou sans signification écologique.

Ascidies

PÉRÈS (1958b), à la suite de nombreuses investigations, établit une liste générale de 130 espèces et conclut sur l'origine et les affinités du peuplement en Ascidies de la Méditerranée. Il classe les espèces en 8 catégories d'après leur biogéographie :

— 50 % des espèces sont endémiques : 27 espèces pour l'ensemble de la Méditerranée, 27 espèces du bassin occidental et 11 espèces du bassin oriental.

— 32,3 % des espèces sont atlanto-méditerranéennes (espèces communes à la Méditerranée et à l'Atlantique nord oriental tempéré). Ce groupe représente un élément important du peuplement ascidiologique de la Méditerranée et comporte 42 espèces dont 26 sont localisées au bassin occidental.

— 5,35 % représentent des espèces cosmopolites.

— 5,35 % des espèces sont circumtropicales : sur 7 espèces, une seule (*Cystodytes dellechiajei*) est largement répandue dans l'ensemble de la Méditerranée.

— 3,8 % des espèces sont sénégalienne (5 espèces connues des côtes ouest-africaines).

— 1,6 % sont des espèces arctiques : les 2 espèces sont représentées par des variétés (*Aplidium lacteum* Huitfeldt var. *mortolaense* Brément et *Heterostigma separ* Arnback var. *mediterraneum*).

— 0,8 % sont paléoméditerranéennes (une seule espèce : *Amaroucium profundum* Sluiter).

— 0,8 % sont immigrées de la Mer Rouge (une seule espèce : *Herdmania momus*).

C. MONNIOT (1965) dans le cadre d'une étude de la famille des *Pyuridae*, étudie l'influence de certains facteurs (température, salinité, profondeur, lumière, turbulence, turbidité, substrat, phénomène d'attrance intra-spécifique) et les exigences de cette famille. Il conclut à la prépondérance des facteurs d'éclairement, nature et étendue du substrat et proximité du sédiment dans la répartition des espèces.

LAFARGUE (1967), après deux années de prospection en scaphandre autonome dans la zone rocheuse infralittorale et circalittorale de l'archipel de Glénan, publie un important travail sur la répartition des Ascidies dans cette zone et plus particulièrement de la famille des *Didemnidae*. La liste systématique comporte cinquante espèces dont quinze *Didemnidae*. Elle distingue cinq horizons et dans chacun d'eux, des groupements liés à la profondeur et à l'inclinaison des parois. Elle note, d'une part l'importance de la proximité du sédiment pour les Ascidies simples et les *Polyclinidae*, d'autre part l'influence de la consistance du substrat et de l'éclairement dans la répartition des espèces.

Dans la région de Banyuls, la première liste systématique a été donnée par LAHILLE (1887).

HARANT (1930), établit une liste totalisant 40 espèces récoltées dans différents fonds, aussi bien sédimentaires que rocheux.

KERNEÏS (1960) signale six espèces dans l'herbier de Posidonies.

MONNIOT (1961) a effectué une étude sur les fonds à Ascidies et plus particulièrement sur le genre *Microcosmus*. La première partie de ce travail est consacrée à une révision systématique du genre, la seconde aux problèmes écologiques. Il précise la localisation des Microcosmes en fonction des facteurs abiotiques (éclairage, profondeur, nature et étendue du sédiment, turbulence et turbidité).

LAUBIER (1966) a recensé 21 espèces pour les fonds coralligènes du cap Oullestreil et du cap l'Abeille. Il donne pour chacune d'eiles une expression qualitative de l'abondance, des renseignements sur le microhabitat et sur la signification écologique.

Ce groupe est très peu étudié actuellement en Méditerranée.

Aucun travail écologique d'ensemble n'a été effectué dans la région de Banyuls-sur-Mer sur les Ascidies et Bryozoaires. Nous avons abordé leur étude dans le cadre d'un travail écologique et systématique des peuplements des substrats rocheux de cette région. Nous présentons ici les résultats obtenus au cours de deux années d'études (1).

Des listes faunistiques ont été établies : cinquante espèces d'Ascidies ont été inventoriées, quatre sont nouvelles pour la science (*Eudistoma magnum*, *Didemnum posidoniae*, *Didemnum pseudofulgens*, *Amaroucium gelatinosum*), neuf pour la Méditerranée et vingt pour Banyuls; quelques redescriptions ont été nécessaires pour combler certaines lacunes dans la systématique de ce groupe. Les Bryozoaires se sont révélés très riches en espèces : nous en avons ainsi recensé 117 dont 56 non signalées à Banyuls. Du point de vue écologique, nous avons étudié leur répartition en fonction de la profondeur, de l'orientation et de l'inclinaison des parois rocheuses. Il nous a paru intéressant également de noter les variations de populations que nous avons pu observer au cours des deux années d'étude, ainsi que de préciser les périodes de reproduction des différentes espèces. Nous avons dû limiter notre travail à une étude qualitative; nous ferons cependant part d'un essai quantitatif réalisé sur six mois.

2. MÉTHODE ET TECHNIQUES D'ÉTUDE

La prospection des fonds rocheux entre 0 et 40 m a été faite en plongée à l'aide d'un scaphandre autonome. Cent cinquante

(1) Que le professeur P. DRACH qui a bien voulu diriger ce travail soit assuré de ma respectueuse reconnaissance.

Je remercie le professeur P. BOUGIS pour ses conseils.

Il m'est agréable de témoigner toute ma gratitude à Monsieur et Madame MONNIOT qui m'ont initié à la systématique des Ascidies et à Monsieur LAUBIER pour son aide amicale lors de la rédaction de ce manuscrit.

plongées ont permis d'effectuer 154 relevés pour les Ascidies et 164 relevés pour les Bryozoaires.

La discontinuité de structure des peuplements entre deux surfaces adjacentes mais d'inclinaison ou d'orientation différentes, impose dans l'étude des fonds rocheux une méthode analytique de récolte et d'inventaire. Nous avons donc été amenée pour l'étude de la répartition des espèces à utiliser la méthode analytique des surfaces élémentaires (DRACH, 1948 a, b, 1959).

Une surface élémentaire est une surface rocheuse d'orientation et d'inclinaison déterminées mais dont les dimensions ne sont pas caractéristiques.

Nous avons envisagé les types de surfaces élémentaires suivants :

- surfaces horizontales et sub-horizontales 0- 45°
- surfaces verticales et sub-verticales 45- 90°
- surplombs 90-140°
- plafonds de grottes et dessous de roches 140-180°
- planchers de grottes
- fentes

Nous avons considéré comme « relevé » l'étude d'une surface élémentaire.

Chaque prélèvement a été fait sur une surface homogène (c'est-à-dire présentant le moins possible d'accident de surface); nous avons noté, tout d'abord, pour chaque surface, l'inclinaison, l'orientation, la profondeur et les espèces identifiables directement; puis à l'aide d'une lame de couteau, un grattage d'une partie de la surface était pratiqué; suivant l'aire totale de la surface étudiée, le grattage intéressait 1/10^e à 1/4 m². Le produit du grattage était recueilli dans un sac en plastique. Les espèces les plus fragiles (en particulier les Ascidies) étaient recueillies à part dans des pilluliers. Au laboratoire, les prélèvements étaient triés, et les espèces identifiées. A chaque station, et pour chaque tranche verticale de 5 m, les différents types de surface existants ont été analysés. Nous avons pu comparer ainsi les surfaces homologues des différentes stations.

Dans l'analyse qualitative des résultats nous avons utilisé :

1. *Un coefficient de fréquence* (coefficient de constance au sens de PRENANT (1927); coefficient de présence au sens de BRAUN-BLANQUET (1922)).

C'est le nombre de cas (exprimé en pourcentage) où l'espèce a été trouvée sur chaque type de paroi par rapport au nombre total de relevés effectués sur ce type de paroi. Soit N_1 le nombre total des relevés, n_1 le nombre de relevés où l'espèce a été trouvée, le coefficient de fréquence :

$$F = \frac{n_1}{N_1} \times 100$$

Dans les tableaux nous avons présenté à côté du coefficient obtenu l'intervalle de confiance que l'on peut attribuer à ce pourcentage. Cet intervalle a été obtenu dans une table en fonction de n , et N , (LAMOTTE, 1967, p. 66).

2. Un coefficient de tolérance :

Les facteurs physiques et biologiques exercent au niveau des différents types de parois une sélection vis-à-vis des espèces. Le résultat de cette sélection caractérise le type de paroi. Ce fait est exprimé par un indice de tolérance qui, pour une paroi donnée, est le pourcentage d'espèces présentes sur cette paroi par rapport au nombre total d'espèces recensées (FEY, 1967). Soit N_2 le nombre total d'espèces, n_2 le nombre d'espèces sur un type de paroi, le coefficient de tolérance T :

$$T = \frac{n_2}{N_2} \times 100$$

Il faut admettre avec SARÀ (1966), qu'une limite importante dans l'étude de la faune sessile réside dans la complexité de sa distribution; et il n'est pas possible, dans la plupart des cas, de faire autre chose qu'un simple examen qualitatif. Il apparaît nettement que la possibilité d'application des méthodes quantitatives est inféodée aux caractères morphologiques et à la répartition des espèces. Selon les espèces considérées, il faudrait adopter des valeurs de l'aire minimum très différentes, ce qui rend les comparaisons incertaines. Les tentatives d'évaluation semi-quantitatives ou quantitatives qui ont eu lieu ces dernières années (LABOREL et VACELET, 1958, 1961; SARÀ et SIRIBELLI, 1960, 1962; RUTZLER, 1965; BELLAN-SANTINI, 1962, 1963, 1967), sont toutes entachées d'un coefficient d'erreur important. Cela conduit à une définition pondérale des associations à partir des espèces dominantes. Nous avons cherché, non pas tant la définition de biocénose, que les conditions écologiques déterminant la présence de telle ou telle espèce. Aussi, nous avons limité l'essentiel de notre travail à une étude qualitative à orientation autécologique.

Cependant, nous avons effectué à la station de l'île Grosse, sur trois types de parois, un essai d'étude quantitative des peuplements selon la méthode des carrés que SARÀ (1966) a mise au point pour l'évaluation de la fréquence des Spongiaires. Cette méthode est fondée sur une évaluation de la surface de recouvrement de chaque espèce.

Une aire de forme carrée est subdivisée en mailles et on compte le nombre de présence, c'est-à-dire le nombre de mailles dans lesquelles se trouve l'espèce : avec ce nombre, on calcule la fréquence au sens de KNIGHT, 1965 : c'est le pourcentage de mailles de l'aire occupée par l'espèce, indépendamment du nombre d'individus qui la représentent.

Cette méthode donne une estimation quantitative assez précise des caractéristiques d'un peuplement. Elle se heurte, bien sûr, aux difficultés d'ordre systématique et ne peut être appliquée qu'aux espèces reconnaissables *in situ*.

3. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA RÉGION DE BANYULS ET CHOIX DES STATIONS

La mer catalane est caractérisée par une forte turbidité des eaux : la moyenne annuelle de visibilité du disque de Secchi n'est que de 12 m (BHAUD, JACQUES, RAZOULS, 1967). L'hydrodynamisme important est la conséquence d'un régime des vents très violents; (le plus souvent de secteur nord-ouest (tramontane), parfois de secteur sud-est).

Le cycle de température présente deux périodes caractérisées par la présence (de juin à septembre), ou l'absence (d'octobre à avril), d'une thermocline. Les écarts de température entre l'hiver et l'été en surface sont en moyenne de 11° et à 50 m de 8° (THIRIOT, 1966; BHAUD, JACQUES, RAZOULS, 1967).

Les fonds présentent une grande complexité topographique (failles, éboulis, chaos rocheux). A cause de leur nature schisteuse, les rochers ont un aspect fissuré et anfractueux. Les grandes surfaces homogènes sont très rares.

Nous avons limité notre zone d'exploration à la région comprise entre le cap Béar et le cap Peyrefite. Dix stations ont été choisies selon les critères de sélection suivants : profondeur, proximité de la côte, diversité d'orientation et d'inclinaison des surfaces rocheuses (fig. 1). Les différentes stations se groupent ainsi :

0-15 m : île Grosse - Sphinx - Castelloussous.

Grottes superficielles : Grotte de Béar - Grotte du Troc - Grotte du cap Doune.

22-24 m : rocher Aspre.

30-40 m : large du cap Béar - large du cap Peyrefite.

6-30 m : les Lloses (cap Rederis).

Trois stations ont été étudiées plus en détail :

— *l'île Grosse* : station la plus proche du laboratoire, facile d'accès, offre une variété importante de surfaces élémentaires entre 0 et 15 m;

— *le Sphinx* : même type de fond et même profondeur que l'île Grosse mais se trouve plus éloigné des zones habitées, donc moins pollué;

— *les Lloses* : station la plus au sud, offre la gamme la plus étendue de profondeur (6-30 m). Les eaux sont plus claires que dans les autres stations du fait de l'éloignement de la côte et de débouchés d'égouts.

Les principales caractéristiques topographiques et bionomiques des différentes stations sont données dans les tableaux suivants :

Grotte de Béar

Situation : sur le flanc sud du cap Béar.

Profondeur : minimum : 0 - maximum : 7 m.

Vents dominants : vent d'est; abritée de la Tramontane par le cap Béar.

Nature du fond sédimentaire : cailloutis.

Particularités topographiques : grotte superficielle dont le plafond est émergé; entrée large de 8 m, division en 2 boyaux qui se terminent en cul de sac; à l'entrée, le plancher est à — 7 m; le plancher remonte progressivement et se trouve à 50 cm sous la surface de l'eau au fond de la grotte.

Physionomie bionomique :

— Entrée de la grotte : sur la paroi ouest légèrement surplombante : Algues rouges, Hydrides, *Parazoanthus axinellae*, *Epizoanthus arenaceus*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithi*, Eponges calcaires; sur la paroi est subverticale : peuplement presque uniquement constitué d'Algues calcaires.

— Fond de la grotte : peuplement de plus en plus clairsemé vers le fond : Eponges et Bryozoaires encroûtants.

Grotte du Troc

Situation : flanc sud du cap du Troc.

Profondeur : minimum : 0 - maximum : 5 m.

Vent dominant : vent d'est.

Nature du fond sédimentaire : sable très grossier et cailloutis.

Particularités topographiques : orientation N-S. Grotte superficielle dont le plafond est émergé; le plancher se trouve à l'entrée à — 5 m, et au fond à — 50 cm.

Physionomie bionomique : entrée de la grotte : abondance d'Algues rouges, *Epizoanthus arenaceus*, *Parazoanthus axinellae*. Fond de la grotte : peuplement clairsemé surtout constitué d'Eponges.

Grotte du cap Doune

Situation : flanc nord du cap Doune.

Profondeur : minimum : 2 m - maximum : 4 m.

Mode : très battu.

Vents dominants : Tramontane et vent d'est.

Nature du fond sédimentaire : sable détritique.

Particularités topographiques : boyau d'orientation E-W, composé de 2 chambres communiquant entre elles par 2 ouvertures. Longueur totale 12 m, largeur 1,20-1,70 m, hauteur 1-1,70 m, au niveau de l'entrée est le fond est à 4 m, et à l'entrée ouest à 3 m.

Physionomie bionomique : base du peuplement constitué par des Eponges, également Bryozoaires encroûtants, Microcosmes et Hydrides.

Ile Grosse

Situation : ferme le côté sud de la baie de Banyuls. Station proche du Laboratoire et reliée à la côte par une jetée.

Profondeur : minimum : 0 - maximum : 17 m.

Vents dominants : Tramontane et vent d'est.

Nature du fond sédimentaire : sablo-vaseux, et sable grossier, avec débris coquilliers.

Particularités topographiques : grande faille orientée E-W; chaos rocheux offrant tous les types de surface.

Physionomie bionomique : dans les premiers mètres, contraste entre les parois orientées sud (peuplement pauvre et peu diversifié, essentiellement constitué d'Algues calcaires encroûtantes, *Padina pavonia*, *Paracentrotus lividus*, et quelques Eponges encroûtantes) et les parois orientées nord (faune et flore variées : Bryozoaires, Ascidies, Eponges, Hydraires, Serpules, Algues, *Codium*, *Peysonnelia*, *Sphaerococcus*).

Sphinx

Situation : à la côte au sud du cap Castell.

Profondeur : minimum : 0 - maximum : 17 m.

Vent dominant : vent d'est.

Nature du fond sédimentaire : sable.

Particularités topographiques : rocher en place, et amas de blocs, failles d'orientation E-W, formant de grandes parois surplombantes.

Physionomie bionomique :

— Parois surplombantes : recouvrement à 100 % (*Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*, *Peysonnelia*, faune très variée).

— Surfaces horizontales : herbier à Posidonies en mosaïque; Algues principales : *Padina pavonia*, *Codium*, *Acetabularia mediterranea*.

Castelloussous

Situation : à la côte entre le cap du Troc et le cap l'Abeille.

Profondeur : minimum : 0 - maximum : 15 m.

Mode : très battu.

Vents dominants : Tramontane; légèrement abritée des vents d'est par le Cap l'Abeille.

Nature du fond sédimentaire : sable grossier avec une fraction de vase.

Particularités topographiques : ensemble de trois gros pointements rocheux. Chaos rocheux déterminant de nombreux surplombs et anfractuosités.

Physionomie bionomique :

— Niveau supérieur (0-5 m) : dominance encroûtements d'Algues calcaires; rocher souvent à nu; par endroits développement du trottoir avec moulière importante.

— A partir de 10 m : recouvrement algal (70-75 %) (*Codium*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Padina pavonia*).

Lloses (cap Rederis)

Situation : hauts fonds au large du cap Rederis.

Profondeur : minimum : 5 m - maximum : 30 m.

Vents dominants : Tramontane et vent d'est.

Nature du fond sédimentaire : sablo-vaseux.

Particularités topographiques : chaos de gros blocs rocheux délimitant des couloirs parallèles; parois verticales et surplombantes de plusieurs mètres carrés.

Physionomie bionomique : eau beaucoup plus claire que dans les autres stations du fait de l'éloignement de la côte, de zones portuaires et d'égouts.

A partir de — 12 m, peuplement abondant d'*Eunicella stricta*, et vers — 17 m, sur les parois surplombantes, peuplements à *Paramuricea clavata*.

Rocher Aspre

Situation : au large du cap Castell sur l'isobathe des 24 m.

Profondeur : minimum : 22,5 m - maximum : 24 m.

Vents dominants : Tramontane et vent d'est.

Nature du fond sédimentaire : sablo-vaseux.

Particularités topographiques : rocher isolé de 6 m de longueur sur 5 m de large, avec en son milieu une faille.

Physionomie bionomique : coralligène de plateau très envasé. Peuplement abondant d'*Halimeda tuna*, *Udotea petiolata*, Spirographes, Echinodermes, Hydraires, Axinelles, Ascidies.

Sur le sable autour du rocher, peuplement de Vérétilles.

Cap Béar

Situation : au large du cap Béar, entre les isobathes 25 et 40 m.

Profondeur : minimum : 27 m - maximum : 40 m.

Vents dominants : Tramontane, vent d'est, pouvant déterminer de forts courants de fond.

Nature du fond sédimentaire : vase.

Particularités topographiques : grandes surfaces subhorizontales.

Physionomie bionomique :

— Coralligène de plateau envasé.

— Peuplement à Gorgones (*Eunicella stricta*, *Paramuricea clavata*, *Lophogorgia sarmentosa*), à Axinelles et à grands Bryozoaires.

Cap Peyrefite

Situation : au large du cap Peyrefite entre les isobathes 35-40 m.

Profondeur : minimum : 35 m - maximum : 40 m.

Vents dominants : Tramontane, vent d'est, provoquant à certaines périodes de forts courants de fond.

Nature du fond sédimentaire : vase.

Particularités bionomiques :

— Coralligène de plateau envasé.

— Peuplement à Gorgones (*Eunicella stricta*, *Paramuricea clavata*, *Lophogorgia sarmentosa*, à grandes Axinelles, et à grands Bryozoaires (*Hippodiplosia*, *Sertella*, *Schismopora*).

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION D'ENSEMBLE ET COMPARAISON DES STATIONS

I. DESCRIPTION D'ENSEMBLE DES STATIONS TYPES

Les stations choisies sont localisées entre le cap Béar et le cap Peyrefite à des profondeurs variant entre 0 et 40 m (fig. 1). Du fait des conditions topographiques locales, aucune d'entre elles ne possède toute la gamme de profondeur. La station du cap Rederis est la plus étendue (6-30 m), elle sera choisie comme type, et complétée, pour les hauts niveaux par les observations faites à l'île Grosse, et pour le niveau inférieur (20-40 m), par celles du cap Peyrefite. Les relevés ont été effectués par tranche de 5 m.

Le tableau I donne la liste d'espèces aux stations de référence ainsi que l'abondance des différentes espèces en fonction de la profondeur et du type de paroi.

0-5 m

Le recouvrement des parois est faible; les espèces sont pour la plupart peu fréquentes et peu abondantes. Sur 20 espèces d'Ascidies récoltées, une seule est abondante : *Diplosoma cupuliferum* qui forme des colonies de plusieurs dm². Sur 21 Bryozoaires, seuls *Parasmittina rouvillei* et *Schismopora armata* ont une certaine importance.

5-10 m

Le nombre d'espèces augmente : toutes les Ascidies présentes à l'île Grosse y sont représentées; sur 29 espèces, 20 seulement ont une fréquence supérieure à 10. *Diplosoma cupulifera* reste fréquent, d'autres prennent une part notable au peuplement des parois : *Microcosmus sabatieri*, *Polysyncraton bilobatum*, *Ecteinascidia herdmani*, *Botryllus schlosseri*.

TABLEAU I

Ascidies et Bryozoaires des stations de référence.

L'abondance des espèces est indiquée en fonction de la profondeur et du type de paroi. H = horizontale; V = verticale; S = surplombante; ε = espèces occasionnelles; + = espèces présentes mais peu abondantes; C = espèces abondantes; CC = espèces très abondantes; F = localisation en fentes.

CAP REDERIS ASCIDIES	10-15			15-20			20-25			25-30		
	H	V	S	H	V	S	H	V	S	H	V	S
<i>CLAVELINA LEPADIFORMIS</i>		+		+	C	C	+	C				
<i>CLAVELINA NANA</i>		C	C	C	C	C	CC	C				
<i>AMAROUCIUM FUSCUM</i>						+						
<i>AMAROUCIUM AREOLATUM</i>		C		+								
<i>APLIDIUM PALLIDUM</i>					+							
<i>DIDEMNUM HELGOLANDICUM</i>								C			CC	CC
<i>DIDEMNUM CANDIDUM</i>	+	+		+				+				
<i>DIDEMNUM FULGENS</i>					C	C	+					
<i>DIDEMNUM POSIDONIAE</i>								+				
<i>POLYSYNCRATON BILOBATUM</i>		C	C		C	C	+					
<i>POLYSYNCRATON CANESENSIS</i>							+					
<i>POLYSYNCRATON LACAZEI</i>		+			+							
<i>DIPLOSOMA CUPULIFERUM</i>			+									
<i>CIONA INTESTINALIS</i>			+									
<i>PEROPHORA LISTERI</i>				+								
<i>ECTEINASCIDIA HERDMANI</i>	+	C	C	C	C	C	+	+				
<i>PHALLUSIA FUMIGATA</i>		C			+	+						
<i>ASCIDIA VIRGINEA</i>				ε								
<i>BOTRYLLUS SCHLOSSERI</i>	+	+										
<i>BOTRYLLUS LEACHI</i>	+											
<i>MICROCOSMUS POLYMORPHUS</i>			C			C		C	C			+
<i>MICROCOSMUS NUDISTIGMA</i>				+								
<i>MICROCOSMUS SABATIERI</i>	+	C	C	+	C	CC	+	CC			+	CC
<i>MICROCOSMUS CLAUDICANS</i>		+	C									
<i>HALOCYNTHIA PAPILLOSA</i>		+	C		C	CC		CC	CC	+		
<i>PYURA SQUAMULOSA</i>		+		+								
<i>PYURA DURA</i>		+			+	+						
BRYOZOAIRES												
<i>PHERUSELLA TUBULOSA</i>								+			+	
<i>NOLELLA DILATATA</i>			+	+		C	C	C	CC		C	
<i>NOLELLA GIGANTEA</i>			C			CC	C	CC	CC			
<i>VALKERIA UVA</i>						+	C					
<i>VALKERIA TUBEROSA</i>								C				
<i>AMATHIA LENDIGERA</i>		+	C		C	C				+		
<i>AMATHIA PRUVOTI</i>								C				
<i>AETEA ANGUINA</i>			+			C						
<i>AETEA SICA</i>			+		+	CC	C	+	CC			
<i>AETEA TRUNCATA</i>		+			C	C	C	C	C			
<i>AETEA LONGICOLLIS</i>		C		+	C	C	C					

	10-15			15-20			20-25			25-30		
	H	V	S	H	V	S	H	V	S	H	V	S
TERMINOFLUSTRA TENELLA												cc
SPIRALARIA GREGARIA			+				+	+				
CALLOPORA DUMERILII			+	+		+						
MOLLIA PATELLARIA MULTIJUNCTA	CC	C	C	C	+	C		+				
CELLARIA SALICORNIA		C	C		C	C	C	C		CC		
CELLARIA SALICORNOIDES			+			C	C	C	C			
SCRUPOCELLARIA SCRUPOSA		+		C	C	C	CC	C	+			
SCRUPOCELLARIA DELILLEI						C	+		+			
SCRUPOCELLARIA REPTANS							+					
SCRUPOCELLARIA SCRUPEA						C						
CABEREA BORYI			+			C	+	C	C			
EPISTOMIA BURSARIA							C					
BICELLARIELLA CILIATA			e			e						
BUGULA FLABELLATA						C	+	C	C			
BUGULA FULVA FULVA		+										
BUGULA FULVA AQUILIROSTRIS				+			+					
BUGULA CALATHUS						C	+	C	C			
BEANIA MIRABILIS							e					
BEANIA HIRTISSIMA HIRTISSIMA							+	+				
BEANIA HIRTISSIMA CYLINDRICA							e	e				
PUELLINA GATTYAE			+			C	C					
SAVIGNYELLA LAFONTI			+			C	+	C	C		+	
CHORIZOPORA BRONGNIARTI			+			C		C				
SCHIZOBRACHIELLA SANGUINEA		+		+		+	+					
SCHIZOMAVELLA AURICULATA			CC		C	CC	C	CC	CC		CC	
SCHIZOMAVELLA DISCOIDEA			+			+						
SCHIZOMAVELLA LINEARIS			C		C	C	C	C	C			
SCHIZOMAVELLA MONOECENSIS										C	C	
HIPPIDIPILOSIA FASCIALIS	+	+	CC	C	CC	CC	C	CC		C		
HIPPIDIPILOSIA OTTOMULLERIANA			+				+					
WATERSIPORA SUBOVOIDEA							C					
UMBONULA OVICELLATA							C					
SMITTINA LANDSBOROVI								+				
SMITTOIDEA RETICULATA			C				C	C				
PARASMITTINA ROUVILLEI	C	CC		CC	CC	CC	CC	C	C	C	CC	C
METROPERIELLA LEPRALOIDES		+		+			+	+				
PORELLA CERVICORNIS						C		CC	CC		CC	
REPADEONELLA VIOLACEA						+						
SERTELLA MEDITERRANEA						+						
SERTELLA SEPTENTRIONALIS				C	CC			C	CC		CC	CC
RHYNCOZOON ARMATUM								+			C	
CELLEPORINA CAMINATA							+					

	10-15			15-20			20-25			25-30		
	H	V	S	H	V	S	H	V	S	H	V	S
<i>HARMERELLA NITIDA</i>						ε			ε			
<i>CELLEPORARIA SARDONICA</i>			C			C			C			C
<i>SCHISMOPORA ARMATA</i>		C			C		+	+			+	
<i>SCHISMOPORA AVICULARIS</i>		+			C	C	C	CC	C		C	
<i>SCHISMOPORA ROBUSTA</i>				+		+	+	+				
<i>MYRIAPORA TRUNCATA</i>			C	+		C	C	CC				
<i>CRISIA RAMOSA</i>		+	C		+	C	C	C	C			
<i>CRISIA DENTICULATA</i>						C						
<i>CRISIA FISTULOSA</i>						C		C				
? <i>TUBULIPORA CONTORTA</i>								+				
<i>PLAGIOECIA PATINA</i>								+				
<i>DIPLOSOLEN SP.</i>								+				
ILE GROSSE	0-5			5-10			10-15			15-20		
ASCIDIES	H	V	S	H	V	S	H	V	S	H	V	S
<i>CLAVELINA LEPADIFORMIS</i>						+		+	+		+	C
<i>CLAVELINA NANA</i>		+	+		+	C		C	C			CC
<i>EUDISTOMA SP.</i>						ε						
<i>AMAROUCIUM FUSCUM</i>						+						
<i>AMAROUCIUM AREOLATUM</i>					+			+				
<i>DIDEMNUM LAHILLEI</i>						+						
<i>DIDEMNUM HELGOLANDICUM</i>			+		+	+			+			+
<i>DIDEMNUM FULGENS</i>						C	C	C	C	CC		C
<i>DIDEMNUM PSEUDOFULGENS</i>						C	C			CC		
<i>POLYSYNCRATON BILOBATUM</i>		+	+			C	C		C	C		CC
<i>POLYSYNCRATON LACAZEI</i>		+		+	+	C			+			+
<i>LISSOCLINUM ARGYLENSE</i>						+						
<i>LISSOCLINUM WEIGELI</i>						+		C				
<i>DIPLOSOMA CUPULIFERUM</i>		C	C	+	CC	CC		CC	CC			
<i>CIONA INTESTINALIS</i>						+F			CF			
<i>PEROPHORA LISTERI</i>						+	+					
<i>ECTEINASCIDIA HERDMANI</i>		+	+			C	C	C	C			CC
<i>PHALLUSIA FUMIGATA</i>		+F				+F	+F		+F			
<i>ASCIDIELLA ASPERSA</i>											+	
<i>DISTOMUS VARIOLOSUS</i>						+	+					
<i>POLYCARPA GRACILIS</i>			+			C	C		+			+
<i>BOTRYLLUS SCHLOSSERI</i>		C				C	C	C	C			
<i>MICROCOSMUS POLYMORPHUS</i>						+	+	+	C			C
<i>MICROCOSMUS NUDISTIGMA</i>						C	C					
<i>MICROCOSMUS SABATIERY</i>		+	+	ε		C	CC	+	C	CC	CC	CC

	0-5			5-10			10-15			15-20		
	H	V	S	H	V	S	H	V	S	H	V	S
<i>HALOCYNTHIA PAPILLOSA</i>			+		+	+		C	C		CC	CC
<i>PYURA SQUAMULOSA</i>					+	+			C			CC
<i>PYURA TESSALATA</i>						+						
<i>PYURA DURA</i>			+		+	+						
BRYOZOAIRES												
<i>NOLELLA DILATATA</i>			CC		C	CC	+	+	CC		+	C
<i>NOLELLA GIGANTEA</i>					+	C		+	CC			
<i>VALKERIA UVA</i>				+	+	+	+					
<i>MIMOSELLA VERTICILLATA</i>												
<i>AMATHIA LENDIGERA</i>					+	CC		+	CC			CC
<i>AETEA ANGUINA</i>	+			C	C	C		C				
<i>AETEA TRUNCATA</i>				C	+	+						C
<i>AETEA SICA</i>								+	+			
<i>AETEA LONGICOLLIS</i>				C	C	C		+	+			+
<i>SPIRALARIA GREGARIA</i>												
<i>CALLOPORA DUMERILII</i>												ε
<i>MOLLIA PATELLARIA MULTIJUNCTA</i>				C	C			CC	C			CC
<i>CELLARIA SALICORNIA</i>						+		+				
<i>CELLARIA SALICORNIOIDES</i>											+	
<i>SCRUPOCELLARIA SCRUPOSA</i>				+	+	CC	+		CC			
<i>SCRUPOCELLARIA DELILLI</i>					+	C	+	C	C			
<i>SCRUPOCELLARIA REPTANS</i>					+	+	+	+	+			
<i>SCRUPOCELLARIA SCRUPEA</i>									C			
<i>CABEREA BORYI</i>					+	C		C	C			C
<i>EPISTOMIA BURSARIA</i>							ε					
<i>SYNNOTUM AEGYPTICUM</i>												ε
<i>BUGULA GAUTIERII</i>							ε					
<i>BUGULA FLABELLATA</i>							C					
<i>BUGULA CALATHUS</i>					+	+		C	C			C
<i>BUGULA FULVA AQUILIROSTRIS</i>								C		+		+
<i>BEANIA MIRABILIS</i>				+								
<i>BEANIA MAGELLANICA</i>								C	+			+
<i>BEANIA HIRTISSIMA HIRTISSIMA</i>							+					
<i>BEANIA ROBUSTA</i>									+			
<i>COLLETESIA RADIATA</i>								+				
<i>PUELLINA GATTYAE</i>				+				+	C	+		C
<i>SAVIGNIELLA LAFONTI</i>					+	C			+	C		
<i>CHORIZOPORA BRONGNIARTI</i>				+	C	+	+	C	C			C
<i>SCHIZOBRACHIELLA SANGUINEA</i>		+		C	CC	C		C	C			+
<i>SCHIZOMAVELLA AURICULATA</i>			+	+	C	C	+	C	C			

	0-5			5-10			10-15			15-20		
	H	V	S	H	V	S	H	V	S	H	V	S
<i>SCHIZOMAVELLA DISCOIDEA</i>					+	+				+		
<i>SCHIZOMAVELLA HASTATA</i>						+						
<i>SCHIZOMAVELLA LINEARIS</i>					C	C						
<i>SCHIZOPORELLA LONGIROSTRIS</i>					+	C	+					
<i>SCHIZOPORELLA UNICORNIS</i>					+			+				
<i>ESCHARINA VULGARIS</i>						+			+			+
<i>HIPPODIPLOSIA FASCIALIS</i>					ε	C	C	ε	C	C		CC
<i>HIPPODIPLOSIA OTTONULLERIANA</i>					ε	+	+	ε	ε	C	+	
<i>HIPPIDINELLA KIRCHENPAUERI</i>						+		ε				
<i>ESCHAROIDES COCCINEA</i>						+			+			+
<i>UMBONULA OVICELLATA</i>					+	+	C		+	C		
<i>SMITTOIDEA RETICULATA</i>												+
<i>PARASMITTINA ROUVILLEI</i>					C	+	CC	C	+	CC	CC	CC
<i>CODONELLINA MONTFERRANDI</i>												+
<i>PORELLA CERVICORNIS</i>							+			C		C
<i>MARGARETTA CEREROIDES</i>							C	C		C	C	C
<i>SERTELLA SEPTENTRIONALIS</i>						+	C	+	CC	C		CC
<i>CELLEPORARIA SARDONICA</i>								C				
<i>SCHISMOPORA ARMATA</i>					C	+	C	CC				
<i>SCHISMOPORA ROBUSTA</i>						+	+					+
<i>MYRIAPORA TRUNCATA</i>						+	C		+	C		CC
<i>CRISIA EBURNEA</i>						C		+	C			
<i>CRISIA RAMOSA</i>						+	C		+	C		C
<i>CRISIA DENTICULATA</i>						C	CC			CC		
<i>CRISIA FISTULOSA</i>						+	+	+	+	C		
<i>DISPORELLA HISPIDA</i>						+						+
CAP PEYREPITE	HORIZONTALES			VERTICALES			SURPLOMBANTES					
ASCIDIES	35-40			35-40			35-40					
<i>AMAROUCIUM FUSCUM</i>	C	C		C	C		C					
<i>DIDEMNUM HELGOLANDICUM</i>	C	C		C	C		C					
<i>DIDEMNUM FULGENS</i>	C						+					
<i>POLYSYNCRATON BILOBATUM</i>	+				+		+					
<i>POLYSYNCRATON LACAZEI</i>	+											
<i>DIPLOSOMA CUPULIFERUM</i>	+										+	
<i>DISTOMUS VARIOLOSUS</i>	C	C		C	C		C	C				
<i>BOTRYLLUS SCHLOSSERI</i>	+						+					
<i>MICROCOSMUS POLYMORPHUS</i>	C						C					
<i>MICROCOSMUS SABATIERI</i>	C						C					

	HORIZONTALES	VERTICALES	SURPLOMBANTES
	35-40	35-40	35-40
<i>HALOCYNTHIA PAPILLOSA</i>	C C	C C	C C
<i>POLYSYNCRATON CANETENSIS</i>	+		
BRYOZOAIRES			
<i>NOLELLA GIGANTEA</i>	C		
<i>VALKERIA TUBEROSA</i>	+		
<i>AETEA SICA</i>	C		+
<i>AETEA TRUNCATA</i>	C		
<i>TERMINOFLUSTRA TENELLA</i>	C	C C	C C
<i>CELLARIA SALICORNIA</i>	C C	C C	C C
<i>SCRUPOCELLARIA SCRUPOSA</i>	C		
<i>SCRUPOCELLARIA DELILLI</i>	+		
<i>CABEREA BORYI</i>	C	C	C
<i>SYNNOTUM AEGYPTICUM</i>	ε		
<i>BUGULA FLABELLATA</i>	C		
<i>BUGULA CALATHUS</i>	C		
<i>BUGULA FULVA AQUILIROSTRIS</i>	+		
<i>BEANIA MAGELLANICA</i>	C		
<i>SAVIGNYELLA LAFONTI</i>	+		
<i>SCHIZOMAVELLA AURICULATA</i>	C	C	C C
<i>SCHIZOMAVELLA LINEARIS</i>	+	C	C
<i>SCHIZOMAVELLA MONOECENSIS</i>	+		
<i>HIPPODIPLOSIA FASCIALIS</i>	C C	C C	C C
<i>SMITTOIDEA RETICULATA</i>	+	C	C
<i>PARASMITTINA ROUVILLEI</i>	C	C	C
<i>PORELLA CERVICORNIS</i>	C C	C C	C C
<i>SERTELLA COUCHII</i>	C	C	C
<i>SERTELLA SEPTENTRIONALIS</i>	C C	C C	C C
<i>RHYNCOZOON ARMATUM</i>	C C	C C	C C
<i>CELLEPORARIA SARDONICA</i>	C C	C C	C C
<i>OMALOSECOSA RAMULOSA</i>	C C	C C	C C
<i>SCHISMOPORA AVICULARIS</i>	C C	C	+
<i>SCHISMOPORA TUBIGERA</i>	+		
<i>MYRIAPORA TRUNCATA</i>	C C	C C	C C
<i>CRISIA RAMOSA</i>	C		
<i>CRISIA DENTICULATA</i>	C	C	C
<i>DIPLOSOLEN SP.</i>	+		
<i>FRONDIPORA RETICULATA</i>	C	C	
<i>LICHENOPORA RADIATA</i>	+		

Les Bryozoaires doublent en nombre, soit 50 espèces, sur les 61 représentées à l'île Grosse, mais seules 25 espèces ont une fréquence supérieure à 10. Il est à remarquer que la majeure partie des espèces ne se trouvent que sur des parois fortement surplombantes ou sous des surplombs.

10-15 m

Les parois présentent un recouvrement important d'Algues souples et de groupes animaux divers. Le nombre d'espèces augmente légèrement. Certaines espèces deviennent plus abondantes : Ascidiées : *Clavelina nana*, *Ecteinascidia herdmani*, *Didemnum fulgens*, *Halocynthia papillosa*; Bryozoaires : *Scrupocellaria scruposa*, *Crisia ramosa*, *Margaretta cereoides*, *Parasmittina rouvillei*.

15-20 m

Le recouvrement de toutes les parois devient dense, les Algues calcaires encroûtantes prennent de l'importance. On observe peu de changements dans la faune des Bryozoaires et des Ascidiées sinon quelques variations d'abondance.

20-25 m

Les Algues calcaires encroûtantes deviennent prédominantes. On assiste à une uniformisation des peuplements des différentes parois. Parmi les Ascidiées et Bryozoaires, certaines espèces se raréfient, d'autres apparaissent, le nombre total est un peu moins élevé.

25-40 m

Les peuplements à Algues sciaphiles sont très importants. On observe d'une part une augmentation considérable de l'abondance de certaines espèces (Ascidiées : *Amaroucium fuscum*, *Didemnum helgolandicum*; Bryozoaires : *Cellaria salicornia*, *Porella cervicornis*, *Schismopora avicularis*, *Myriapora truncata*), d'autre part, une apparition progressive de certaines espèces que l'on ne trouve pas dans l'infra-littoral (Ascidiées : *Diazona violacea*; Bryozoaires : *Omalosecosa ramulosa*, *Fron dipora reticulata*).

II. COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTES STATIONS

Le Tableau II présente la liste des espèces aux différentes stations.

Parmi les rares espèces d'Ascidiées trouvées en abondance dans une seule station, on peut noter *Didemnum pseudofulgens* à l'île

TABLEAU II

Stock global des Ascidiés et Bryozoaires aux différentes stations.
 Les colonnes de G à Ro donnent le nombre de fois où l'espèce a été trouvée dans chaque station. G = île Grosse; GB = grotte de Béar; GT = grotte du Troc; GD = grotte du cap Doune; C = Castelloussous; S = Sphinx; Lloses = cap Rederis; P = cap Peyrefite; B = cap Béar; La colonne FT indique la fréquence totale de chaque espèce (pour toutes les stations et tous les types de parois).

ASCIDIÉS	G	GB	GT	GD	C	S	LLOSES		P	B	Ro	FT
							10-20	20-40				
<i>CLAVELINA LEPADIFORMIS</i>	4	2	3				4	5				10
<i>CLAVELINA NANA</i>	14		4		1	5	10	4		4	3	29
<i>EUDISTOMA MAGNUM</i>						1						0,7
<i>EUDISTOMA SP.</i>	1											0,7
<i>AMAROUCIUM COERULEUM</i>									1			0,7
<i>AMAROUCIUM ALBICANS</i>											1	0,7
<i>AMAROUCIUM NORDMANI</i>											1	0,7
<i>AMAROUCIUM DENSUM</i>											1	0,7
<i>AMAROUCIUM FUSCUM</i>	1						1		4		1	5
<i>AMAROUCIUM GELATINOSUM</i>									1			0,7
<i>AMAROUCIUM AREOLATUM</i>	2						3				1	4
<i>APLIDIUM PALLIDUM</i>						1	1	2				3
<i>TRIDIDEMNUM CEREUM</i>						1						0,7
<i>DIDEMNUM LAHILLEI</i>	2											1
<i>DIDEMNUM HELGOLANDICUM</i>	10	1				3	3	3	2	2		16
<i>DIDEMNUM CANDIDUM</i>					1	2	2	1		2	1	6
<i>DIDEMNUM FULGENS</i>	2	2	3		2	1	1	4	3	2		13
<i>DIDEMNUM POSIDONIAE</i>								2				3
<i>DIDEMNUM PSEUDOFULGENS</i>	4	2										4
<i>POLYSYNCRATON CANETENSIS</i>								2	2			3
<i>POLYSYNCRATON BILOBATUM</i>	15	3	3		2	9	13	1	2	2		32
<i>POLYSYNCRATON LACAZEI</i>	8	5	6		2	3			1	2		18
<i>LISSOCLINUM ARGYLENSE</i>	1											0,7
<i>LISSOCLINUM WEIGELEI</i>	1		4									3
<i>DIPLOSOMA CUPULIFERUM</i>	14	4	7	1	3	7	4		1			27
<i>DIPLOSOMA LISTERIANUM</i>	1											0,7
<i>CIONA INTESTINALIS</i>	3						1				2	4
<i>CIONA ROULEI</i>	2											1
<i>DIAZONA VIOLACEA</i>									1			0,7
<i>PEROPHORA LISTERI</i>	2				1		1				1	3
<i>ECTEINASCIDIA HERDMANI</i>	13	2	1				7	5				21
<i>PHALLUSIA FUMIGATA</i>	8		1				6				2	12
<i>PHALLUSIA MAMILLATA</i>							1					0,7
<i>ASCIDIELLA ASPERSA</i>	1				1							1
<i>ASCIDIA VIRGINEA</i>							1					0,7
<i>ASCIDIA MENTULA</i>					1	1						1
<i>DISTOMUS VARIOLOSUS</i>	2								5	4		7
<i>POLYCARPA GRACILIS</i>	1			2			1					3
<i>BOTRYLLUS SCHLOSSERI</i>			4		1	11	2		1			12
<i>BOTRYLLOIDES LEACHI</i>						1						0,7
<i>MICROCOSMUS POLYMORPHUS</i>	9		3	2		9	2	6	1	2	2	23
<i>MICROCOSMUS NUDISTIGMA</i>	8	3				1	1					8
<i>MICROCOSMUS SABATIERY</i>	29	5	4	2	2	18	11	9	4	4	3	59

ASCIDIÉS	G	GB	GT	GD	C	S	LLOSES		P	B	Ro	FT
							10-20	20-40				
<i>MICROCOSMUS CLAUDICANS</i>						3						2
<i>HALOCYNTHIA PAPILLOSA</i>	16	4			2	12	7	9	7	5	3	42
<i>PYURA SQUAMULOSA</i>	8	2	4		2	7				1		14
<i>PYURA TESSELATA</i>	1	4										3
<i>PYURA DURA</i>	4		1			3						5
<i>PYURA MICROCOSMUS</i>	1	4	1									4
NOMBRE D'ESPECES TOTAL =	31	14	15	4	13	21	23	13	15	12	13	
NOMBRE DE RELEVES =	51	10	11	2	5	31	20	9	7	5	3	154

BRYOZOAIRES	G	GB	GT	GD	C	S	LLOSES	P	B	Ro	FT	
<i>PHERUSELLA TUBULOSA</i>	8		1			6	3				11	
<i>NOLELLA DILATATA</i>	5	1	1		3	10	4	5	3	4	3	24
<i>NOLELLA GIGANTEA</i>				2		6	2	4	4	3	4	15
<i>VALKERIA UVA</i>					1	4	1	1				4
<i>VALKERIA TUBEROSA</i>						2		2	2	2	4	7
<i>MIMOSELLA GRACILIS</i>	1											0,6
<i>MIMOSELLA VERTICILLATA</i>	9	1	2			2						9
<i>AMATHIA LENDIGERA</i>		3		1	2	13	4	1				15
<i>AMATHIA PRUVOTI</i>	4					1	1	1		2	4	8
<i>VICTORELLA PAVIDA</i>	1											0,6
<i>AETEA ANGUINA</i>	1	1			4	6	1			1		9
<i>AETEA SICA</i>	6	1			1	1	3	6	2	6	3	18
<i>AETEA TRUNCATA</i>	6				2	4	3	5	1		2	14
<i>AETEA LONGICOLLIS</i>		1			1	10	5	2				12
<i>SCRUPARIA AMBIGUA</i>			1			1						1
<i>SCRUPARIA CHELATA</i>								1				0,6
<i>TERMINOFLUSTRA TENELLA</i>									2	3	4	5
<i>HINCKSINIA FLUSTROIDES</i>							1					0,6
<i>SPIRALARIA GREGARIA</i>						1	3					2
<i>CALLOPORA DUMERILII</i>	1	1				3				1		4
<i>PARELLISINA CURVIROSTRIS</i>								1				0,6
<i>MOLLIA PATELLARIA</i>	2	1				3	8	2				10
<i>ONYCHOCELLA MARIONI</i>								1				0,6
<i>CHLIDONIA PYRIFORMIS</i>	1											0,6
<i>CELLARIA SALICORNIA</i>	1	2			1	9	2	9	7	3		21
<i>CELLARIA SALICORNOIDES</i>		1				1	3					3
<i>CELLARIA NORMANI</i>	4		1			3						5
<i>SCRUPOCELLARIA SCRUPOSA</i>	1				2	3	4	5	5	1		13
<i>SCRUPOCELLARIA DELILLI</i>	1	1	2		2	4	1	3	5	1		12
<i>SCRUPOCELLARIA REPTANS</i>			1		1	1		1				2

BRYOZOAIRES	G	GB	GT	GD	C	S	LLOSES		P	B	Ro	FT
							10-20	20-40				
<i>SCRUPOCELLARIA SCRUPEA</i>	2	1	1				1					3
<i>SCRUPOCELLARIA BERTHOLLETI</i>								1				0,6
<i>SCRUPOCELLARIA MACRORHYNCHA</i>	9					3						7
<i>CABEREA BORYI</i>	1		1	2	7	5	4	2	2			15
<i>EPISTOMIA BURSARIA</i>	1						1					1
<i>SYNNOTUM AEGYPTICUM</i>									1			0,6
<i>BICELLARIELLA CILIATA</i>							1					0,6
<i>BUGULA NERITINA</i>	1											0,6
<i>BUGULA GAUTIERII</i>	2											1
<i>BUGULA FLABELLATA</i>						1	2	1	2	1		4
<i>BUGULA TURBINATA</i>	4											2
<i>BUGULA CALATHUS</i>	1			2	7	1	5	2	1			12
<i>BUGULA FULVA</i>		1			2	1	1	1				4
<i>BEANIA MIRABILIS</i>	3							1				2
<i>BEANIA MAGELLANICA</i>	1					5		2	6	3	1	11
<i>BEANIA HIRTISSIMA HIRTISSIMA</i>		1					2	3				4
<i>BEANIA HIRTISSIMA CYLINDRICA</i>								2				1
<i>BEANIA ROBUSTA</i>	1									1		1
<i>MEMBRANIPORELLA NITIDA</i>										2		1
<i>COLLARINA BALZACI</i>						1						0,6
<i>COLLETESIA RADIATA</i>	1									2		2
<i>FIGULARIA FIGULARIS</i>										1		0,6
<i>PUPELLINA GATTYAE</i>	1					7	4	1				8
<i>SAVIGNYELLA LAFONTI</i>	6	2		3	10	3	8	3	1			22
<i>HAPLOPOMA BIMOCRUNATUM</i>						2						1
<i>CHORIZOPORA BRONGNIARTI</i>	6	1		4	16	4	2		1	1		21
<i>SCHIZOBRACHIELLA SANGUINEA</i>	7	2		1	4	10	3	1				17
<i>SCHIZOMAVELLA AURICULATA</i>	9			1	2	7	6	6	5	5	1	26
<i>SCHIZOMAVELLA DISCOIDEA</i>	4					6	2					7
<i>SCHIZOMAVELLA HASTATA</i>	1	1				1						2
<i>SCHIZOMAVELLA LINEARIS</i>	3						3	4	7	4	3	15
<i>SCHIZOMAVELLA ARROGATA</i>	2									1		2
<i>SCHIZOMAVELLA MONOECENSIS</i>								3				2
<i>SCHIZOPORELLA LONGIROSTRIS</i>	5	3	1	2		3				2		10
<i>SCHIZOPORELLA UNICORNIS</i>	1	1			1		1					2
<i>ESCHARINA VULGARIS</i>	2					3	1					4
<i>HIPPIDIPLSIA FASCIALIS</i>	11		2		3	10	12	6	9	6	3	38
<i>HIPPIDIPLSIA OTTOMULLERIANA</i>	4	1		1	1	11	2	1				13
<i>FENESTRULINA MALUSI</i>					1	3				1		3
<i>FENESTRULINA JOANNAE</i>						1						0,6
<i>MICROPORELLA CILIATA</i>		1				2				1		2
<i>MICROPORELLA MARSUPIATA</i>		1					1			2		2
<i>HIPPODINELLA KIRCHENPAUERI</i>	1				1	1						2

BRYOZOAIRES	G	GB	GT	GD	C	S	LLOSES		P	B	Ro	FT
							10-20	20-40				
WATERSIPORA SUBOVOIDEA				1		5		3				5
ESCHAROIDES COCCINEA	1	1			1	10	1					9
ESCHAROIDES MEGAROSTRIS						1						0,6
UMBONULA OVICELLATA					1	8		2				7
SMITTINA LANDSBOROVI								2				1
SMITTOIDEA RETICULATA	2	1		1	2	1	4	4				9
PARASMITTINA ROUVILLEI	20			4	13	11	7	2		1		37
METROPERIELLA LEPRALOIDES	1	1			6	1	3					7
PORELLA CERVICORNIS	2				6	4	6	6	4			17
ESCHARELLA VARIOLOSA		1			1	1			1			2
MARGARETTA CEREIOIDES	20	3		2	7							20
REPADONELLA VIOLACEA		1				1						1
ADEONELLA CALVETI						1						0,6
SERTELLA COUCHII								2	3			3
SERTELLA MEDITERRANEA						1						0,6
SERTELLA SEPTENTRIONALIS	12				6	3	5	4	4	1	21	4
RHYNCOZOON ARMATUM							2	4	1			2
RHYNCOZOON BISPINOSUM		4										2
CELLEPORINA HASSALLI						2						1
CELLEPORINA CAMINATA						8		1				5
HARMERELLA NITIDA							1	2				2
CELLEPORARIA SARDONICA	3						4	1	3	5		10
LEXYTHOPORA LUCIDA									1			0,6
OMALOSECOSA RAMULOSA									8	4		7
SCHISMOPORA ARMATA	6	1	1	1	3	11	3					16
SCHISMOPORA AVICULARIS							7	6	8	6	2	18
SCHISMOPORA ROBUSTA	2	1			2	3	2	2				7
SCHISMOPORA TUBIGERA									1			0,6
CELLEPORA PUMICOSA		1										0,6
MYRIAPORA TRUNCATA	11	4		1		9	8	4	6	4		29
CRISIA EBURNEA	5					3						5
CRISIA RAMOSA	6				2	8	3	7	3		1	18
CRISIA DENTICULATA	1					2	2		1			4
FILICRISIA GENICULATA					1	1						1
CRISIA FISTULOSA		1			1	8	2	4		2	1	12
TUBULIPORA LILIACEA								1	1			1
? TUBULIPORA CONTORTA								2	3			3
PLAGIOECIA PATINA						2		2		1		3
DIPLOSOLEW SP.						1			1	2		3
FRONDIPORA RETICULATA									1	3		2
LICHENOPORA RADIATA						1						0,6
DISPORELLA HISPIDA	1					3						2
NOMBRE D'ESPECES TOTAL =	56	37	12	12	28	67	55	35	38	44	18	
NOMBRE DE RELEVES =	52	9	11	3	6	34	19	11	9	6	4	164

Grosse et *Eudistoma magnum* au cap Peyrefite. Aucun Bryozoaire n'a été observé strictement localisé; cependant certaines espèces sont plus abondantes et plus fréquentes en une station particulière : le Bryozoaire *Metropieriella lepraloides* a surtout été trouvé au Sphinx entre 5 et 10 m; *Watersipora ovoidea* se récolte aux stations du Sphinx et du cap Doune; on observe la remontée jusqu'à 15 m de *Porella cervicornis* uniquement au cap Rederis : ce fait pourrait s'expliquer par un hydrodynamisme moins important au niveau de certaines parois surplombantes à *Paramuricea clavata*.

Dans l'ensemble on remarque peu de différences entre les stations dans les conditions bathymétriques comparables. Lorsque les limites bathymétriques sont différentes, le stock total d'espèces varie également. On peut ainsi distinguer deux groupes de stations auxquelles correspondent deux ensembles faunistiques :

— les stations superficielles situées dans l'infralittoral : île Grosse - Castelloussous - Sphinx. De ce groupe nous excluons les grottes superficielles qui feront l'objet d'une étude à part.

— les stations profondes du circalittoral supérieur (20-40 m) : cap Peyrefite - cap Béar.

CHAPITRE II

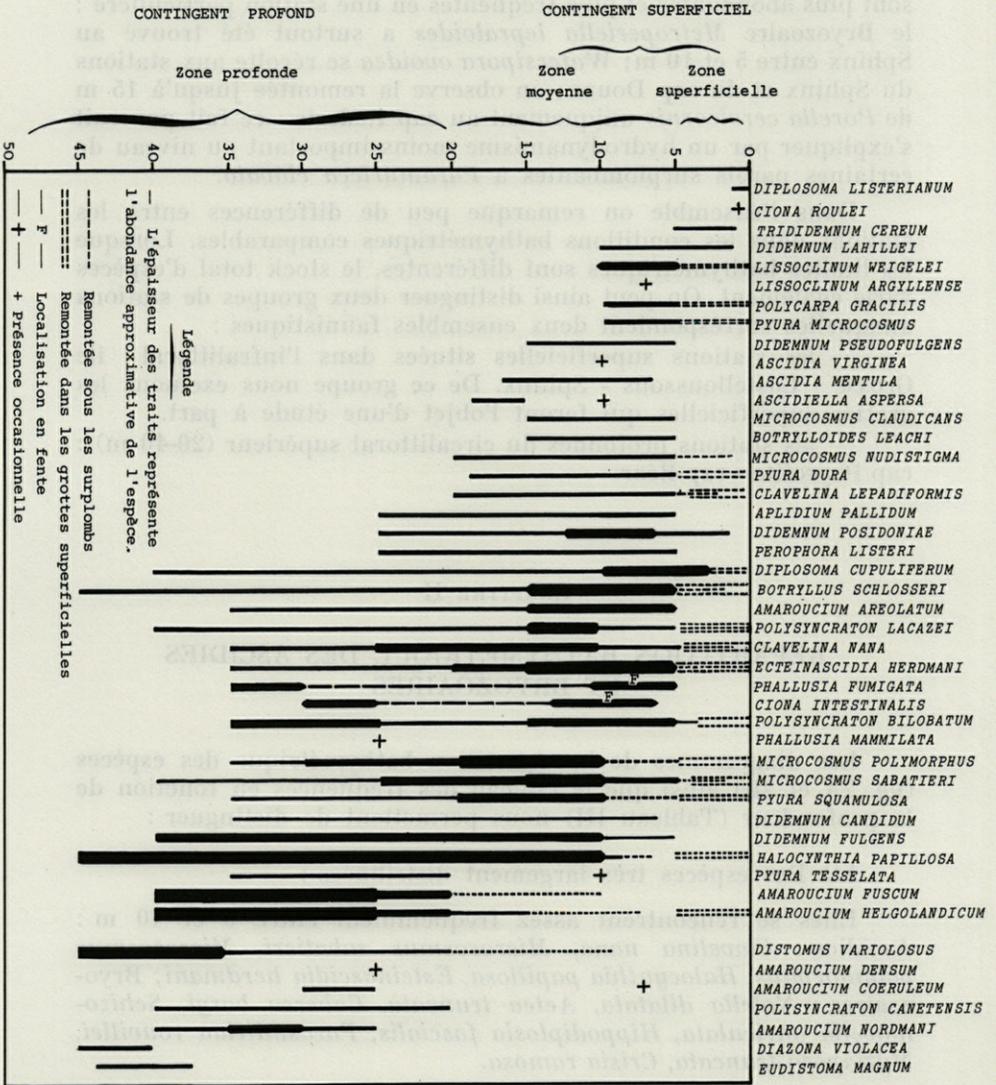
RÉPARTITION BATHYMÉTRIQUE DES ASCIDIES ET BRYOZOAIRES

Les diagrammes de la répartition bathymétrique des espèces (fig. 2A et 2B) ainsi que le tableau des fréquences en fonction de la profondeur (Tableau III) nous permettent de distinguer :

1°) Des espèces très largement distribuées :

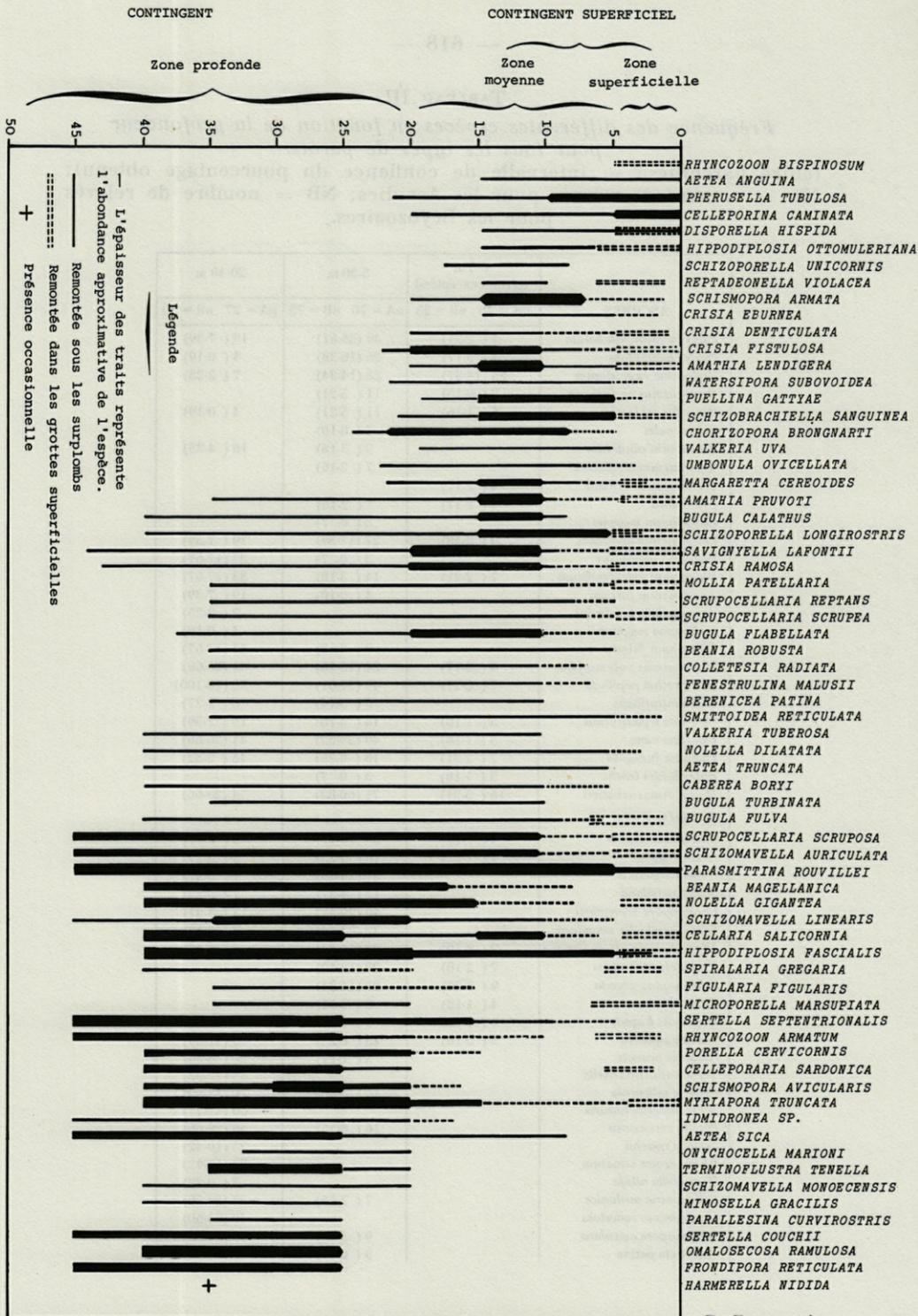
Elles se rencontrent assez fréquemment entre 0 et 40 m :
Ascidies : *Clavelina nana*, *Microcosmus sabatieri*, *Microcosmus polymorphus*, *Halocynthia papillosa*, *Ecteinascidia herdmani*; Bryozoaires : *Nolella dilatata*, *Aetea truncata*, *Caberea boryi*, *Schizomavella auriculata*, *Hippodiplosia fascialis*, *Parasmittina rouvillei*, *Myriapora truncata*, *Crisia ramosa*.

Il est à remarquer que parmi ces espèces *Microcosmus sabatieri*, *Microcosmus polymorphus*, *Ecteinascidia herdmani* sont considérées par LAUBIER (1966) comme des espèces caractéristiques préférantes de la « biocénose » coralligène. Nos observations tendent à montrer que ces espèces sont également abondantes et communes dans la zone infralittorale rocheuse.



A. Ascidies.

FIG. 2. — Répartition bathymétrique.



B. Bryozoaires.

TABLEAU III

*Fréquence des différentes espèces en fonction de la profondeur
pour tous les types de parois.*

(entre parenthèse = intervalle de confiance du pourcentage obtenu);
NA = nombre de relevés pour les Ascidies; NB = nombre de relevés
pour les Bryozoaires.

ASCIDIÉS	0-5 m (grottes exceptées)		5-20 m		20-40 m	
	nA = 46	nB = 55	nA = 70	nB = 75	nA = 27	nB = 30
<i>Polysyncrator bilobatum</i>	7	(2-21)	49	(36-61)	19	(7-39)
<i>Pyura squamulosa</i>	4	(2-17)	26	(16-38)	4	(0-19)
<i>Diplosoma cupuliferum</i>	25	(14-37)	23	(14-34)	7	(2-25)
<i>Microcosmus nudistigma</i>	2	(0-15)	11	(5-21)		
<i>Botryllus schlosseri</i>	5	(1-16)	11	(5-21)	4	(0-19)
<i>Ciona roulei</i>			4	(0-10)		
<i>Didemnum candidum</i>			9	(3-18)	10	(4-35)
<i>Amaroucium areolatum</i>			7	(2-16)		
<i>Trididemnum cereum</i>	4	(2-17)				
<i>Pyura dura</i>	4	(2-17)	7	(2-16)		
<i>Lissoclinum weigelei</i>			3	(0- 7)		
<i>Ecteinascidia herdmani</i>	9	(2-18)	27	(17-39)	19	(7-39)
<i>Distomus variolus</i>			3	(0- 7)	33	(17-67)
<i>Didemnum helgolandicum</i>	7	(2-21)	14	(3-18)	33	(17-67)
<i>Amaroucium fuscum</i>			4	(0-10)	19	(7-39)
<i>Amaroucium nordmani</i>					7	(2-25)
<i>Eudistoma magnum</i>					4	(0-19)
<i>Didemnum fulgens</i>			9	(3-18)	33	(17-67)
<i>Microcosmus polymorphus</i>	4	(2-17)	24	(15-36)	41	(26-66)
<i>Halocynthia papillosa</i>	7	(2-21)	49	(37-61)	93	(70-100)
<i>Ciona intestinalis</i>			6	(5-14)	8	(2-27)
<i>Clavelina lepadiformis</i>	5	(1-16)	14	(3-18)	19	(7-39)
<i>Clavelina nana</i>	5	(1-16)	40	(29-52)	41	(26-66)
<i>Phallusia fumigata</i>	7	(2-21)	16	(8-26)	15	(5-32)
<i>Botrylloides leachi</i>	5	(1-16)	3	(0- 7)		
<i>Microcosmus sabatieri</i>	16	(5-21)	71	(60-82)	74	(26-66)
BRYOZOAIRES						
<i>Amathia lendigera</i>	4	(1-12)	35	(20-47)	3	(0-17)
<i>Aetea anguina</i>	4	(1-12)	16	(8-25)	3	(0-17)
<i>Aetea longicollis</i>			31	(26-43)	7	(0-22)
<i>Mollia patellaria</i>			17	(9-27)	7	(0-22)
<i>Chorizopora brongnarti</i>			40	(29-52)	13	(4-31)
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>			32	(22-44)	3	(0-17)
<i>Hippodiplosia ottomuleriana</i>	2	(0-10)	23	(14-34)	3	(0-17)
<i>Margaretta cereoides</i>	7	(2-18)	28	(18-40)		
<i>Schismopora armata</i>	9	(3-20)	23	(14-34)		
<i>Crisia eburnea</i>	4	(1-12)	8	(3-17)		
<i>Disporella hispida</i>	4	(1-12)	9	(3-23)		
<i>Notella gigantea</i>	2	(0-10)	15	(8-25)	45	(31-69)
<i>Amathia pruvoti</i>			4	(1-11)	20	(8-39)
<i>Terminoflustra tenella</i>					33	(17-53)
<i>Cellaria salicornia</i>			16	(8-25)	70	(44-80)
<i>Schizomavella linearis</i>					60	(41-77)
<i>Porella cervicornis</i>			16	(8-25)	50	(28-66)
<i>Sertella couchii</i>					23	(10-42)
<i>Rhyncozoon armatum</i>					23	(10-42)
<i>Harmerella nitida</i>					7	(0-22)
<i>Celleporaria sardonica</i>			7	(2-15)	37	(20-56)
<i>Omalosecosa ramulosa</i>					40	(23-60)
<i>Schismopora avicularis</i>			9	(3-23)	73	(54-88)
<i>Plagioecia patina</i>			3	(0- 7)	10	(2-27)

	0-5 m (grottes exceptées)		5-20 m		20-40 m	
	nA = 46	nB = 55	nA = 70	nB = 75	nA = 27	nB = 30
<i>Diplosolen</i> sp.					13 (4-31)	
<i>Fron dipora reticulata</i>					17 (6-35)	
<i>Aetea sica</i>			5 (0- 9)		57 (38-75)	
<i>Sertella septentrionalis</i>			28 (18-40)		47 (28-66)	
<i>Parasmittina rouvillei</i>	15 (7-27)		59 (49-71)		30 (15-49)	
<i>Pherusella tubulosa</i>	6 (4-20)		4 (1-11)		7 (0-22)	
<i>Nolella dilatata</i>			36 (25-48)		37 (20-56)	
<i>Aetea truncata</i>			20 (12-26)		27 (12-46)	
<i>Spiralaria gregaria</i>			4 (1-11)		17 (6-35)	
<i>Cellaria salicornoides</i>			3 (0- 7)		13 (4-31)	
<i>Scrupocellaria scruposa</i>			17 (9-27)		37 (20-56)	
<i>Scrupocellaria delilli</i>			13 (6-23)		30 (15-49)	
<i>Caberea boryi</i>			29 (21-43)		23 (10-42)	
<i>Bugula flabellata</i>	2 (0-10)		5 (0- 9)		13 (4-31)	
<i>Bugula calathus</i>	2 (0-10)		17 (9-27)		27 (12-46)	
<i>Bugula fulva</i>	2 (0-10)		7 (2-15)		7 (0-22)	
<i>Beania magellanica</i>			11 (5-20)		43 (26-63)	
<i>Savignyella lafontii</i>			28 (18-40)		30 (15-49)	
<i>Schizomavella auriculata</i>	4 (1-12)		36 (25-48)		53 (34-72)	
<i>Schizoporella longirostris</i>			9 (3-23)		7 (0-22)	
<i>Hippodiplosia fascialis</i>	4 (1-12)		47 (35-59)		77 (58-90)	
<i>Watersipora subovoidea</i>			7 (2-15)		10 (2-27)	
<i>Umbonula oviceolata</i>	2 (0-10)		13 (6-23)		10 (2-27)	
<i>Smittoidea reticulata</i>			13 (6-23)		13 (4-31)	
<i>Celleporina caminata</i>			7 (2-15)		3 (0-17)	
<i>Myriapora truncata</i>			37 (27-49)		47 (28-66)	
<i>Crisia ramosa</i>			27 (17-38)		33 (17-53)	
<i>Crisia fistulosa</i>			28 (18-40)		17 (6-35)	

2°) Des espèces qui se raréfient en profondeur :

Polysyncraton bilobatum, *Diplosoma cupuliferum*, *Pyura squamulosa*, *Botryllus schlosseri* pour les Ascidies, et pour les Bryozoaires *Amathia lendigera*, *Aetea anguina*, *Margaretta cereoides*, *Schizobrachiella sanguinea*, *Celleporina caminata*, *Schismopora armata*. Ces espèces font partie d'un contingent « superficiel » caractérisant la zone infra-littorale et ne sont fréquentes que jusqu'à 20 m.

3°) Des espèces qui apparaissent à partir de 25 m et que l'on ne trouve pas dans la zone infralittorale : Ascidies : *Diazona violacea*; Bryozoaires : *Sertella couchii*, *Omalosecosa ramulosa*, *Fron dipora reticulata*, *Terminoflustra tenella*.

Ces espèces font partie d'un contingent « profond » qui se situe essentiellement dans la zone circalittorale. Cet ensemble comprend également des espèces qui sont très fréquentes et très abondantes dans le circalittoral mais que l'on peut retrouver plus haut à la faveur de surplombs : Bryozoaires : *Porella cervicornis*, *Schismopora avicularis*, *Schizomavella linearis*, *Cellaria salicornia*, *Celleporaria sardonica*; Ascidies : *Amaroucium fuscum*, *Didemnum helgolandicum*, *Distomus variolosus*.

La répartition bathymétrique confirme donc l'hypothèse de deux ensembles faunistiques : le premier ensemble comprend les espèces « superficielles » et correspondrait à la biocénose à Algues photophiles décrite par PÉRÈS et PICARD (1964); le second est constitué par les espèces « profondes » qui feraient partie de la biocénose à Algues sciaphiles (PÉRÈS et PICARD, 1964).

La limite entre ces deux ensembles se situe dans la région de Banyuls entre 20 et 25 m. Ceci est particulièrement net sur des rochers isolés au milieu du sable entre 22 et 24 m (Rocher Aspre) et dont le peuplement est plutôt de type « coralligène ».

Pour les Bryozoaires, GAUTIER (1962), indique un changement de faune à 50 m en Méditerranée; il semble qu'à Banyuls ce changement soit amorcé plus haut, vers 25 m, avec l'apparition de certaines espèces : *Omalosecosa ramulosa*, *Fron dipora reticulata*, *Harmerella nitida*.

Cette observation est en accord avec une remontée générale de l'ensemble des peuplements dans la région de Banyuls. Les étages infralittoral et circalittoral sont en effet très resserrés vers le haut, il en résulte une intrication des différents peuplements. Ainsi KERNEIS (1960) indique pour les herbiers à *Posidonia oceanica* une profondeur maximale d'une vingtaine de mètres; cette limite peut aller jusqu'à une trentaine de mètres et plus dans les eaux plus claires (PÉRÈS et PICARD, 1955). D'après LAUBIER (1966), la limite bathymétrique maximale du coralligène est de 28,50 m au cap Oullore et de 39 m au cap l'Abeille. Cette limite va de 30 à 50 m dans les eaux turbides de la région de Marseille, à 60 et 80 m dans les eaux plus claires de Corse (LABOREL, 1961). En Méditerranée orientale le coralligène trouve son extension maximale vers le bas puisqu'il s'étend entre 70 et 90 m dans la partie nord du bassin, entre 90 et 110 m en Mer Egée, et entre 100 et 120 m dans la partie sud. La turbidité particulièrement forte des eaux côtières de la région de Banyuls est considérée par LAUBIER comme responsable du décalage vers le haut subi par l'ensemble des peuplements benthiques phytaux. Cette turbidité entraîne en effet une diminution importante de l'éclaircissement. Ceci montre l'importance du facteur lumière dans la répartition bathymétrique des espèces.

CHAPITRE III

ANALYSE DES PAROIS

L'analyse des parois nous a amené à distinguer 3 zones dans lesquelles la contribution des Ascidies et des Bryozoaires aux peuplements sessiles du benthos rocheux varie selon la profondeur et, pour une profondeur donnée, selon l'inclinaison et l'orientation des parois.

Le tableau IV exprime les fréquences des espèces en fonction de la profondeur et du type de paroi; ne sont notées que les espèces

TABLEAU IV

*Fréquence des espèces sur les différents types de parois
aux différentes profondeurs.*

(entre parenthèse = intervalle de confiance du pourcentage obtenu);
RA = nombre de relevés pour les Ascidies; RB = nombre de relevés
pour les Bryozoaires.

Espèces 0-5 m	Horizontales		Verticales S		Verticales N		Surplombantes	
	RA = 15	RB = 15	RA = 14	RB = 16	RA = 14	RB = 13	RA = 13	RB = 11
ASCIDIÉS								
<i>Botryllus schlosseri</i>	13 (2-40)							
<i>Diplosoma cupuliferum</i>			21 (5-54)		50 (23-80)		23 (6-59)	
<i>Microcosmus sabatieri</i>			14 (2-46)		29 (9-62)		23	
<i>Phallusia fumigata (F)</i>					21 (5-54)		23	
<i>Ecteinascidia herdmani</i>							23	
<i>Halocynthia papillosa</i>							23	
<i>Polysyncraton lacazei</i>					21		17 (0-39)	
<i>Polysyncraton bilobatum</i>					14 (2-46)		17	
<i>Didemnum helgolandicum</i>					14		17	
<i>Clavelina lepadiformis</i>					14		17	
<i>Microcosmus polymorphus</i>							17	
BRYOZOAIRES								
<i>Parasmittina rouvillei</i>			14 (0-30)		31 (10-65)		27 (6-62)	
<i>Schismopora armata</i>							27	
<i>Margaretta cereoides</i>					23 (6-59)		18	
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>			14		17 (0-31)		18	
<i>Pherusella tubulosa</i>							18	
<i>Amathia lendigera</i>							18	
<i>Aetea anguina</i>							18	
<i>Celleporina caminata</i>							18	
<i>Schizomavella auriculata</i>							18	
<i>Haplopoma bimucronatum</i>							18	

Espèces 5-20 m	Horizontales		Verticales S		Verticales N		Surplombantes	
	RA = 11	RB = 14	RA = 15	RB = 12	RA = 18	RB = 21	RA = 26	RB = 28
ASCIDIÉS								
<i>Microcosmus sabatieri</i>	45 (12-71)		47 (25-76)		72 (41-85)		96 (82-100)	
<i>Polysyncraton bilobatum</i>			27 (9-59)		72		77 (51-85)	
<i>Halocynthia papillosa</i>			20 (5-50)		56 (27-73)		77 (51-85)	
<i>Clavelina nana</i>	18 (3-53)		20 (5-50)		33 (15-59)		62 (36-74)	
<i>Microcosmus polymorphus</i>					11 (0-29)		62	
<i>Ecteinascidia herdmani</i>	18		20		33		42 (21-58)	
<i>Pyura squamulosa</i>	10 (0-41)		13 (2-40)		17 (1-37)		42	
<i>Phallusia fumigata (F)</i>					28 (11-56)		26 (12-50)	
<i>Clavelina lepadiformis</i>	10				17 (1-37)		23 (9-49)	
<i>Microcosmus nudistigma</i>					11 (0-29)		23	
<i>Ciona intestinalis (F)</i>							20 (7-39)	
<i>Didemnum pseudofulgens</i>							20	
<i>Diplosoma cupuliferum</i>	18 (3-53)		20 (5-50)		33 (15-59)		19 (3-31)	
<i>Botrylloides leachi</i>	10 (0-41)							
<i>Botryllus schlosseri</i>					28 (11-56)		19	
<i>Polysyncraton lacazei</i>			13 (2-40)		17 (1-37)		19	
<i>Didemnum helgolandicum</i>					11 (0-29)		19	
<i>Amaroucium areolatum</i>	10				17 (1-37)			
<i>Pyura dura</i>					17		19	
<i>Microcosmus claudicans</i>					15 (1-32)		15 (0-27)	
<i>Amaroucium fuscum</i>					11 (0-29)			
<i>Didemnum candidum</i>					11		15	
<i>Didemnum lahillei</i>							15 (0-27)	

Espèces 20-40 m	Horizontales		Verticales		Surplombantes	
	RA = 15	RB = 21	RA = 8	RB = 6	RA = 4	RB = 3
ASCIDIÉS						
<i>Halocynthia papillosa</i>	80	(52-96)	100		100	
<i>Microcosmus sabatieri</i>	60	(32-84)	100		75	
<i>Microcosmus polymorphus</i>	20	(4-48)	50		75	
<i>Clavelina nana</i>	40	(16-68)	25		75	
<i>Didemnum helgolandicum</i>	47	(21-73)	25		50	
<i>Clavelina lepadiformis</i>			25		50	
<i>Distomus variolosus</i>	47		25		50	
<i>Didemnum fulgens</i>	47		25		25	
<i>Polysyncraton canetensis</i>	27	(8-55)	25			
<i>Amaroucium fuscum</i>	20	(4-48)	25		25	
<i>Amaroucium albicans</i>					25	
<i>Amaroucium nordmani</i>					25	
<i>Amaroucium densum</i>					25	
<i>Apidium pallidum</i>			25		25	
<i>Didemnum candidum</i>	20		25		25	
<i>Polysyncraton bilobatum</i>	20		25		25	
<i>Ciona intestinalis</i>	20		25		25	
<i>Phallusia fumigata</i>					25	
<i>Polysyncraton lacazei</i>	20		25		25	
<i>Ecteinascidia herdmani</i>	20		25		25	
<i>Didemnum posidoniae</i>	13	(2-40)	25			
<i>Perophora listeri</i>	13					
BRYOZOAIRES						
<i>Beania magellanica</i>	48	(29-75)	100		100	
<i>Schizomavella linearis</i>	52	(33-79)	67		100	
<i>Myriapora truncata</i>	43	(22-65)	67		75	
<i>Spirularia gregaria</i>					71	
<i>Nolella gigantea</i>	48	(29-75)	67		71	
<i>Hippodiplosia fascialis</i>	86	(66-97)	67		67	
<i>Cellaria salicornia</i>	81	(60-95)	67		67	
<i>Aetea sica</i>	71	(53-93)	33		67	
<i>Omalosecosa ramulosa</i>	48	(29-75)	33			
<i>Porella cervicornis</i>	43	(22-65)	67		67	
<i>Savignyella lafonti</i>	43		67		67	
<i>Crisia ramosa</i>	43		33			
<i>Nolella dilatata</i>	33	(16-61)	33		67	
<i>Beania magellanica</i>	38	(18-62)				
<i>Schizomavella auriculata</i>	38		67		67	
<i>Terminoflustra tenella</i>	33	(16-61)	33		67	
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	33		67		67	
<i>Celleporaria sardonica</i>	33		33		67	
<i>Crisia eburnea</i>					67	
<i>Crisia denticulata</i>					67	
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>					67	
<i>Scrupocellaria delilii</i>	33		33		33	
<i>Valkeria tuberosa</i>	29	(12-53)	33		67	
<i>Bugula calathus</i>	29		33		33	
<i>Smittoidea reticulata</i>	24	(8-48)	67			
<i>Rhyncozoon armatum</i>	24		33			
<i>Aetea sica</i>			33			
<i>Mollia patellaria</i>			33		33	
<i>Onychoella marioni</i>					33	
<i>Spirularia gregaria</i>			33		33	
<i>Beania hirtissima hirt.</i>	10	(1-31)	33		33	
<i>Chorizopora brongnarti</i>	10		33		33	

Espèces 20-40 m	Horizontales		Verticales		Surplombantes	
	RA = 15	RB = 21	RA = 8	RB = 6	RA = 4	RB = 3
<i>Schizomavella monoecensis</i>	10		33		33	
<i>Microporella marsupiata</i>					33	
<i>Umbonula ovicellata</i>	10		33		33	
<i>Smittina landsborovi</i>			33		33	
<i>Parasmittina rouvillei</i>	10		33		33	
<i>Metropieriella lepraloides</i>			33		33	
<i>Escharella variolosa</i>					33	
<i>Sertella couchi</i>	19 (6-43)		33		33	
<i>Schismopora avicularis</i>			67		33	
<i>Caberea boryi</i>	29 (12-53)		33		17	
<i>Crisia fistulosa</i>	24 (8-48)				17	
<i>Tubulipora contorta</i>	24					
<i>Bugula flabellata</i>	19 (6-43)		33			
<i>Diplosolen sp.</i>	19		33			
<i>Fron dipora reticulata</i>	19		33		33	
<i>Mimosella gracilis</i>	10 (1-31)					
<i>Aetea longicollis</i>	10					
<i>Bugula fulva</i>	10					
<i>Membraniporella nitida</i>	10					
<i>Colletosia radiata</i>	10		33			
<i>Schizoporella longirostris</i>	10		33			
<i>Tubulipora liliacea</i>	10					
<i>Amathia pruvoti</i>					17	
<i>Harmerella nitida</i>			33		17	
<i>Lekytopora lucida</i>			33		17	
<i>Schismopora robusta</i>	10				17	
<i>Schismopora tubigera</i>					17	
<i>Sertella septentrionalis</i>			67		17	
<i>Aetea truncata</i>			33			
<i>Cellaria normani</i>			33			

dont la fréquence est supérieure à 10, c'est-à-dire celles qui ont été récoltées plus d'une ou deux fois.

Le tableau V donne l'indice de tolérance des différentes parois en fonction de la profondeur.

Le diagramme (fig. 3) indique le nombre total d'espèces ($F \geq 10$) sur les différentes parois en fonction de la profondeur.

I. INFRA LITTORAL : zone superficielle de 0 à 5 m

Par rapport aux autres niveaux la zone superficielle apparaît peu peuplée par les Ascidies et les Bryozoaires. La fréquence de la plupart des espèces est peu élevée : d'une façon générale on observe une faible tolérance des parois rocheuses à ce niveau.

Pour les Ascidies l'indice de tolérance passe de 2 % (parois horizontales) à 4 % (verticales) puis 16 % (verticales N) et 20 % (surplombantes) alors que chez les Bryozoaires le même indice inférieur à 1 % sur les parois horizontales n'atteint que 8 % sur les parois surplombantes. Ce niveau est donc beaucoup plus sélectif pour les Bryozoaires que pour les Ascidies.

TABLEAU V

Indice de Tolérance (T.) des Ascidies (A.) et Bryozoaires (B.)
pour les différents types de parois aux différentes profondeurs.
N = nombre d'espèces.

	Horizontales		Verticales S.		Verticales N.		Surplombantes	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.
0- 5 m								
N.	1	1	2	2	8	3	10	9
T.	2 %	0,85 %	4 %	2 %	16 %	3 %	20 %	8 %
5-20 m								
N.	8	13	8	15	19	27	18	43
T.	16 %	11 %	16 %	13 %	37 %	23 %	35 %	37 %
20-40 m								
N.	18	42	20		48		20	50
T.	35 %	36 %	39 %		41 %		39 %	43 %

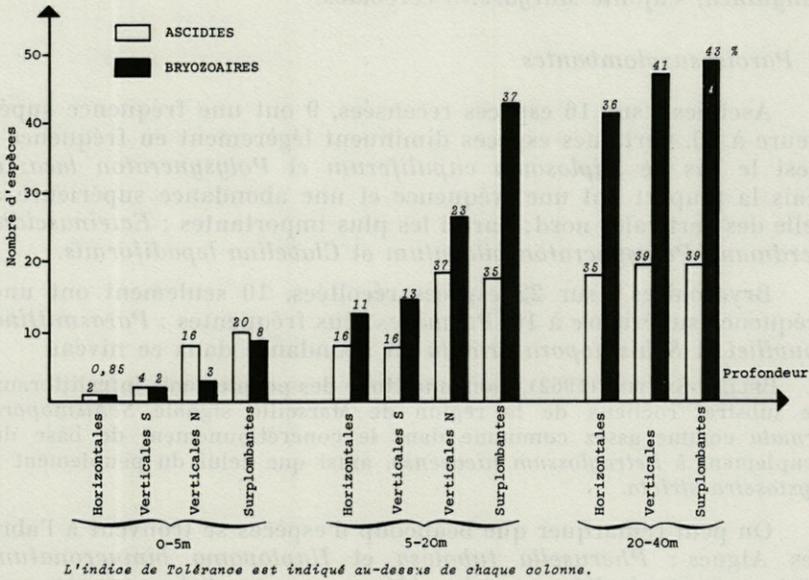


FIG. 3. — Diagramme du nombre des espèces en fonction de la profondeur.

1. *Parois horizontales*

Ascidies : on ne trouve guère que *Botryllus schlosseri* formant des encroûtements sur certaines pierres.

Bryozoaires : sur deux espèces récoltées aucune n'a une fréquence supérieure à 10.

2. *Parois verticales*

a) verticales sud : Ascidies : les espèces dominantes sont *Diplosoma cupuliferum* et *Microcosmus sabatieri*; Bryozoaires : on peut noter *Parasmittina rouvillei* et *Schizobrachiella sanguinea* qui forment des croûtes sur le rocher.

b) verticales nord : Ascidies : l'indice de tolérance augmente notablement; *Diplosoma cupuliferum* atteint un maximum de fréquence : c'est une des espèces les mieux représentées à ce niveau. *Microcosmus sabatieri* se rencontre surtout sous forme isolée. *Polysyncraton lacazei* est fréquente, elle peut former de larges plaques rouge sombre. On note quelques *Phallusia fumigata*. *Clavelina lepadiformis*, *Polysyncraton bilobatum* et *Erteinascidia herdmani* commencent à apparaître.

Bryozoaires : au *Parasmittina rouvillei* dont la fréquence a augmenté par rapport aux verticales sud et au *Schizobrachiella sanguinea*, s'ajoute *Margaretta cereoides*.

3. *Parois surplombantes*

Ascidies : sur 16 espèces recensées, 9 ont une fréquence supérieure à 10. Certaines espèces diminuent légèrement en fréquence : c'est le cas de *Diplosoma cupuliferum* et *Polysyncraton lacazei*. Mais la plupart ont une fréquence et une abondance supérieure à celle des verticales nord; parmi les plus importantes : *Ecteinascidia herdmani*, *Polysyncraton bilobatum* et *Clavelina lepadiformis*.

Bryozoaires : sur 22 espèces récoltées, 10 seulement ont une fréquence supérieure à 10. Parmi les plus fréquentes : *Parasmittina rouvillei* et *Schismopora armata* en abondance dans ce niveau

BELLAN-SANTINI (1962), dans une étude des peuplements infralittoraux de substrat rocheux de la région de Marseille signale *Schismopora armata* comme assez commune dans le concrétionnement de base du peuplement à *Petroglossum nicaeense*, ainsi que celui du peuplement à *Cystoseira stricta*.

On peut remarquer que beaucoup d'espèces se trouvent à l'abri des Algues : *Pherusella tubolosa* et *Haplopoma bimucronatum* sont souvent récoltées sur des Algues rouges; *Aetea anquina* est fréquente sur *Codium* et *Padina*.

TABLEAU VI

Liste des espèces d'Ascidies et de Bryozoaires dans les grottes
en fonction des différents types de parois

(H. = horizontales; F.g. = fond de grotte).

ε = présence occasionnelle; + = présente; C = abondante; CC = très abondante.

Grotte de Bear	H	Paroi ombragée		Paroi semi-obscur		F. g.
	10-15 m	0-5 m	5-10 m	0-5 m	5-10 m	0-5 m
ASCIDIÉS						
<i>Clavelina lepadiformis</i>					c	
<i>Clavelina nana</i>					c	
<i>Didemnum helgolandicum</i>					+	+
<i>Didemnum fulgens</i>			+		+	
<i>Polysyncrator bilobatum</i>		+	+	+	+	
<i>Polysyncrator lacazei</i>		c	c	cc	cc	c
<i>Lissoclinum weigelei</i>			c	cc	cc	cc
<i>Diplosoma cupuliferum</i>		cc	cc	cc	cc	+
<i>Ecteinascidia herdmani</i>					cc	
<i>Microcosmus nudistigma</i>					+	
<i>Microcosmus sabatieri</i>			+		c	
<i>Halocynthia papillosa</i>			+		c	
<i>Pyura squamulosa</i>			c	+	c	+
<i>Pyura dura</i>				+	+	+
BRYOZOAIRES						
<i>Nolella dilatata</i>					+	
<i>Victorella pavida</i>					+	
<i>Mimosella verticillata</i>					+	
<i>Amathia lendigera</i>					+	
<i>Aetea anguina</i>						c
<i>Aetea truncata</i>					+	
<i>Aetea longicollis</i>					c	
<i>Spiralaria gregaria</i>					+	
<i>Mollia patellaria</i>					+	
<i>Cellaria salicornia</i>					c	
<i>Cellaria salicornoides</i>					c	
<i>Scrupocellaria scruposa</i>					cc	
<i>Scrupocellaria delilii</i>					+	
<i>Scrupocellaria scrupea</i>					c	
<i>Bugula fulva aquilirostris</i>					c	
<i>Beania hirtissima hirtissima</i>					+	
<i>Savignyella lafonti</i>					c	
<i>Chorizopora brongniarti</i>	+					
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>				c	cc	
<i>Schizomavella hastata</i>					+	
<i>Schizoporella longirostris</i>			c		cc	cc
<i>Schizoporella unicornis</i>	+					c
<i>Hippodiplosia ottomulleriana</i>					+	
<i>Microporella ciliata</i>						+
<i>Microporella marsupiata</i>	+					
<i>Smittoidea reticulata</i>					+	
<i>Metroperiella lepraloides</i>					+	
<i>Escharella variolosa</i>						c
<i>Margaretta cereoides</i>					c	
<i>Reptadeonella violacea</i>						+
<i>Rhynchosoon bispinosum</i>			+		c	cc
<i>Schismopora robusta</i>					c	
<i>Myriapora truncata</i>				+	c	
<i>Crisia fistulosa</i>					+	

TABLEAU VI (suite)

Grotte du Troc	H.	Paroi ombragée SE		Paroi semi-obscur NW		F.g.
	10 m	0-5 m	5-10 m	0-5 m	5-10 m	0-5 m
ASCIDIÉS						
<i>Clavelina lepadiformis</i>			+		c	
<i>Clavelina nana</i>			+		c	
<i>Amaroucium areolatum</i>			+			
<i>Didemnum helgolandicum</i>				+		
<i>Didemnum fulgens</i>		+		+		
<i>Polysyncraton lacazei</i>		c	c	cc	cc	
<i>Lissoclinum weigelei</i>		+		c		
<i>Deiplosoma cupuliferum</i>		cc	cc	cc	cc	c
<i>Ciona intestinalis</i>		ε				
<i>Perophora listeri</i>		+				
<i>Ecteinascidia herdmani</i>				c	c	
<i>Phallusia fumigata</i>				ε		
<i>Polycarpa gracilis</i>				+		
<i>Botryllus schlosseri</i>	+	c	c	c		
<i>Microcosmus polymorphus</i>					c	
<i>Microcosmus nudistigma</i>				+		
<i>Microcosmus sabatieri</i>				c	c	
<i>Pyura squamulosa</i>				c		
BRYOZOAIRES						
<i>Nolella dilatata</i>		c	c	c		
<i>Nolella gigantea</i>						cc
<i>Amathia lendigera</i>		c	c	c		
<i>Aetea anguina</i>		+	+	c		
<i>Scruparia chelata</i>					+	
<i>Cellaria salicornia</i>				c	c	
<i>Scrupocellaria scruposa</i>				+		
<i>Scrupocellaria reptans</i>		+		c		
<i>Scrupocellaria scrupea</i>					c	
<i>Scrupocellaria bertholleti</i>					+	
<i>Caberea boryi</i>				+		
<i>Savignyella lafontii</i>					c	
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>					+	
<i>Schizomavella auriculata</i>					c	
<i>Schizoporella longirostris</i>				c	cc	cc
<i>Hippodiplosia fascialis</i>				c	c	
<i>Hippodiplosia ottomulleriana</i>				cc	cc	
<i>Parasmittina rouvillei</i>		+	c		c	
<i>Rhynchosoon bispinosum</i>		c				
<i>Celleporina caminata</i>	c					
<i>Schismopora armata</i>				c	c	

Grotte du Cap Doune	H.	Parois et plafond	F.g.
		0-5 m	0-5 m
ASCIDIÉS			
<i>Clavelina nana</i>		c	
<i>Trididemnum cereum</i>		+	
<i>Didemnum candidum</i>		+	
<i>Polysyncraton lacazei</i>		c	
<i>Diplosoma cupuliferum</i>		cc	c
<i>Perophora listeri</i>		+	
<i>Distomus variolus</i>		+	
<i>Botryllus schlosseri</i>		c	
<i>Microcosmus polymorphus</i>		+	
<i>Microcosmus sabatieri</i>		c	c
<i>Halocynthia papillosa</i>		ε	+
BRYOZOAIRES			
<i>Pherusella tubulosa</i>		cc	
<i>Nolella gigantea</i>			cc
<i>Nolella dilatata</i>		c	
<i>Amathia lendigera</i>			+
<i>Amathia pruvoti</i>		+	
<i>Aetea anguina</i>		+	
<i>Aetea truncata</i>		+	
<i>Cellaria salicornia</i>		+	
<i>Scrupocellaria reptans</i>		+	
<i>Puellina gattya</i>		+	
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>			+
<i>Schizomavella auriculata</i>			c
<i>Hippodiplosia ottomulleriana</i>			cc
<i>Microporella ciliata</i>		cc	
<i>Watersipora subovoidea</i>			+
<i>Escharoides coccinea</i>			+
<i>Escharoides megarostris</i>			+
<i>Umbonula oviceolata</i>		+	
<i>Smittoidea reticulata</i>			+
<i>Parasmittina rouvillei</i>			c
<i>Margaretta cereoides</i>		c	
<i>Celleporina caminata</i>		c	
<i>Schismopora armata</i>		+	cc
<i>Crisia ramosa</i>			c
<i>Crisia denticulata</i>			e
<i>Crisia fistulosa</i>			+
<i>Lichenopora radiata</i>		c	
<i>Disporella hispida</i>		cc	

TABLEAU VII
Fréquence des espèces pour les différents types de parois
dans les grottes

Espèces	Paroi semi-obscur	Paroi ombragée	Fond de la grotte
ASCIDIÉS			
<i>Microcosmus sabatieri</i>	100	33	17
<i>Pyura squamulosa</i>	100	17	
<i>Polysyncraton lacazei</i>	100	50	
<i>Clavelina lepadiformis</i>	50	33	
<i>Clavelina nana</i>	50	17	
<i>Polysyncraton bilobatum</i>	50	50	
<i>Lissoclinum weigelei</i>	50	33	17
<i>Diplosoma cupuliferum</i>	50	33	
<i>Microcosmus polymorphus</i>	50	17	40
<i>Pyura dura</i>	50		
<i>Botryllus schlosseri</i>	33	33	
<i>Ecteinascidia herdmani</i>	33	17	
<i>Halocynthia papillosa</i>	33	33	
<i>Polycarpa gracilis</i>	29		
<i>Pyura microcosmus</i>	17		
<i>Didemnum helgolandicum</i>	17		
BRYOZOAIRES			
<i>Amathia lendigera</i>	80	17	
<i>Myriapora truncata</i>	80		
<i>Schizoporella longirostris</i>	60	17	33
<i>Margaretta cereoides</i>	60		
<i>Disporella hispida</i>	60	17	
<i>Nolella gigantea</i>	40	17	66
<i>Cellaria salicornia</i>	40		
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	40		
<i>Scrupocellaria scrupea</i>	40		
<i>Savignyella lafonti</i>	40		
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	40		
<i>Hippodiplosia fascialis</i>	40		
<i>Rhyncozoon bispinosum</i>	40		
<i>Celleporaria sardonica</i>	40		
<i>Amathia pruvoti</i>	20	17	
<i>Spiralaria gregaria</i>	20		
<i>Mollia patellaria</i>	20		
<i>Scrupocellaria delillii</i>	20		
<i>Scrupocellaria reptans</i>	20	17	
<i>Bugula fulva</i>	20		
<i>Schizomavella auriculata</i>	20		33
<i>Hippodiplosia ottomuleriana</i>	20		33
<i>Microporella marsupiata</i>	20		
<i>Smittoidea reticulata</i>	20		
<i>Parasmittina rouvillei</i>	20		
<i>Schismopora armata</i>	20		
<i>Crisia fistulosa</i>	20		
<i>Reptadeonella violacea</i>			33
<i>Pherusella tubulosa</i>	20		

II. — INFRA-LITTORAL : zone moyenne de 5 à 20 m

Ce niveau est caractérisé par un accroissement progressif du recouvrement des parois avec une dominance des Algues souples. Parallèlement on observe une augmentation sensible de la participation des Ascidies et des Bryozoaires au peuplement des différentes parois.

1. *Parois horizontales*

Elles se peuplent progressivement avec la profondeur croissante. L'indice de tolérance pour les Ascidies est égal à celui des parois verticales nord entre 0 et 5 m (16 %). Sur 17 espèces d'Ascidies, 8 ont une fréquence supérieure ou égale à 10. Les espèces les plus fréquentes sont : *Microcosmus sabatieri* en individus isolés, *Clavelina nana* forme pendant la période d'abondance maximum de petits bouquets. On peut trouver également *Diplosoma cupuliferum* et *Ecteinascidia herdmani* mais avec une fréquence faible.

Ce type de paroi a pour les Bryozoaires une tolérance légèrement supérieure à celles des parois surplombantes entre 1 et 5 m (11 %). Il est à remarquer que cette plus grande tolérance coïncide avec un développement de plus en plus important des Algues sur ces surfaces. Ces Algues constituent pour beaucoup de Bryozoaires un abri contre les conditions ambiantes et déterminent à l'échelle de certaines espèces un microbiotope qui permet leur fixation et leur développement; elles influencent ainsi les conditions de lumière, agitation et sédimentation. Trente six espèces sont présentes, mais 13 seulement ont une fréquence supérieure ou égale à 10. Parmi les plus fréquentes *Hippodiplosia fascialis* constitue avec ses larges frondes entrelacées un abri pour certaines espèces (*Aetea*, *Nolella*...). *Aetea anguina* présente là sa fréquence la plus élevée. *Mollia patellaria* forme des croûtes unilamellaires sur les Algues calcaires encroûtantes : c'est une des espèces les plus photophiles, cependant elle ne présente pas là son maximum de fréquence. *Schismopora robusta*, *Nolella dilatata*, *Aetea truncata*, *Aetea longicollis*, *Scrupocellaria scruposa*, *Crisia eburnea*, *Crisia fistulosa* et *Chorizopora brongnarti* peuvent se récolter en épibiose sur différentes Algues (*Codium*, *Udotea*...)

2. *Parois verticales*

Il existe beaucoup de différences entre les parois exposées au nord et celles exposées au sud. On observe tous les intermédiaires, d'une part entre les parois verticales orientées sud et les parois

horizontales, d'autre part entre les parois orientées au nord et les parois surplombantes.

a) Parois verticales sud

Elles sont appauvries qualitativement et quantitativement par rapport aux parois verticales nord. Les indices de tolérance sont sensiblement les mêmes que sur les parois horizontales : Ascidies 16 %, Bryozoaires 13 %.

D'une façon générale la fréquence et l'abondance sont bien moindres que sur les parois verticales nord; sur 18 espèces d'Ascidies, on peut en retenir 8 qui ont une fréquence égale ou supérieure à 10, et sur 25 espèces de Bryozoaires, 15. Les plus fréquentes sont *Microcosmus sabatieri*, *Polysyncraton bilobatum*, *Clavelina nana*, *Diplosoma cupuliferum*, *Ecteinascidia herdmani* pour les Ascidies, et pour les Bryozoaires, *Schizobrachiella sanguinea* et *Parasmittina rouvillei*.

Il faut cependant remarquer que la fréquence et l'abondance de certaines espèces peut augmenter sensiblement sur les parois verticales sud à la faveur d'un microsurplomb; leur valeur se rapproche alors de celle que l'on trouve sur les parois verticales nord.

b) Parois verticales nord

On rencontre 30 espèces d'Ascidies dont 19 ont une fréquence supérieure ou égale à 10, ce qui correspond à un indice de tolérance de 37 %. Sur 41 espèces de Bryozoaires, 27 peuvent être signalées ($F \geq 10$). L'indice de tolérance pour ce groupe est de 23 %.

Les fréquences sont plus élevées que sur les parois verticales sud; ainsi chez les Ascidies, *Halocynthia papillosa* passe de la fréquence 56 à la fréquence 77, *Clavelina nana* passe de 39 à 61, *Microcosmus polymorphus* de 11 à 62, chez les Bryozoaires *Sertella septentrionalis* de 37 à 54, *Myriapora truncata* de 19 à 75, *Crisia fistulosa* de 19 à 50, *Savignyella lafonti* de 29 à 50.

3. Parois surplombantes

Elles ont une densité de peuplement élevée avec un recouvrement souvent supérieur à 100 %; elles se caractérisent par un grand nombre d'espèces qui présentent là leur maximum de fréquence et souvent d'abondance.

Ascidies : on peut trouver 28 espèces dont 18 ont une fréquence supérieure ou égale à 10, ce qui donne un indice de tolérance élevé (40 %). Certaines espèces sont très fréquentes et très abondantes : *Microcosmus sabatieri* recouvert de nombreux épibiontes; *Pyura squamulosa* et *Microcosmus nudistigma* souvent associées à *Micro-*

cosmus sabatieri; *Halocynthia papillosa* est commune, toutefois, bien que sa fréquence soit élevée elle n'est pas ici à son maximum. On observe à la base des Algues sur les Eponges et le rocher, de nombreuses colonies de *Polysyncraton bilobatum*. *Microcosmus polymorphus* n'est pas rare ainsi que *Clavelina nana* qui forme saisonnièrement des bouquets de plus de 10 cm de diamètre. *Ecteinascidia herdmani* peut former localement de véritables tapis sur le rocher, les Microcosmes, les Eponges. On trouve souvent dans les fentes des individus isolés de *Phallusia fumigata* et *Ciona intestinalis*.

Bryozoaires : l'indice de tolérance est sensiblement le même que pour les Ascidiés (35 %); le nombre d'espèces recensées est très élevé, 69, dont 43 avec une fréquence égale ou supérieure à 10.

Parasmittina rouvillei atteint au niveau de ces parois son maximum de fréquence (90); elle forme souvent de larges plaques de plusieurs cm² sur le rocher; *Myriapora truncata* est fréquente : ses colonies basses et larges abritent des Bryozoaires plus fragiles. *Hippodiplosia fascialis* présente des colonies formées de larges frondes anastomosées qui portent en épibiose d'autres Bryozoaires (*Bugula*, *Aetea*...). *Amathia pruvoti* et *A. lendigera* forment de longues touffes, particulièrement sur les parois bien abritées, de même que *Savignyella lafonti*. *Caberea boryi* développe de nombreuses colonies, surtout à la faveur de microsurlombs. *Nolella dilatata* et *Chorizopora brongnarti* sont fréquentes sur *Udotea petiolata*, Algues abondante sur ce type de paroi. *Sertella septentrionalis* développe saisonnièrement des colonies basses et larges; *Schizomavella auriculata* forme des croûtes unilamellaires sur les Eponges, les Microcosmes... Nous n'avons pas récolté la forme plurilamellaire si fréquente dans le circalittoral. Avec une fréquence moindre les *Crisia* (*C. denticulata*, *C. ramosa*), les Bugules (*B. calathus*, *B. fulva*) et les *Scrupocellaria* (*S. delilli*, *S. scrupea*, *S. scruposa*) forment parfois une strate muscinante assez dense.

4. Cas particulier des fentes

Dans les niveaux supérieurs (5-15 m), on constate pour certaines espèces d'Ascidiés une affinité marquée pour les fentes. C'est le cas de *Ciona intestinalis* et de *Phallusia fumigata* qui sont pratiquement inaccessibles à l'état contracté. Ces espèces sont faciles à récolter à partir de 25 m sur des parois horizontales. La lumière est sans aucun doute un des facteurs qui contribuent à la localisation de ces espèces dans un tel biotope, cependant il n'est pas le seul en cause; en effet *Ciona intestinalis* et *Phallusia fumigata* ne s'observent pas dans tous les milieux où l'éclaircissement est diminué (surlombs ou grottes); l'agitation de l'eau doit avoir un rôle

important, et c'est dans l'infralittoral où son action est la plus forte qu'elle contribue à la sélectivité des parois rocheuses.

III. CIRCALITTORAL SUPÉRIEUR : zone profonde (20-40 m)

Ce niveau est marqué par le développement intensif des Algues sciaphiles encroûtantes qui constituent le coralligène.

Il nous a paru nécessaire de l'inclure dans l'étude du benthos rocheux, nous ne l'avons cependant pas envisagé d'une façon exhaustive, un important travail ayant été effectué par LAUBIER (1966). Nous n'avons pas pu, entre autres, considérer les espèces dites « mésolithes » par cet auteur et qui vivent dans les petites cavités de ce milieu si complexe.

La profondeur de 40 m est arbitraire, c'est la profondeur maximale permettant un travail suivi en plongée. Les quelques incursions rapides faites entre 40 et 50 m ont permis de constater qu'il ne semble pas y avoir de changement de faune dans cette tranche de profondeur (au-delà de 50 m nous n'avons pas trouvé de fonds rocheux dans la zone étudiée), cependant, les relevés étaient trop peu nombreux pour pouvoir calculer des fréquences.

1°) La première constatation que l'on peut faire est l'uniformisation des peuplements des différents types de parois : les indices de tolérance sont sensiblement les mêmes sur les parois horizontales, verticales et surplombantes, le nombre d'espèces sur les différents types de parois est en effet très proche. Ce fait est plus net pour les Ascidies que pour les Bryozoaires. On peut recenser sur les parois horizontales 26 espèces d'Ascidies dont 18 ont une fréquence égale ou supérieure à 10; 69 Bryozoaires parmi lesquels 42 ont une fréquence égale ou supérieure à 10; sur les parois verticales 20 Ascidies et 48 Bryozoaires; sur les parois surplombantes 20 Ascidies et 50 Bryozoaires. L'inclinaison des parois a donc une importance moindre, les parois surplombantes étant cependant quantitativement plus riches. L'orientation des parois a peu d'importance à ce niveau : nous avons trouvé approximativement les mêmes fréquences pour les parois orientées au sud et celles orientées au nord.

2°) Le deuxième fait frappant est l'abondance des formes dressées de Bryozoaires. Ceci semble dû à une agitation plus faible; on remarque en effet que dans l'infralittoral, où elle est bien plus importante, il y en a peu, celles qui subsistent sont localisées sous des surplombs ou des parois surplombantes bien abritées (parois à *Paramuricea clavata* du cap Rederis). Parallèlement on observe une diminution quantitative des Bryozoaires encroûtants, la sédimentation importante sur les parois horizontales pourrait

en grande partie, être responsable de cette sélectivité; en outre elle joue certainement un rôle dans la position des grandes Ascidies simples qui présentent leurs siphons dirigés, le plus souvent, parallèlement au fond.

On distingue 3 groupes d'espèces à ce niveau :

1) Des espèces communes avec l'infralittoral rocheux et largement distribuées :

Ascidies : *Halocynthia papillosa*, souvent en batteries de plusieurs individus, atteint une fréquence maximale sur les parois verticales et surplombantes. *Microcosmus sabatieri* se trouve moins fréquemment que dans l'infralittoral; son abondance est également moindre. *Clavelina lepadiformis* : sous forme d'individus isolés garde une fréquence assez élevée. *Didemnum fulgens* forme de grandes colonies de quelques dm².

Bryozoaires : *Schizomavella linearis* et *Beania magellanica* ont une fréquence maximale; toutes deux préfèrent les parois verticales ou surplombantes. *Hippodiplosia fascialis* est abondant avec une fréquence élevée : les colonies sont très massives mais formées de frondes laciniées. *Myriapora truncata* forme de grosses colonies pouvant atteindre plus de 10 cm de diamètre. *Schizomavella auriculata* encroûte fréquemment Eponges, rochers. On observe généralement la forme plurilamellaire qui est très rare dans les hauts niveaux.

2) Des espèces qui remontent dans l'infralittoral sous les surplombs mais avec une fréquence faible :

Ascidies : *Distomus variolosus* très souvent en épibiose sur les Gorgones (surtout *Eunicella stricta*). *Didemnum helgolandicum* se fixe électivement sur *Schismopora avicularis*. *Amaroucium fuscum* présente le même type de préférence pour *Eunicella stricta*.

Bryozoaires : *Porella cervicornis* trouve dans ce niveau son maximum de développement, il ne remonte qu'exceptionnellement sous des parois surplombantes bien abritées (parois à *Paramuricea* du cap Rederis). *Schismopora avicularis* se récolte électivement sur les Gorgones.

GAUTIER (1959) dans les fonds coralligènes de la baie de Marseille constate que l'abondance de cette espèce est liée à la densité des populations de Gorgones.

LAUBIER (1966) dans les fonds coralligènes de Banyuls fait remarquer que si l'espèce s'installe indifféremment autour de la base des Gorgones, ou à l'extrémité des rameaux, elle ne se fixe jamais sur les parties encore vivantes de la Gorgone; quantitativement, c'est une des espèces les plus importantes.

Cellaria salicornia est très fréquente, en touffes denses à rameaux épais, sur *Microcosmus sabatieri* ou sur les Gorgones. *Celleporaria sardonica* forme des croûtes plurilamellaires très communes. *Nolella gigantea* très fréquente, peut former sur de petites surfaces de véritables tapis.

3) Des espèces qui apparaissent à ce niveau :

Ascidies : *Diazona violacea* souvent à proximité des fonds meubles.

Bryozoaires : *Omalosecosa ramulosa* forme des colonies rameuses sur les tiges d'Hydrides, sur les concrétions, les Eponges... *Fron dipora reticulata* et d'une façon générale les Cyclostomes tels que *Diplosolen* sp. (en épibiose sur les frondes d'*Hippodiplosia*) et *Tubulipora contorta* sont bien représentées.

CAS PARTICULIER DES GROTTES SUPERFICIELLES

Les grottes sous-marines ont fait l'objet de plusieurs travaux en Méditerranée : LABOREL et VACELET (1958, 1961) dans la région de Marseille ont étudié les grottes obscures et observé une zonation en fonction de la diminution d'éclairement, la zone la plus obscure étant caractérisée par l'espèce *Petrobiana massiliana*.

Une seule espèce de Bryozoaires a été trouvée uniquement dans les grottes : *Rhyncozoon bispinosum*. Elle n'est cependant pas spécifique de ce biotope puisque GAUTIER (1962) la signale entre 20 et 50 m sur des coquilles, Bryozoaires morts, poteries et rhizomes de Posidonies.

Nous pouvons faire trois remarques :

1) L'entrée et la partie moyenne présentent des peuplements très enrichis par rapport aux parois de la zone superficielle, ceux-ci sont comparables à ce que l'on trouve sur les parois verticales nord ou surplombantes de la zone infralittorale inférieure (5-20 m). On distingue trois catégories d'espèces :

a) Des espèces présentes dans la zone superficielle et qui ont dans les grottes une fréquence élevée et une plus grande abondance :

Ascidies : *Microcosmus sabatieri*, *Polysyncraton lacazei*, *Diplosoma cupuliferum*.

Bryozoaires : *Schismopora armata*, *Schizobrachiella sanguinea*, *Hippodiplosia ottomulleriana*, *Schizoporella longirostris*.

b) Des espèces infralittorales absentes dans le niveau superficiel :

Ascidies : *Clavelina nana*, *Clavelina lepadiformis*, *Lissoclinum weigeleri*, *Microcosmus polymorphus*, *Polysyncraton lacazei*, *Ecteinascidia herdmani*.

Bryozoaires : *Myriapora truncata*, *Hippodiplosia fascialis*, *Margaretta cereoides*, *Scrupocellaria scruposa*, *Savignyella lafonti*.

c) Des espèces circolittorales qui remontent à la faveur de la diminution d'éclairement : c'est le cas des Bryozoaires *Cellaria salicornia*, *Celleporaria sardonica* et *Microporella marsupiata*.

2) On observe des différences entre les deux parois : sur la paroi semi-obscur, on dénombre 46 espèces avec des fréquences assez élevées, alors que sur la paroi plus éclairée on ne compte que 18 espèces avec des fréquences bien inférieures. Ces différences n'existent pas dans les grottes semi-obscur (cap Doune) et sont vraisemblablement dues à la différence d'intensité lumineuse reçue par les deux parois.

3) Vers le fond des grottes le nombre d'espèces diminue rapidement : *Lissoclinum weigeleri*, *Microcosmus polymorphus*, ainsi que quelques Bryozoaires encroûtants unilamellaires (*Reptadeonella violacea*, *Schizoporella longirostris*, *Rhyncozoon bispinosum*), sont les seules à avoir une fréquence notable.

De même les peuplements de la grotte du cap Doune et des surplombs profonds sont très appauvris. L'appauvrissement semble lié au facteur éclaircissement qui pourrait devenir limitant; cependant dans certains cas on a pu constater que le ressac au fond des grottes était important et pouvait s'opposer à la fixation des larves.

REMARQUES SUR LES ÉPIBIOSES SECONDAIRES ET TERTIAIRES

Les épibiontes primaires sont constitués par les organismes animaux ou végétaux vivants, fixés sur le rocher. Les épibioses secondaires groupent les organismes situés sur les épibiontes primaires; les épibioses tertiaires ont pour substrat des épibiontes secondaires.

Les épibioses secondaires et tertiaires sont surtout fréquentes sur les parois à recouvrement importante et traduisent la compétition des espèces pour le substrat.

Les Bryozoaires et les Ascidies peuvent se fixer sur les substrats les plus variés, animaux ou végétaux; ainsi, sur les parois verticales nord ou les parois surplombantes les Bryozoaires se fixent indifféremment sur les Eponges, les Algues, d'autres Bryozoaires ou sur les Microcosmes. Le plus souvent, les épibiontes

ne sont pas spécifiques d'un support donné, celui-ci représente simplement une augmentation non négligeable de la surface de fixation. C'est le cas des Microcosmes (MONNIOT, 1961) de vase côtière, des Eponges et de certains Bryozoaires.

Certaines espèces se fixent préférentiellement sur un support donné. Ainsi sur les Gorgones (surtout *Eunicella stricta*) on observe : *Schismopora avicularis* très fréquente et abondante dans le circalittoral (dans l'infralittoral, cette espèce peut se rencontrer en croûtes sur le rocher, mais avec une fréquence bien inférieure); *Didemnum helgolandicum* recouvrant les vieilles colonies de *Schismopora*; *Amaroucium fuscum* sur les axes dénudés en colonies importantes enroulées en manchon. Il faut remarquer que la fixation de ces différents épibiontes ne s'effectue que sur les axes dénudés des Gorgones.

Certaines espèces ont une préférence marquée pour un support algal; ceci a fait l'objet de plusieurs publications; les relations Bryozoaires-Algues ont été étudiées par JOLIET (1877), PRENANT (1924, 1927), ROGICK et CROASDALE (1949), Les expériences de RYLAND (1958, 1962) ont mis en évidence une fixation préférentielle sur les Algues des larves de certaines espèces.

Mollia patellaria n'a été trouvée que sur les Algues calcaires encroûtantes aussi bien photophiles que sciaphiles; c'est pratiquement le seul cas, à Banyuls, d'espèce exclusive d'un substrat donné. On observe *Celleporina caminata* souvent sur les Corallines et *Halopteris scoparia* dès les premiers mètres (cette observation est en contradiction avec l'opinion de GAUTIER (1962) selon laquelle l'espèce est sciaphile et occupe préférentiellement la partie inférieure des Algues calcaires ou les parties sombres des fissures des grottes); *Nolella dilatata* sur *Udotea petiolata*; *Puellina gattyae* sur les Algues rouges et *Udotea*; *Haplopoma bimucronatum* sur les Algues rouges; GAUTIER (1962) signale cette espèce sur Posidonies et sur *Vidalia*; *Chorizopora brongnarti* : nette préférence pour les substrats algaux (*Udotea*, *Codium*) et les feuilles de Posidonies; *Crisia eburnea* : sur *Codium*, *Sphaerococcus* ou *Peyssonelia*.

Dans le benthos rocheux de la région de Banyuls les Algues portant des épibioses sont en nombre relativement restreint. Ce sont essentiellement *Codium*, *Padina pavonia*, *Udotea petiolata* et quelques Algues rouges.

Pour beaucoup d'espèces de Bryozoaires, ces Algues constituent surtout un abri en créant à leur niveau un microbiotope qui permet leur fixation et leur développement.

CONCLUSION

On peut distinguer 3 zones caractérisées par des conditions biotiques et abiotiques différentes. A l'intérieur de chaque zone, les facteurs principaux (éclairage, turbulence, sédimentation) varient avec la profondeur et à une même profondeur suivant l'inclinaison et l'orientation des parois; leur action se traduit au niveau de celles-ci par des peuplements de physionomie particulière, résultat de la tolérance de chaque espèce vis-à-vis des conditions ambiantes.

1) Les conditions sont très rigoureuses dans le niveau superficiel (0-5 m). La sélection est importante; on observe toutefois une augmentation du nombre d'espèces et de leur fréquence lorsque l'on passe successivement des parois horizontales aux parois verticales sud, puis aux parois verticales nord et aux parois surplombantes. Cet accroissement est particulièrement sensible entre parois horizontales et parois surplombantes.

Les espèces observées ne sont pas caractéristiques de ce niveau puisqu'on les trouve dans l'infralittoral inférieur. On doit donc le considérer comme une zone d'appauvrissement où seules persistent les espèces les plus résistantes aux conditions extrêmes de température, d'éclairage et d'agitation. Dans cette zone superficielle nous devons mettre à part les grottes superficielles qui présentent un enrichissement qualitatif et quantitatif du peuplement des parois. Elles n'ont cependant pas de peuplement spécifique, celui-ci rappelant les parois surplombantes entre 5 et 20 m. Elles permettent en outre une remontée d'espèces circalittorales, absentes dans l'infralittoral, liée à la diminution d'éclairage.

2) Dans la zone moyenne infralittorale, la valeur de l'éclairage et l'agitation sont diminuées; on observe une tolérance accrue au niveau des parois, qui se traduit par une augmentation du nombre d'espèces. Cependant les variations de ces facteurs restent importantes et la tolérance dépend de la topographie. C'est à ce niveau que le rôle de l'orientation et de l'inclinaison des parois rocheuses est le plus net.

On observe deux catégories de surfaces : des surfaces à forte sélectivité (horizontales, verticales sud) et des surfaces à sélectivité plus faible (verticales nord, surplombantes); le passage des unes aux autres s'effectue par des parois moyennement inclinées. Les parois à faible sélectivité sont quantitativement et qualitativement plus riches, certaines (surplombs) permettent la remontée d'espèces circalittorales.

3) Dans la zone profonde (circalittoral supérieur) les facteurs éclaircissement et turbulence ainsi que leurs variations sont très atténués, la sélectivité des parois horizontales est bien plus faible que dans l'infralittoral ce qui se traduit par une uniformisation du peuplement des différents types de surfaces.

L'orientation des parois a peu d'importance à ce niveau : nous avons trouvé approximativement les mêmes fréquences pour les parois orientées au nord. L'inclinaison a une importance moindre, nous n'avons observé que quelques différences quantitatives, les surplombs s'avérant plus riches.

L'atténuation des différents facteurs entraîne également une dominance des formes dressées de Bryozoaires et l'apparition de formes nouvelles.

CHAPITRE IV

ÉVOLUTION DES POPULATIONS

I. VARIATIONS SAISONNIÈRES (fig. 4)

Les observations échelonnées dans le temps montrent que les populations d'Ascidies et de Bryozoaires présentent des variations saisonnières. Ces variations sont assez marquées et sont la conséquence des importantes différences des facteurs abiotiques entre l'été et l'hiver.

1°) Les espèces abondantes toute l'année sont en nombre relativement restreint; elles ont une large tolérance vis-à-vis du facteur température.

Bryozoaires : *Nolella gigantea*, *Cellaria salicornia*, *Hippodiplosia fascialis*, *Parasmittina rouvillei*, *Myriapora truncata*.

Ascidies : *Microcosmus sabatieri*, *Halocynthia papillosa*, *Microcosmus polymorphus*. Certains exemplaires repérés la première année ont été retrouvés l'année suivante : ces espèces peuvent sans doute subsister plusieurs années consécutives.

2°) Certaines espèces sont présentes toute l'année mais ne sont abondantes qu'à une saison déterminée : d'après les diagrammes (fig. 4A et 4B) nous voyons que la plupart des espèces présentent leur maximum d'abondance entre avril et septembre.

Au printemps, l'Ascidie *Clavelina nana* forme de grosses touffes de plusieurs cm de diamètre, assez fréquentes sur les parois verticales et surplombantes et même sur les parois horizontales; en été on ne trouve que des individus isolés et assez rares. C'est également le cas du Bryzoaire *Scrupocellaria scruposa* qui peut former des tapis gazonnants sur les parois surplombantes.

Pendant le printemps et l'été, les Bryzoaires *Aetea sica*, *Aetea longicollis*, *Caberea boryi*, *Savignyella lafonti*, *Chorizopora brongnarti*, *Schizomavella linearis*, *Porella cervicornis*, *Margaretta cereoides*, *Schismopora armata*, *Crisia ramosa*, sont bien représentés.

En hiver, peu d'espèces sont abondantes, c'est le cas des Bryzoaires *Schizomavella discoidea* et *Beania magellanica* dont la période d'abondance se poursuit au printemps. En ce qui concerne les Ascidiées, c'est le cas de *Diplosoma cupuliferum* et de *Distomus variolosus*.

3°) D'autres espèces ne sont présentes qu'à une ou deux saisons déterminées, pendant lesquelles elles sont fréquentes et abondantes.

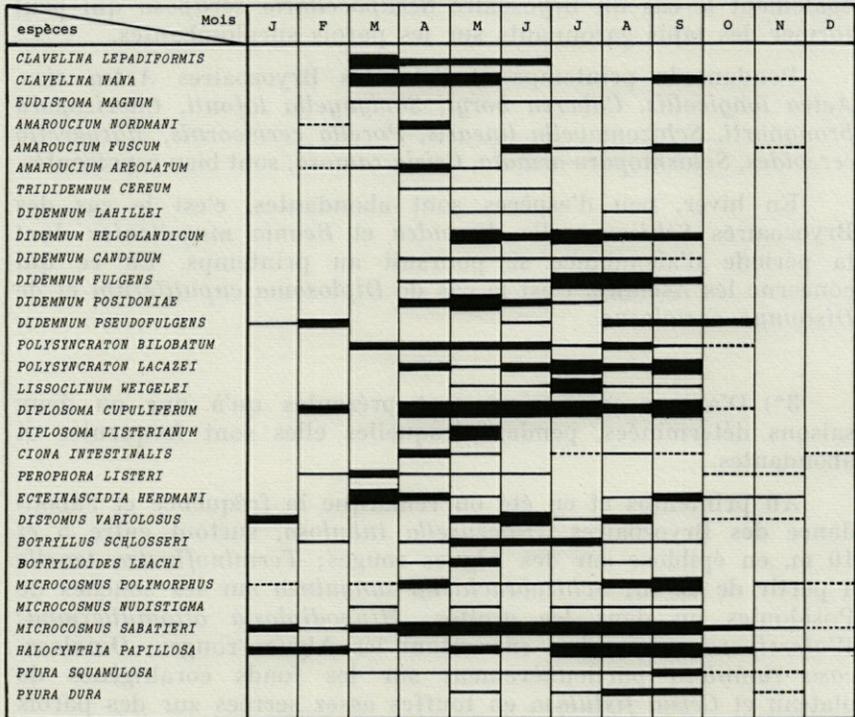
Au printemps et en été on remarque la fréquence et l'abondance des Bryzoaires : *Pherusella tubulosa*, surtout entre 5 et 10 m, en épibiose sur des Algues rouges; *Terminoflustra tenella* à partir de 25 m; *Schizobrachiella sanguinea* sur les souches de Posidonies ou dans les grottes; *Hippodiplosia ottomulleriana*; *Watersipora subovoidea*, encroûtant les Algues rouges; *Omalosecosa ramulosa* particulièrement sur les fonds coralligènes de plateau et *Crisia fistulosa* en touffes assez serrées sur des parois surplombantes entre 5 et 15 m.

En été, parmi les Ascidiées, *Didemnum helgolandicum* recouvre en abondance certaines branches de Gorgones; de même *Lissoclinum weigelei* est très fréquente et forme des colonies de plusieurs cm², particulièrement dans les grottes. *Botryllus schlosseri* se rencontre à la face inférieure des cailloux.

Parmi les Bryzoaires, *Amathia pruvoti* forme de longues touffes sur les parois surplombantes tandis que *Fenestrulina malusii* vit surtout en épibiose sur *Udotea petiolata*. *Sertella septentrionalis* est fréquente sur les parois verticales nord ou surplombantes dès 5 m; cette espèce est récoltée en abondance sur les parois horizontales des fonds coralligènes. On peut aussi noter l'abondance de *Crisia denticulata*.

Nous pouvons faire deux remarques :

1°) Pour beaucoup d'espèces de Bryzoaires on note un maxi-



l'épaisseur des traits représente l'abondance approximative des différentes espèces

----- espèce rencontrée occasionnellement
 - - - - - espèce présente mais peu abondante
 ———— espèce abondante
 ■■■■■■ espèce très abondante

A. Ascidies.

FIG. 4. — Evolution des populations.

Espèces	Mois											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>PHERUSELLA TUBULOSA</i>												
<i>NOLELLA DILATATA</i>												
<i>NOLELLA GIGANTEA</i>												
<i>AMATHIA LENDIGERA</i>												
<i>AMATHIA PRUVOTI</i>												
<i>AETEA ANGUINA</i>												
<i>AETEA SICA</i>												
<i>AETEA TRUNCATA</i>												
<i>AETEA LONGICOLLIS</i> (?)												
<i>TERMINOFLUSTRA TENELLA</i>												
<i>CELLARIA SALICORNIA</i>												
<i>CELLARIA SALICORNIOIDES</i>												
<i>SCRUPOCELLARIA SCRUPOSA</i>												
<i>SCRUPOCELLARIA DELILII</i>												
<i>SCRUPOCELLARIA REPTANS</i>												
<i>CABEREA BORYI</i>												
<i>BUGULA CALATHUS</i>												
<i>BUGULA FULVA</i>												
<i>BEANIA MAGELLANICA</i>												
<i>PUELLINA GATTYAE</i>												
<i>SAVIGNYELLA LAFONTII</i>												
<i>CHORIZOPORA BRONGNARTI</i>												
<i>SCHIZOBRAHIELLA SANGUINEA</i>												
<i>SCHIZOMAVELLA AURICULATA</i>												
<i>SCHIZOMAVELLA DISCOIDEA</i>												
<i>SCHIZOMAVELLA LINEARIS</i>												
<i>SCHIZOPORELLA LONGIROSTRIS</i>												
<i>HIPPIDIPILOSIA FASCIALIS</i>												
<i>HIPPIDIPILOSIA OTTOMULERIANA</i>												
<i>FENESTRULINA MALUSII</i>												
<i>MICROPORELLA CILIATA</i>												
<i>MICROPORELLA MARSUPIATA</i>												
<i>WATERSIPORA SUBOVOIDEA</i>												
<i>ESCHAROIDES COCCINEA</i>												
<i>UMBONULA OVICELLATA</i>												
<i>SMITTOIDEA RETICULATA</i>												
<i>PARASMITTINA ROUVILLEI</i>												
<i>METROPERIELLA LEPRALOIDES</i>												
<i>PORELLA CERVICORNIS</i>												
<i>MARGARETTA CEREROIDES</i>												
<i>SERTELLA COUCHII</i>												
<i>SERTELLA SEPTENTRIONALIS</i>												
<i>RHYNCOZON ARMATUM</i>												
<i>RHYNCOZON BISPINOSUM</i>												
<i>CELLEPORINA CAMINATA</i>												
<i>CELLEPORARIA SARDONICA</i>												
<i>OMALOSECOSA RAMULOSA</i>												
<i>SCHISMOPORA ARMATA</i>												
<i>SCHISMOPORA AVICULARIS</i>												
<i>SCHISMOPORA ROBUSTA</i>												
<i>MYRIAPORA TRUNCATA</i>												
<i>CRISIA EBURNEA</i>												
<i>CRISIA RAMOSA</i>												
<i>CRISIA DENTICULATA</i>												
<i>CRISIA FISTULOSA</i>												
<i>TUBULIPORA LILIACEA</i>												
<i>FRONDIPORA RETICULATA</i>												
<i>DISPORELLA HISPIDA</i>												

Même légende que les Ascidies.

B. Bryozoaires.

imum printanier très net dans le cycle vital, maximum qui se traduit d'une part par la formation de jeunes colonies avec multiplication végétative active, et d'autre part par une reprise du bourgeonnement actif chez les espèces pérennantes (*Hippodiplosia fascialis*, *Myriapora truncata*, *Amathia*...)

D'après GAUTIER (1962), ce maximum printanier serait dû indirectement à la profusion soudaine des microorganismes liés à la remontée de la température ce qui permettrait aux Bryozoaires de se nourrir abondamment. Il n'exclut pas cependant le rôle directement favorable de la remontée printanière de la température sur le métabolisme.

2°) Bien que l'on doive introduire un facteur de correction (les plongées ayant été plus nombreuses au printemps et en été), on peut dire que l'hiver apparaît défavorable à beaucoup d'espèces d'Ascidies et de Bryozoaires. Certaines espèces communes avec l'Atlantique sont abondantes dans cette région en été, période où la température est à peu près semblable à celle de la période hivernale de Banyuls. On peut donc penser que la température a une action néfaste en Méditerranée surtout par ses écarts importants. Il ne faut cependant pas oublier qu'il y a également de grandes différences d'agitation, de luminosité et de turbidité.

II. VARIATIONS DANS LA RÉPARTITION

La composition faunistique des stations varie qualitativement et quantitativement au cours du temps. Ce fait est surtout net pour les Ascidies : des disparitions momentanées ou des variations d'abondance ont pu être observées au cours de nos deux années d'étude.

Amaroucium areolatum commune à l'île Grosse en 1966 entre 5 et 15 m sur les parois verticales n'a été retrouvée que très rarement en 1967; de même *Ciona intestinalis*, observée très souvent dans les fentes des hauts niveaux (5-15 m), avait pratiquement disparu en 1967. *Phallusia fumigata* était fréquente également dans les fentes des hauts niveaux en 1966, en 1967 il n'y avait que peu d'individus, souvent jeunes; par contre l'espèce a pu être récoltée en abondance sur des fonds coralligènes de 35 m aux roches Toreilles.

Sur plusieurs années ces variations peuvent être grandes : d'après les observations de C. MONNIOT (1961), *Pyura dura* était une des espèces les plus communes : elle était particulièrement abondante à l'île Grosse, or nous n'avons récolté en 1967 que de très jeunes exemplaires très dispersés et peu fréquents. Par

contre, *Ecteinascidia herdmani* n'avait pas été trouvée en 1961 dans la zone infralittorale rocheuse; en 1966 et 1967 c'était une des espèces les plus communes; elle formait de véritables tapis sur les parois verticales nord ou surplombantes. Il est à remarquer que cette espèce a toujours été présente mais rare dans le coralligène (com. or., LAUBIER).

Ces fluctuations peuvent être la conséquence des variations de plusieurs facteurs. Les facteurs climatiques ne sont pas les mêmes d'une année à l'autre : la température de l'eau varie autour d'une valeur moyenne (THIRIOT, 1966); en 1958 on observe des valeurs nettement inférieures aux valeurs moyennes, de même en 1963, la température hivernale était très basse (min. : 8°5).

La région de Banyuls est d'autre part caractérisée par des dessalures fréquentes de caractère accidentel (BHAUD, JACQUES, RAZOULS, 1967). Ce phénomène est dû vraisemblablement aux apports d'eau douce par les rivières roussillonnaises qui ont un régime torrentiel accusé; cependant l'intense dessalure d'octobre 1963 est la conséquence de pluies exceptionnelles.

Des variations irrégulières du régime des vents principaux (secteur 300-360 vents de NW à N : Tramontane; secteur 120-190 vents de SE à E) interviennent également en modifiant le régime des courants; or les courants sont sans doute en grande partie responsables de la répartition inégale des larves dans le temps et dans l'espace.

D'autres facteurs ont pu intervenir pour entraîner des modifications de la faune sessile fixée de la région de Banyuls-sur-Mer; ainsi dans les dix dernières années la construction du port et les aménagements successifs ont sans doute été la cause d'un envasement abondant des surfaces rocheuses proches. Il ne faut pas oublier les facteurs d'ordre biotique, la production de larves n'étant pas forcément constante d'une année à l'autre.

CONCLUSION

Les populations d'Ascidies et de Bryozoaires présentent des variations quantitatives et qualitatives dans le temps et dans l'espace. Ces variations sont de deux ordres :

— des variations saisonnières s'observent pour la majorité des espèces; elles sont liées aux importantes différences de température, lumière et agitation entre l'été et l'hiver;

— des variations d'amplitude entraînent des modifications dans les peuplements d'Ascidies des différentes stations; elles semblent être dues à des fluctuations dans le nombre des larves produites ainsi qu'à leur dispersion irrégulière liée aux courants.

CHAPITRE V

REMARQUES SUR LES PÉRIODES DE REPRODUCTION SEXUÉE

Les figures 5A et 5B représentent, pour les différentes espèces, la période à laquelle des embryons ont été observés ainsi que leur abondance au cours de l'année.

ASCIDIÉS

Les espèces qui se reproduisent toute l'année sont rares; nous avons cependant observé chez les *Pyuridae* des gonades en permanence, sans que nous puissions toutefois préciser si celles-ci étaient en activité.

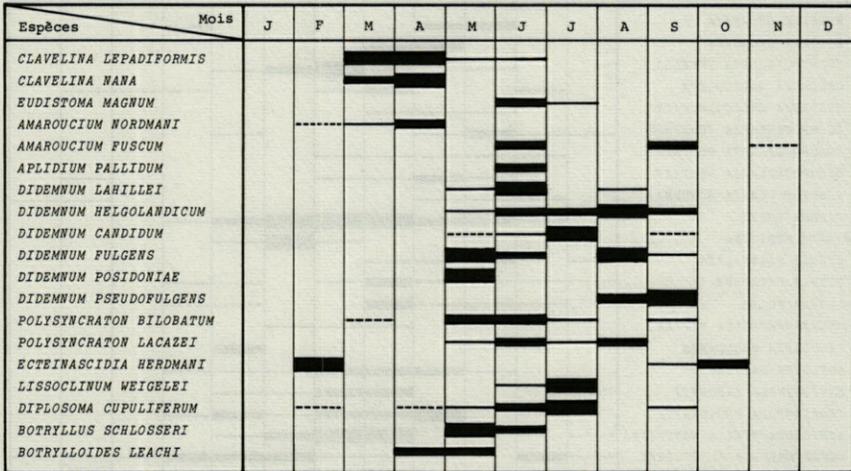
En fait, la plupart des espèces ne sont en reproduction sexuée qu'à certaines périodes de l'année. Certaines espèces ne se reproduisent qu'au printemps; c'est le cas de *Clavelina nana* et de *Clavelina lepadiformis*; cette période coïncide avec leur maximum d'abondance. Chez *Botrylloides leachi* la reproduction sexuée est active en avril-mai. *Ecteinascidia herdmani* présente des larves abondantes à deux périodes de l'année: en mars et en octobre.

Le plus grand nombre d'espèces se reproduit entre mai et septembre avec un maximum en juin.

BRYOZOAIRES

Sur la figure 6, nous voyons que le nombre d'espèces en reproduction sexuée augmente de janvier à juin, date du maximum; il faut remarquer que cette période coïncide avec l'augmentation de la température des couches superficielles (fig. 7). Entre juillet et décembre on observe une diminution, le minimum étant en décembre.

Fig. 5. — Périodes de reproduction sexuée.



----- embryons rares
 ———— " présents
 ———— " abondants
 ■■■■■ " très abondants

l'épaisseur des traits représente
 l'abondance approximative des embryons.

Fig. 5. — A. Ascidies.

On peut distinguer deux groupes d'espèces :

1°) Les espèces qui se reproduisent pendant une grande partie de l'année : *Caberea boryi*, *Chorizopora brongnarti*, *Schizomavella auriculata*, *Schizomavella linearis*, *Parasmitta rouvillei*, *Celleporaria sardonica*, *Hippodiplosia fascialis*; d'après GAUTIER (1962), ce seraient des espèces à large distribution ou des espèces endémiques bien adaptées.

A Banyuls, ces espèces ont une large répartition bathymétrique; en comparant les périodes de reproduction aux différentes stations (tableau VIII) nous n'avons pas observé de différence significative entre les stations superficielles et les stations profondes. Ces espèces sont donc capables de se reproduire dans une gamme assez large de température (13-20°).

2°) Les espèces qui ne sont en reproduction qu'à une période précise de l'année : elles ont des exigences thermiques plus strictes. Printemps : *Nolella dilatata*, *Scrupocellaria*, *Schizomavella discoidea*.

Printemps-Eté : *Disporella hispida*, *Crisia fistulosa*, *Crisia ramosa*, *Puellina gattyae*, *Bugula*, *Savignyella lafonti*, *Schizobrachiella sanguinea*.

Eté : *Sertella couchii*.

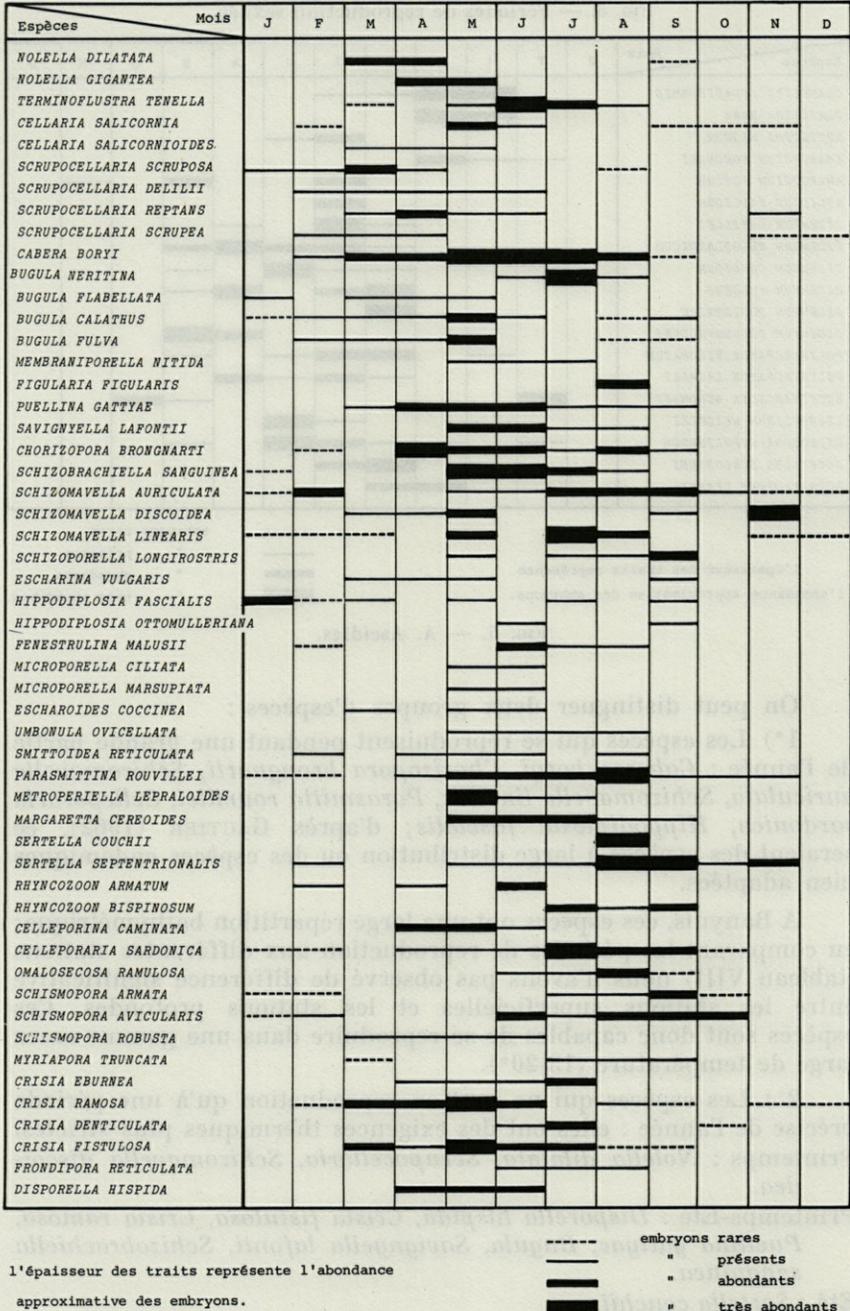


FIG. 5. — B. Bryozoaires.

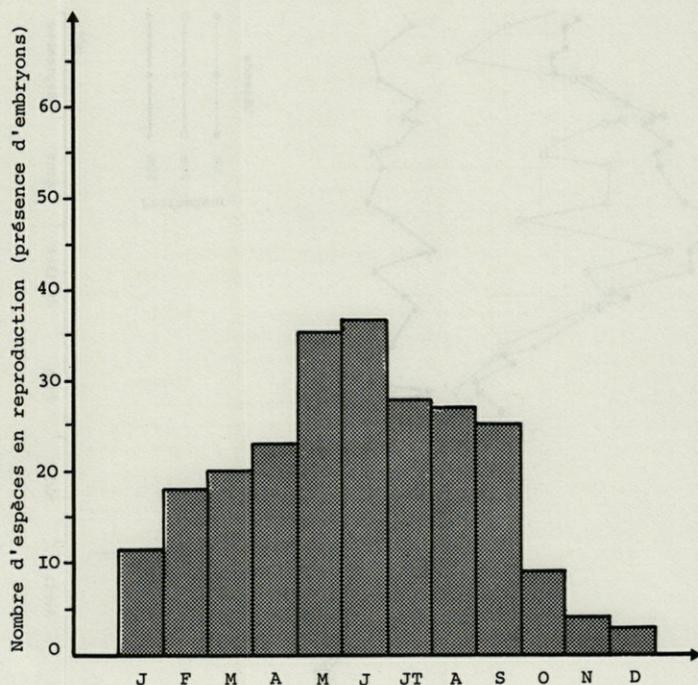


FIG. 6. — Nombre d'espèces en reproduction au cours de l'année (Bryozoaires).

On peut remarquer d'après le tableau IX que les espèces « superficielles » les plus communes ont leur maximum de reproduction en mai-juin; en juillet, août et septembre, période la plus chaude des eaux superficielles (20-22°), le taux de reproduction est faible. Chez les espèces « profondes » par contre, la période maximum d'embryons est décalée vers juillet, août et septembre, or à cette période la température des couches profondes n'est pas supérieure à 15°.

Nous avons pu effectuer au laboratoire des observations sur les larves de *Schizobrachiella sanguinea* obtenues en élevage (mai-juin 1967). Ces larves ont été placées à différentes températures; au bout de 10 heures :

— les larves placées à 4° étaient toutes au fond non métamorphosées, avec un faible battement de cils; le lendemain elles étaient en dégénérescence.

— à 13°, 8 larves sur 10 étaient fixées, 10 sur 10 le lendemain.

— à 17°, les larves étaient toutes au fond, en voie de dégénérescence (perte de cils, déformation).

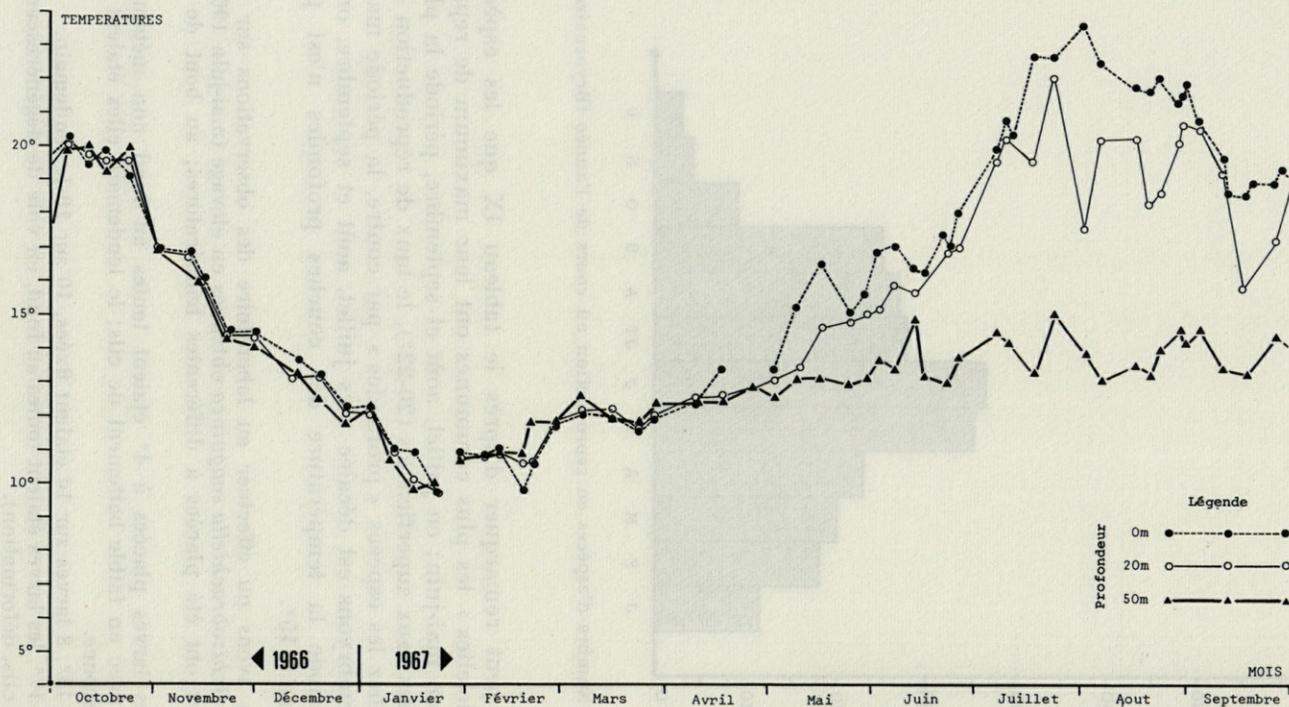


FIG. 7. — Variations de la température dans la région de Banyuls (d'après les relevés de l'équipe Plancton).

TABLEAU VIII

Périodes de reproduction de quelques espèces aux différentes stations. G = île Grosse; S = Sphinx; C = Castelloussous; GD = grotte du cap Doune; GT = grotte du Troc; R = cap Rederis; B = cap Béar; P = cap Peyrefite; + = embryons présents; ++ = abondants; +++ = très abondants.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	A.	S.	O.	N.	D.
<i>Schizomavella linearis</i>					B+ R+ P+		B++ R+++ P++	B++ G++			P+	
<i>Schizomavella auriculata</i>		B+ P+		P+	B+ P++	C+ B+ R+ P++		GD+ S++ R++ B++	G++ S++ R++ P++	P+ G++		
<i>Parasmittina rouvillei</i>				R++	G++ S++ R+ P++	C+ S++ R+ R+		GD+ R+ S++ G++	C+ S+ G+ P++	R++	G+	
<i>Myriapora truncata</i>					B+		S+ P+	S++ R++ B++	G+			
<i>Caberea boryi</i>			B+ P++	G++	R+ P+	S+ B+	G+++ S++	S++ R+ B++	R+	C+ G+ R+		
<i>Bugula calathus</i>		P+ R+ G+		P+	S+ R+ P+ B+	S+ P+		G+	C+ S+ G+ R++			
<i>Sertella septentrionalis</i>		P+			S++ P+++	P+ S++ R+++ P+++	S++ G+++ B+++	S+++ G+++ B+++	G+++ R++ B+	G+	P+++	

CONCLUSION

Aussi bien pour les Ascidies que pour les Bryozoaires, le facteur température semble le plus important dans la reproduction sexuée et conditionne la fixation des larves. L'écart de température permettant la fixation de ces larves semble se situer entre 8 et 15°.

En Atlantique où la température des eaux est toute l'année entre ces valeurs, on observe une reproduction sexuée ininterrompue. En Méditerranée, par contre, les écarts de température sont bien plus importants et la reproduction ne peut se manifester qu'à certaines périodes.

TABLEAU IX

Périodes de reproduction de quelques espèces.

+ = embryons présents; ++ = embryons abondants; +++ = embryons très abondants.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Espèces "superficielles"												
<i>Celleporina caminata</i>					++	++						
<i>Crisia fistulosa</i>			++	++	+++	++	++					
<i>Puellina gattyae</i>			+	++	++	+++	+	+				
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	+				++	+++	++	+				
<i>Margaretta cereoides</i>					+++	+++	++	+				
Espèces "profondes"												
<i>Celleporaria sardonica</i>					+	+	++	+++	+++	+++		
<i>Schismopora avicularis</i>							++	++	++			
<i>Terminoflustra tenella</i>					+	+		+++	+++			
<i>Sertella couchi</i>								++	+++			
<i>Omalosecosa ramulosa</i>							+	+	++			

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'une étude générale de peuplements du benthos rocheux de la région de Banyuls-sur-Mer, par prospection en scaphandre autonome, une étude systématique et écologique a été faite sur les Ascidiés et les Bryozoaires. La partie écologique de ce travail sera publiée en deux notes. Dans la première partie qui fait l'objet de la présente publication, l'auteur analyse la répartition des différentes espèces en fonction de la profondeur, de l'inclinaison et de l'orientation des parois rocheuses. Trois zones sont définies; dans chacune d'elles les conditions physiques entraînent une physionomie particulière de peuplements de parois.

Des variations qualitatives et quantitatives des peuplements, dans le temps et dans l'espace sont mises en évidence. Cette étude est complétée par une analyse des périodes de reproduction qui sont essentiellement conditionnées par le facteur température.

SUMMARY

In the course of a general survey (scuba diving) of the populations of the rocky bottoms off Banyuls-sur-Mer, a systematic and ecologic study was made on Ascidians and Bryozoans.

This publication treats the first part of ecologic work. The author analyses the distribution of the various species according

to the depth, slope and orientation on the rocky surfaces. In each one of the three zones definitive abiotic factors determine qualitatively and numerically particular aspects of the population in both time and space.

This study is completed by an analysis of their breeding-times, which are influenced primarily by the temperature of the coastal waters.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen einer allgemeinen Untersuchung mit Hilfe des autonomen Tauchgeräts über die den Felsenbenthos der Umgebung von Banyuls-sur-Mer bewohnende Organismen wurde eine systematisch-ökologische Untersuchung der Ascidien und der Bryozoen unternommen.

Der ökologische Teil dieser Untersuchung erscheint in zwei Teilen. Im ersten, hier publizierten, Abschnitt wird die Verbreitung der verschiedenen Arten nach der Tiefe, der Neigung, und der Orientierung der felsigen Hänge bestimmt. Es werden drei Zonen unterschieden; die physikalischen Verhältnisse in diesen Zonen sind für das besondere Bild der Gemeinschaften ausschlaggebend.

Qualitative und quantitative Zusammensetzung der Gemeinschaften wechseln im Laufe der Zeit und im Raum. Die, ausschließlich von der Temperatur abhängende, Vermehrungszeit wird festgelegt.

BIBLIOGRAPHIE

- BELLAN-SANTINI, D., 1962. Etude du peuplement des dessous de blocs ensablés de la partie supérieure de l'étage infralittoral. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 27 (42) : 185-196.
- BELLAN-SANTINI, D., 1963. Comparaison sommaire de quelques peuplements rocheux de l'infralittoral supérieur en Méditerranée et en Manche. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 30 (45) : 43-75.
- BELLAN-SANTINI, D., 1967. Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (étude quantitative et qualitative). *Thèse Doct. d'Etat*, Marseille (ronéo) : 1-394.
- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (Point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1B) : 137-151.
- BRAUN-BLANQUET, J. et J. PAVILLARD, 1922. Vocabulaire de sociologie végétale, Montpellier : 1-112.
- CALVET, L., 1902. Bryozoaires marins de la région de Cette. *Trav. Inst. Zool. Univ. Montpellier*, sér. 2, 11 : 1-103.

- CALVET, L., 1927 a. Nouvelle contribution à la faune des Bryozoaires de la Méditerranée occidentale. *Arch. Zool. exp. gén.*, **66** : 1-6.
- CALVET, L., 1927 b. Bryozoaires de Monaco. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **503** : 1-46.
- CANU, F. et R.S. BASSLER, 1925. Bryozoaires du Maroc et de Mauritanie. *Mém. Soc. Sci. nat. phys. Maroc*, **10** : 1-79.
- CANU, F. et R.S. BASSLER, 1928. Bryozoaires du Maroc et de Mauritanie. *Mém. Soc. Sci. nat. phys. Maroc*, **18** : 1-85.
- CANU, F. et R.S. BASSLER, 1930. Bryozoaires de Tunisie. *Annls stn océanogr. Salammbô*, **5** : 1-91.
- DRACH, P., 1948 a. Premières recherches en scaphandre autonome sur les peuplements de faciès rocheux dans la zone littorale profonde. *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **227** : 1176-1178.
- DRACH, P., 1948 b. Limitation d'expansion des peuplements benthiques sessiles en zone littorale profonde de faciès rocheux. *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **227** : 1397-1399.
- DRACH, P., 1959. Méthodes et plan de travail pour l'exploration biologique en scaphandre autonome. *XVth intern. Congr. Zool. Lond.* : 254-257.
- FEY, A., 1967. Les peuplements sessiles de l'infralittoral rocheux de l'archipel de Glénan. *Thèse 3^e cycle, Paris (ronéo)* : 1-98.
- GAUTIER, Y.V., 1959. Essai d'étude quantitative sur les Bryozoaires d'un fond coralligène à Gorgones. *Recl Trav. stn mar. Endoume*, **26** : 137-142.
- GAUTIER, Y.V., 1962. Recherches écologiques sur les Bryozoaires chilotomes en Méditerranée occidentale. *Recl Trav. stn mar. Endoume*, **38** (24) : 1-134.
- HARANT, H., 1930. Liste des Ascidies de Banyuls. *Archs Zool. exp. gén., Notes et revues*, **70** : 15-22.
- JOLIET, L., 1877. Contribution à l'histoire naturelle des Bryozoaires des côtes de France. *Thèse, Paris* et *Arch. Zool. exp. gén.*, sér. I, **6** : 193-304.
- KERNEÏS, A., 1960. Contribution à l'étude faunistique et écologique des herbiers de Posidonies de la région de Banyuls. *Vie Milieu* **11** (2) : 145-187.
- LABOREL, J., 1961. Le concrétionnement algal « coralligène » et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Recl Trav. stn mar. Endoume*, **23** (37) : 37-70.
- LABOREL, J. et J. VACELET, 1958. Etude des peuplements d'une grotte sous-marine du golfe de Marseille. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **1120** : 1-20.
- LABOREL, J. et J. VACELET, 1961. Répartition bionomique de *Corallium rubrum* Lmck dans les grottes et falaises sous-marines. *Rapp. P.-v. Réunion. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, **16** : 465-469.
- LAFARGUE, F., 1967. Les peuplements sessiles de l'infralittoral rocheux de l'archipel de Glénan : Anthozoaires-Ascidies. *Thèse de 3^e cycle, Paris (ronéo)* : 1-168.

- LAHILLE, F., 1887. Faune ascidiologique de Banyuls-sur-Mer. *C. R. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 21 : 57-59.
- LAMOTTE, M., 1967. Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Edit. Masson et C^{ie}, Paris : 210 pp.
- LAUBIER, L., 1966. Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Annls Inst. océanogr., Paris*, 43 (2) : 140-316.
- MONNIOT, C., 1961. Les Microcosmes de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 12 (3) : 397-432.
- MONNIOT, C., 1965. Etude systématique et évolutive de la famille des *Pyuridae* (Ascidiacea). *Thèse Doc. d'Etat. Paris* : 1-203.
- PÉRÈS, J.M., 1958. Origine et affinités du peuplement en Ascidies de la Méditerranée. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Mediterr.*, 14 : 493-502.
- PÉRÈS, J.M. et J. PICARD, 1955. Biotopes et biocénoses de la Méditerranée occidentale comparés à ceux de la Manche et de l'Atlantique nord-oriental. *Archs Zool. exp. Gén.*, 92 (1) : 1-70.
- PÉRÈS, J.M. et J. PICARD, 1964. Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl Trav. stn mar. Endoume*, 31 (47) : 5-137.
- PRENANT, M., 1927. Notes éthologiques sur la faune marine sessile des environs de Roscoff. *Trav. Stn biol. Roscoff*, 6 : 1-58.
- PRENANT, M. et G. TESSIER, 1924. Notes éthologiques sur la faune marine sessile des environs de Roscoff. I. Cirripèdes, Bryozoaires, Hydraires. *Trav. Stn biol. Roscoff*, 2 : 1-49.
- PRUVOT, G., 1895. Coup d'œil sur la distribution générale des Invertébrés dans la région de Banyuls (Golfe du Lion). *Archs Zool. exp. Gén.*, 3 (3) : 629-658.
- REDIER, L., 1962. Hydraires et Bryozoaires de la Méditerranée. II. Banyuls-sur-Mer. *Cah. Nat.*, 18 (2) : 33-38.
- RIEDL, R., 1963. Fauna und Flora der Adria. Ein systematischer Meeresführer für Biologen und Naturfreunde. Edit. P. Parey, Hamburg.
- RIEDL, R., 1966. Biologie der Meereshöhlen. Topographie Faunistik und Öcologie eines unterseeischen Lebensraumes. Eine Monographie. Edit. P. Parey, Hamburg.
- ROGICK, M.D. and H. CROASDALE, 1949. Studies on marine Bryozoa. III. Woods Hole region bryozoa associated with algae. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods-Hole*, 96 (1) : 32-69.
- RYLAND, J.S., 1959. Experiments on the selection of algal substrates by Polyzoan larvae. *J. exp. Biol.*, 36 (4) : 613-631.
- RYLAND, J.S., 1962. The association between Polyzoa and algal substrata. *J. Anim. Ecol.*, 31 : 331-338.
- SARÀ, M., 1966. Studio quantitativa della distribuzione dei Poriferi in ambienti superficiali della Riviera Ligure di Levante. *Archo Oceanogr. Limnol.*, 14 (3) : 365-386.
- SARÀ, M. e L. SIRIBELLI, 1960. La fauna di Poriferi delle « secche » del Golfo di Napoli. I. La seccha della « Gaiola ». *Annuaire. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, 12 (3) : 1-93.

- SARÀ, M. e L. SIRIBELLI, 1962. La fauna dei Poriferi delle « secche » del Golfo di Napoli. II. La seccha di Benda Palumno. *Annuar. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, 14 (2) : 1-62.
- THIRIOT, A., 1966. Variations annuelles de la température de l'eau côtière superficielle de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 17 (1B) : 243-252.
- WATERS, A.W., 1879. On Bryozoa of the Bay of Naples. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 5 (3) : 114-126, 192-202, 267.
- WATERS, A.W., 1897. Notes on Bryozoa from Rapallo and other Mediterranean localities, chiefly Cellularidae. *J. Linn. Soc. Zool.*, 25 : 1-21.
- WATERS, A.W., 1899. Bryozoa from Madeira. *Jl R. microsc. Soc.*, sér. 2, 19 : 6-16.
- WATERS, A.W., 1910. Bryozoa. I. *Cheilostomata*. Report on the marine Biology of Sudanese Sea. *J. Linn. Soc. Zool.*, 31 : 123-187.
- WATERS, A.W., 1910. Bryozoa. II. *Cyclostoma*. *Ctenostomata*. *Ibid.*, 31 : 231-256.
- WATERS, A.W., 1922. On Mediterranean *Tervia* and *Idmonea*. *Ibid.*, 9 (10) : 1-16.
- WATERS, A.W., 1925. Some *Cheilostomatous* Bryozoa from Oran. *Ibid.*, 9 (15) : 651-661.

Reçu le 4 juillet 1969

ÉCOLOGIE DES CRUSTACÉS PÉRACARIDES DES FONDS ROCHEUX DE BANYULS-SUR-MER. AMPHIPODES, ISOPODES, TANAIACÉS, CUMACÉS, INFRA ET CIRCALITTORAUX.

par Pierre CHARDY

Centre Océanologique de Bretagne, Brest 29 N

SOMMAIRE

Les fonds rocheux infra et circalittoraux de la région de Banyuls ont été échantillonnés, en scaphandre autonome, par un appareil permettant le grattage d'une surface de $1/10^{\circ}$ de m^2 .

L'étude écologique des Crustacés Péracarides récoltés est abordée dans un premier temps par une analyse biocénotique traduisant des affinités spécifiques et cénotiques en rapport avec l'étagement vertical des formations benthiques.

Puis une investigation mathématique est envisagée pour l'étude des relations entre les paramètres du milieu et la répartition des espèces les plus fréquentes. L'analyse des régressions multilinéaires, puis l'analyse en composantes principales, permettent de dégager l'importance du rôle des facteurs tels que l'environnement biotique et le trophisme.

Cette publication constitue la partie principale d'une thèse de spécialité d'Océanographie biologique soutenue le 19 mars 1970 à la Faculté des Sciences de Paris. La récolte et l'identification systématique du matériel biologique ont été effectuées au Laboratoire Arago, l'analyse statistique des données a été exécutée au Centre Océanologique de Bretagne.

Contribution n° 59 du Groupe Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

INTRODUCTION

Cette étude s'efforce de dégager les principales caractéristiques écologiques des populations de Crustacés (Amphipodes, Isopodes, Tanaïdacs, Cumacés) des fonds rocheux de la région de Banyuls. Elle est fondée sur des récoltes effectuées en plongée sous-marine de février 1968 à février 1969.

Notre champ d'investigation, limité aux fonds accessibles en scaphandre autonome, comprend l'infralittoral et la partie supérieure du circalittoral.

Reprendre l'historique complet des travaux consacrés à l'écologie des fonds durs sortirait du cadre de cette introduction. Il suffit de se reporter, entre autre, aux exposés de GISLEN (1930), RIEDL (1966), LAUBIER (1966), BELLAN-SANTINI (1967), MEDIONI et BOURY-ESNAULT (1968).

La faune vagile des substrats durs de l'infralittoral a fait l'objet de plusieurs travaux en Méditerranée.

LEDOYER (1967) donne une analyse qualitative de la faune vagile des peuplements benthiques accessibles en scaphandre autonome dans la région de Marseille, BELLAN-SANTINI (1967) réalise une étude qualitative et quantitative de 12 peuplements de l'infralittoral supérieur dans laquelle les populations de Crustacés sont analysées avec beaucoup de précision. Ces deux ouvrages constituent pour notre étude un point de repère important.

Malgré leur appartenance à des groupes taxinomiques distincts, Amphipodes, Isopodes, Tanaïdacs et Cumacés constituent un ensemble faunistique relativement homogène : ce sont des Crustacés Péracarides dont l'éthologie est voisine sur de nombreux points (alimentation, reproduction, locomotion). La taille des individus varie de quelques millimètres, à quelques centimètres. Enfin, ils appartiennent à l'un des groupes les mieux représentés de la faune vagile du benthos rocheux.

L'étude du peuplement dans son ensemble est envisagée sous deux aspects :

- un aspect descriptif dont le but est de structurer le peuplement par la recherche des groupements d'espèces ou de relevés. Ce premier chapitre relève de la biocénétique.
- un aspect explicatif ayant pour objet la compréhension des structures mises en évidence précédemment. Cette

seconde partie correspond à l'étude des relations entre les espèces et le milieu et fait largement appel à l'usage des mathématiques statistiques.

En accord avec la plupart des auteurs, nous pensons qu'une détermination spécifique rigoureuse est indispensable à toute étude écologique. Néanmoins, au moment où nous publions ce texte, certains problèmes de détermination restent sans solution (posés notamment par les Isopodes). Ces lacunes doivent faire ultérieurement l'objet d'une recherche systématique plus approfondie. Nos connaissances sur les Isopodes marins sont encore fragmentaires, et l'absence d'une « faune de France » consacrée à ce groupe a constitué un handicap sérieux pour le présent travail.

DÉFINITIONS

Une étude écologique débute généralement par une mise au point sur la signification des termes utilisés. Cette nécessité pratique se justifie d'autant plus qu'un certain nombre de mots couramment employés en écologie peuvent avoir un sens statistique sensiblement différent. Pour éviter toute ambiguïté nous donnons à ces mots le sens suivant dans ce travail :

Une *population* en statistique est un ensemble défini d'objets; cette définition convient fort bien à un ensemble faunistique monospécifique.

Pour plus de précision, nous avons choisi la définition de DICE (1952) : « Tous les individus d'une espèce donnée vivant à un temps donné dans une aire particulière constituent une population ».

Distribution est souvent employé en écologie dans le sens de répartition. Par commodité nous sommes amené à distinguer les deux mots : *répartition* désigne l'abondance ou la présence d'une catégorie d'organismes en fonction des caractères du milieu alors que *distribution* désigne le type de loi de probabilité à laquelle obéissent les données (exemple : loi normale, etc...).

Les termes qui suivent sont classiques en écologie :

Relevé : liste des espèces présentes dans un prélèvement donné, accompagnée de leur fréquence.

Fréquence absolue : nombre d'individus d'une espèce dans un relevé.

Fréquence relative : effectif d'une espèce rapporté au nombre total d'individus du relevé (Synonyme de « dominance »).

Environnement : concept théorique recouvrant l'ensemble des caractères physiques, chimiques et biologiques, d'un milieu donné.

Les concepts écologiques généraux tels que « communauté » et « biocénose » ne sont que très rarement utilisés dans ce travail, limité à l'étude d'un groupe taxinomique réduit. Par contre, nous employons

volontiers le mot « *peuplement* », notion neutre et pratique, souvent utilisée en écologie pour désigner une collection d'espèces appartenant à un même groupe systématique.

Nous évitons le terme d'« *association* » employé par les botanistes et les zoologistes dans un sens trop varié. La notion de groupement naturel d'espèces, fondamentale en biocénotique, est désignée dans ce texte par le terme « *synusie* ».

Selon KÜHNELT (1969) les synusies sont les plus petites unités sociales qu'on rencontre régulièrement dans la nature.

MILIEU ET ÉCHANTILLONNAGE

1. CHOIX DES STATIONS

a) *Méthode d'étude.*

La nécessité d'étudier des surfaces aussi homogènes que possible est impérative du point de vue statistique. Etant donné l'extrême diversification des fonds rocheux, la méthode analytique des surfaces élémentaires proposées par DRACH (1948, 1959) apparaît comme la seule méthode d'étude possible. « Les surfaces élémentaires désignent des portions de surfaces rocheuses approximativement planes présentant sur leur étendue des conditions homogènes de turbulence et d'éclairement; leur dimension peut varier de quelques dm² à plusieurs m² » (DRACH, 1958).

Les stations étudiées dans ce travail sont constituées par des surfaces de plusieurs m².

Ainsi définie, la station possède un sens très différent de la localité géographique et rejoint les définitions des phytosociologues dont nous retiendrons celle de DUCHAUFOR (1962) « La station est une surface où les conditions écologiques sont homogènes; elle est constituée par une végétation uniforme ». (À « végétation » peut être substitué « ensemble floristico-faunistique »).

Cette notion est proche de celle de biotope définie par PÉRÈS et PICARD (1964), comme une aire géographique de surface ou de volume variable, soumise à des conditions dont les dominantes sont homogènes.

Toutes ces définitions postulent une condition essentielle : l'homogénéité des conditions écologiques.

Les dimensions de ces surfaces doivent être suffisamment grandes afin que les prélèvements successifs n'en modifient pas l'équilibre biotique.

DICE (1952) considère que la surface totale échantillonnée ne doit pas dépasser 10 % de la surface de la station. Donc pour 14 prélèvements de 1/10 m² une station d'une quinzaine de m² est nécessaire.

b) *Hétérogénéité du milieu.*

Il reste encore à préciser le degré d'homogénéité qu'il est nécessaire d'atteindre pour que les prélèvements soient représentatifs.

GODRON (1968) apporte une intéressante mise au point sur le sens écologique d'homogénéité :

« Dire qu'une station est homogène n'implique nullement que le milieu y soit exactement uniforme. Il importe de préciser qu'une station est homogène lorsque chaque espèce peut y trouver des conditions de vie équivalentes d'une extrémité à l'autre ».

Cette notion répond à l'étude particulière que nous voulons effectuer sur le peuplement des Crustacés habitant les stations.

c) *Stratification.*

Le benthos rocheux possède une structure verticale assez nette et les formes sessiles peuvent se grouper en strates.

« Par strate, il faut entendre toute division nettement tranchée dans l'épaisseur même d'un peuplement; on peut distinguer, en bien des cas, une sous-strate et une strate élevée, et parfois même une ou des strates intermédiaires » (PÈRES, 1961).

Pour connaître l'importance de cette structure sur la répartition du peuplement vagile étudié, le prélèvement doit respecter la composition structurale de l'échantillon.

Nous avons été tenté de distinguer trois strates. Cependant la strate intermédiaire s'est révélée artificielle car très souvent les espèces qui la constituent (généralement des hydraires) vivent aussi en épibiose sur la strate élevée. La distinction des strates est donc limitée à une strate élevée, prélevée par cueillette et une sous-strate, prélevée par grattage. Ces deux strates font l'objet d'un tri séparé au laboratoire.

d) *Description des stations.*

Généralités sur la région.

L'étude des caractéristiques de la mer catalane a fait l'objet de plusieurs développements dans les travaux sur la région de Banyuls; seuls les faits marquants sont rappelés ici.

L'hydrologie de la mer catalane est marquée par une forte turbidité des eaux. Un hydrodynamisme important est provoqué par le régime des vents très violents de secteur nord-est (Tramontane) et parfois sud-est.

Du point de vue géologique, la côte des Albères est constituée, de Collioure au cap Peyrefite, par des schistes sériciteux métamorphisés de filons de pegmatite.

Caractéristiques des stations.

Cinq stations, caractéristiques chacune d'un étage ou d'un horizon, ont été sélectionnées entre le cap Béar et le cap Peyrefite (Carte). Leur localisation par rapport à l'étagement a été définie par les travaux de MEDIONI et BOURY-ESNAULT (1968) sur la faune sessile (1).

Chacune de ces stations correspond soit à une grande surface rocheuse d'une vingtaine de mètres carrés soit à plusieurs surfaces identiques (de 10 m² environ), géographiquement situées au même endroit et dont les paramètres profondeur, inclinaison, orientation, aspect floristico-faunistique sont les mêmes (Les surfaces d'une vingtaine de m² sont très rares dans la région de Banyuls). Par commodité, elles sont désignées par le nom de leur localité géographique. Ces noms permettent de les situer par rapport aux stations des précédents travaux sur la région.

Les principales caractéristiques topographiques et bionomiques des stations sont résumées dans un tableau, accompagné d'une série de schémas élémentaires traduisant leur aspect physionomique (1).

2) LE PRÉLÈVEMENT.

Les difficultés d'échantillonnage ont été longtemps considérées comme un handicap à l'étude quantitative des fonds de substrat dur. La valeur des résultats de ce travail dépend principalement du soin apporté à la méthode de récolte.

a) *Méthode de récolte.*

Afin de justifier le recours à l'analyse statistique, le prélèvement de l'échantillon doit satisfaire à un certain nombre d'exigences. L'échantillon doit être :

- prélevé au hasard dans l'ensemble du peuplement à étudier,
- non sélectif par rapport aux espèces récoltées,
- représentatif de l'ensemble du peuplement à étudier.

Afin d'éviter les erreurs dues à la sélectivité de la méthode, une récolte totale par grattage de la roche s'impose. Le tri au laboratoire sépare ensuite la faune vagile de la faune fixée.

Les formes endolithes de substrat rocheux étant très rares par rapport aux formes exolithes, la récolte par grattages complets des sur-

(1) J'adresse mes remerciements les plus vifs à M^{mes} MEDIONI et BOURY-ESNAULT ainsi qu'à M^{me} CASTRIC pour leur aide dans la détermination de la faune sessile des stations.

TABLEAU 1

Station	Abeille	Rederis 1	Rederis 2	Oullestreil	Peyrefite
Profondeur	8 m	12 m	15 m	22 m	38 m
Inclinaison	Sub-horizontale	Verticale	Surplombante	Sub-horizontale	Horizontale
Orientation		S-E	W-S.W.		
Hydrodynamisme	Fort (effets de la houle)	Faible abrité par le cap Rédéris	Faible abrité par le cap Rédéris	Faible abrité de la Tramontane par le cap Béar	Fort exposé à des courants de fonds déterminés par la Tramontane.
Eloignement de la côte	quelques dizaines de mètres	deux cents mètres	trois cents mètres	trois cents mètres	1 km
Nature des fonds à proximité	Rocheux (mais avec apports terrigènes venant de la côte).	Rocheux avec quelques plages sableuses	Rocheux avec quelques plages sableuses	Sablo-vaseux	Vaseux
Physionomie bionomique	Peuplement d'algues photophiles à <i>Codium vermilara</i> <i>Halopteris scoparia</i> <i>Corallina mediterranea</i> .	Grande paroi rocheuse d'une vingtaine de m ² à <i>Eunicella stricta</i> et <i>Crambe crambe</i> .	Trois surplombs de 5 à 10 m ² chacun à <i>Paramuricea clavata</i> et spongiaires.	Precoralligène à <i>Halimeda tuna</i> et <i>Pseudolithophyllum expansum</i> .	Plateau très envasé à <i>Eunicella stricta</i> , ascidies et grands bryozoaires.
Etage	Infralittoral supérieur	Infralittoral inférieur	Infralittoral inférieur	Limite infra-circalittoral	Circalittoral supérieur

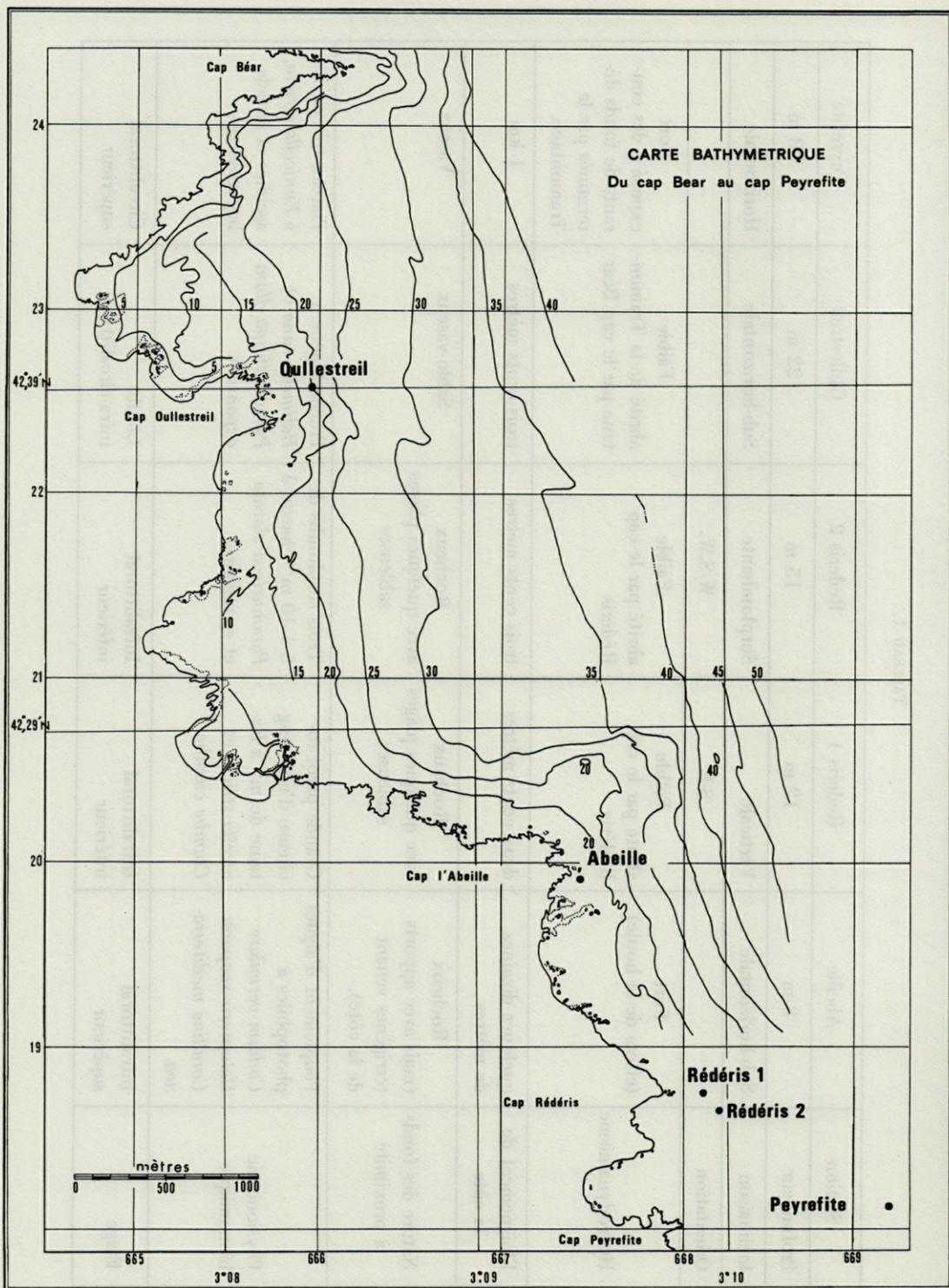
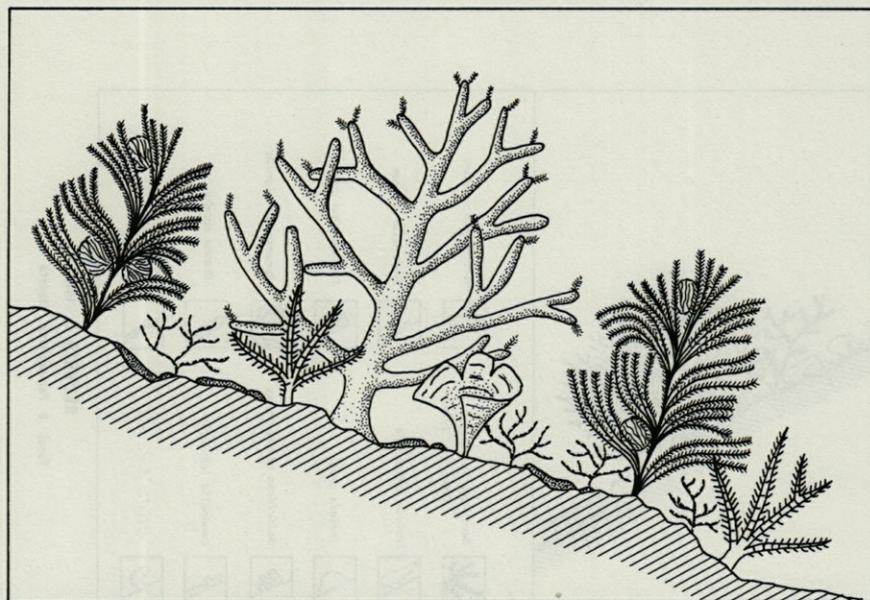


FIG. 1. — Carte des stations.



Halopteris scoparia



Dynamene cornicina
(octobre → avril)

Codium vermilare



Falkenbergia rufolanosa
(mars → septembre)



Padinia pavonia
(mai → novembre)



Jania rubens



Lithothamnion



Corallina mediterranea

Dictyota dichotoma
Dictyota linearis
(juin → octobre)

ABEILLE 8m

Peuplement d'algues photophiles

FIG. 2. — Aspect physiologique des stations.

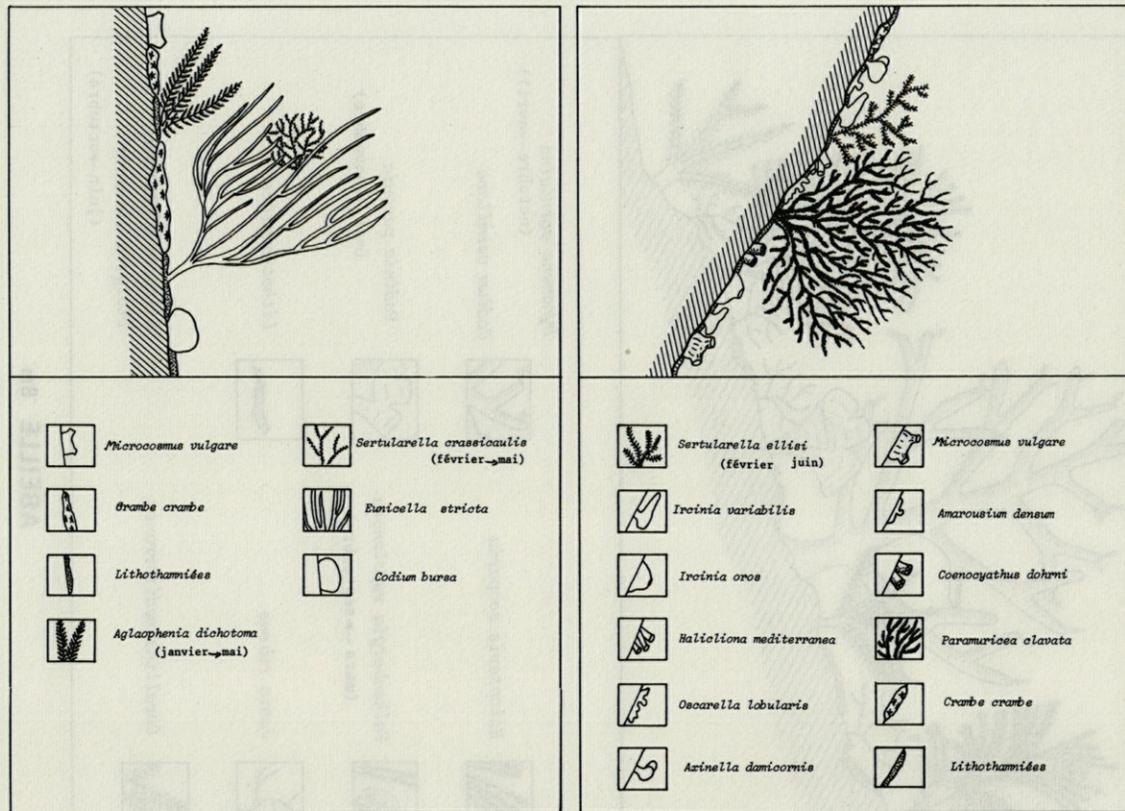


FIG. 3. — Aspect physionomique des stations.

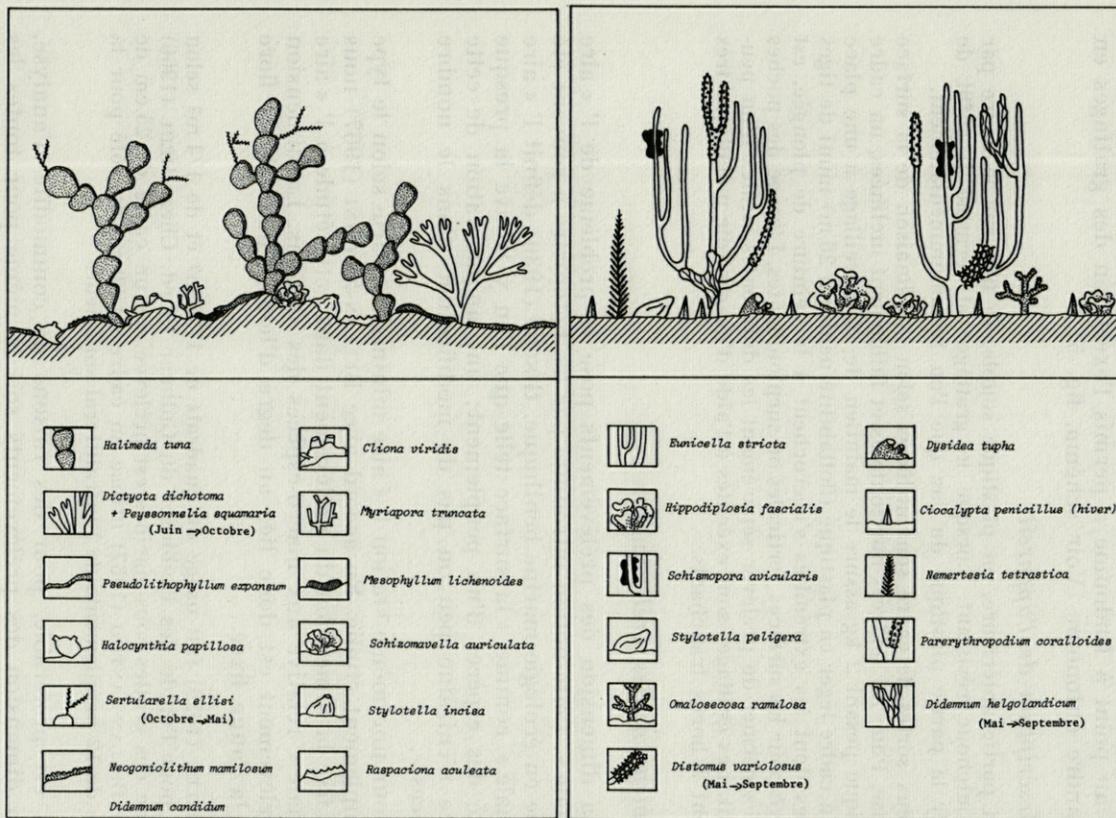


FIG. 4. — Aspect physiognomique des stations.

faces donne des résultats quantitativement satisfaisants (TRUE, 1965; RIEDL, 1966; BELLAN-SANTINI, 1967).

Un appareil de récolte, très voisin de celui que TRUE (1963) a mis au point à Endoume a permis l'exécution des grattages en scaphandre autonome (Voir schéma, fig. 5).

Description de l'appareil.

La partie antérieure, en plastique souple, se fixe sur le cadre par un caoutchouc résistant. Lorsque le grattage est terminé il suffit de dégager la partie plastique du sac que l'on ferme immédiatement.

Deux sortes de cadre sont utilisées selon l'inclinaison de la surface rocheuse. Pour les surfaces horizontales et faiblement inclinées, un cadre métallique pesant 2 kg assure le maintien de l'appareillage à une place fixe. Un cadre léger en plastique (flottabilité neutre à 20 m) muni de tiges latérales dont les extrémités s'accrochent à la ceinture de plongée, est employé pour les surfaces verticales ou surplombantes. L'usage des poches latérales permet de prélever séparément les différentes strates d'un peuplement. Les grattages sont exécutés à l'aide d'un grattoir métallique très résistant à bords tranchants.

b) Dimension des prélèvements.

La dimension des prélèvements pose le problème de l'« aire minimale ». Cette notion introduite par les botanistes a souvent été utilisée en écologie marine benthique. GISLEN (1930) définit l'« aire minimale » comme « la surface telle que l'on y trouve la presque totalité des espèces d'un peuplement; une augmentation de cette surface n'entraîne peu ou pas de modifications dans le nombre d'espèces ».

Pour une même station l'« aire minimale » varie selon le type de peuplement étudié. En accord avec BELLAN-SANTINI (1967) nous avons fixé la dimension du prélèvement dans cette étude à l'« aire minimale » relative aux macro-espèces des stations. La dimension du prélèvement est donc liée au degré d'homogénéité de la flore et de la faune fixée.

GISLEN (1930) fait usage de quadrats de $1/10 \text{ m}^2$ et de $1/4 \text{ m}^2$ selon le cas pour l'étude des Epibioses du Gullmar Fjord. Chez RIEDL (1966) la faune des grottes sous-marines est prélevée sur un carré de 25 cm de côté et BELLAN-SANTINI (1967) utilise un cadre de 20 cm de côté pour la récolte de 12 peuplements de l'Infralittoral supérieur.

Il est préférable, pour des raisons de commodité d'analyse, que la dimension des prélèvements soit la même pour toutes les stations; elle correspond donc à la surface minimale du peuplement le plus pauvre. Pour déterminer cette surface, « l'analyse statistique des surfaces croissantes » (décrite dans GREIG-SMITH, 1957) est

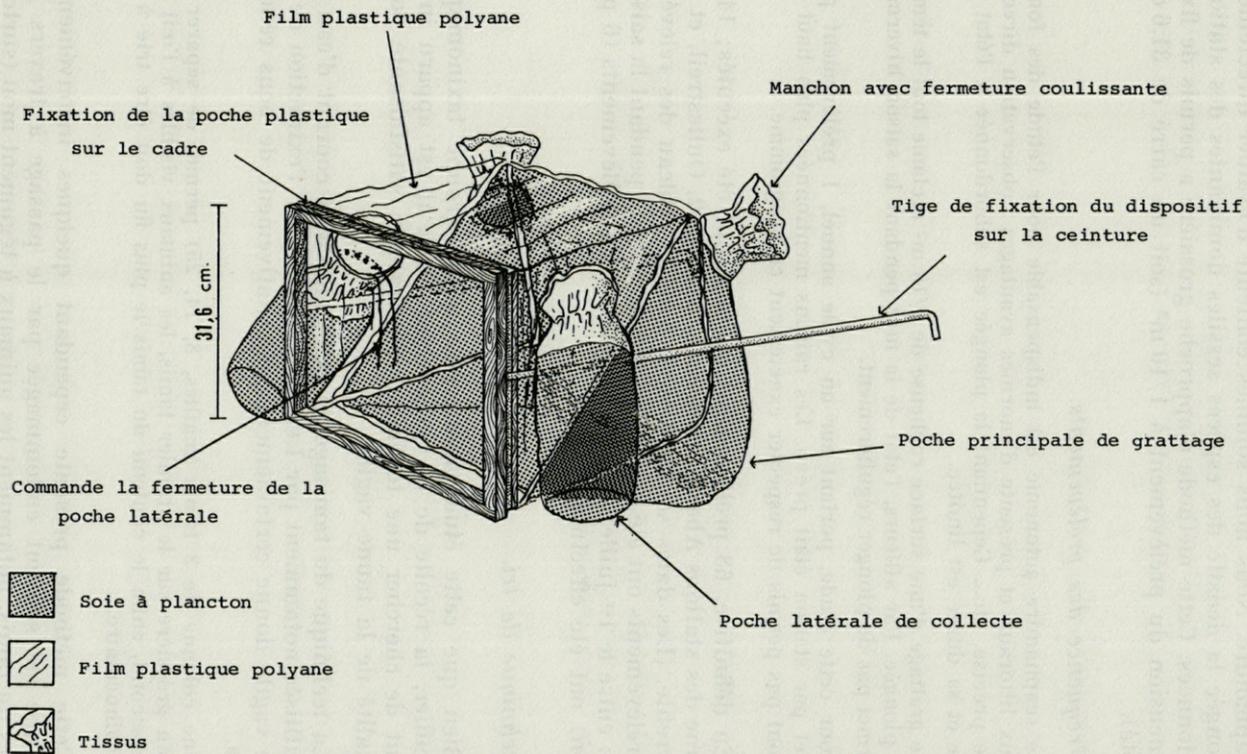


FIG. 5. — Dispositif de grattage *in situ*.

d'un grand intérêt mais demande beaucoup de temps et de plongées en scaphandre. Nous nous sommes contenté d'évaluer directement en plongée la densité des espèces sessiles dominantes des stations sélectionnées. Cette méthode d'approche grossière a permis de fixer la dimension du prélèvement à $1/10 \text{ m}^2$ (soit un carré de 31,6 cm de côté).

Fréquence des prélèvements.

Le scaphandre autonome est indispensable pour l'étude des fonds rocheux littoraux et présente d'énormes avantages : observation directe, récolte précise, etc... Cependant la plongée est subordonnée à l'état de la mer et sa durée est limitée.

Le grattage d'une surface rocheuse de $1/10 \text{ m}^2$ réclame tout le temps d'une plongée. Par ailleurs, l'état de la mer pendant la saison hivernale ne permet pas de plonger régulièrement.

Pour cette étude, portant sur un cycle annuel, 1 prélèvement par mois et par station était prévu. Les raisons mentionnées plus haut ne nous ont pas permis de respecter exactement ce programme.

En définitive, 68 prélèvements au total ont été exécutés; 14 à chacune des stations Abeille, Rederis 1, Rederis 2, Oullestreil, et 12 à Peyrefite. (Les dates sont précisées dans le tableau des relevés.) Les prélèvements ont été beaucoup plus nombreux pendant la saison d'été : entre le 1^{er} juillet et le 15 septembre, 30 prélèvements (6 par station) ont été effectués.

c) Technique de tri.

Bien que cette étude n'intéresse qu'un groupe taxinomique particulier, la récolte de la faune étant totale il est apparu intéressant de chercher une technique d'extraction satisfaisante pour la totalité de la faune vagile.

La technique du tamisage de la récolte sous courant d'eau de mer utilisée notamment par LEDOYER (1966) pour l'extraction de la faune vagile donne certainement quantitativement de bons rendements.

Une colonne de 3 tamis (mailles, 8, 14, 25) permet de séparer la fraction grossière sur le premier tamis, les animaux visibles à l'œil nu sur le second, enfin le contenu du tamis le plus fin doit être trié à la loupe binoculaire.

Cette méthode présente cependant quelques inconvénients. La faune est souvent endommagée par le passage à travers les mailles du tamis, notamment les animaux à tégument mou (surtout les Nudibranches).

Par ailleurs la totalité de la contamination (particules diverses piégées par les formes fixées) est entraînée et rend le tri sous la loupe laborieux.

Pour pallier ces inconvénients, différents essais de tri sélectif ont été tentés.

Nous avons choisi pour cette étude expérimentale l'extraction de la faune vagile associée au *Codium vermilare*. Cette algue est en effet facile à récolter et abrite une faune vagile riche et variée (Polychètes, Gamma-riens, Caprelliens, Isopodes, Prosobranche, Nudibranche) (1).

Les différentes méthodes sélectives, utilisant le tactisme des animaux sont :

— Tri sélectif par voie chimique; les effets des réactifs énumérés ci-dessous ont été testés à différentes concentrations.

— Réactifs minéraux : Cu SO_4 , Na OH , Mg Cl_2 ;

— Réactifs organiques : MS 222, menthol, acide acétique, formol.

— Tri sélectif par voie physique : stimulation électrique/Berlese humide.

Le rendement a été apprécié en fonction du nombre d'individus récoltés pour chaque groupe soit en surface soit dans le fond du cristalliseur, par rapport au nombre d'individus restant accrochés dans le pied du *Codium*.

Les meilleurs résultats ont été obtenus en employant l'acide acétique à faible concentration (1 ml de CH_3COOH pur par litre d'eau de mer) qui décroche jusqu'à 80 % de la faune vagile dans les meilleurs cas. Beaucoup d'animaux montent à la surface et peuvent être pris directement à l'aide de pinces fines. Tel est le cas des Nudibranche et des Opisthobranche qui grimpent à la paroi du cristalliseur ou se déplacent sur le film d'eau de la surface. Une partie non négligeable des Amphipode peut être recueillie ainsi. Par contre, dans le matériel récolté au fond du cristalliseur il faut séparer les animaux des débris organiques ou minéraux.

Au terme de cette opération, l'extraction sélective est complétée par tamisage sous courant d'eau de mer; on ne peut éviter totalement le tri mécanique.

En définitive le tri du matériel biologique a fait l'objet d'une manipulation en deux étapes :

1. — Extraction sélective par voie chimique (CH_3COOH faiblement concentré).

2. — Tamisage sous courant d'eau pour compléter la première étape dont le rendement n'est jamais entièrement satisfaisant.

Le tri sélectif se justifie néanmoins parce qu'il permet de recueillir une partie de la faune vagile intacte et qu'il rend l'ensemble de la manipulation plus rapide.

(1) Ces recherches préliminaires ont fait l'objet d'un rapport de stage rédigé par BOUCHER et DE BOVÉE au Laboratoire Arago.

Tous les individus recueillis ont été déterminés et comptés sans fractionnement, sous la loupe.

3. MESURES DE QUELQUES FACTEURS ÉCOLOGIQUES.

La connaissance du milieu, à travers les mesures de ses caractéristiques physico-chimiques est indispensable à toute étude écologique. Sur ce point, l'écologie marine est défavorisée par les problèmes technologiques que posent les mesures de facteurs écologiques dans le milieu marin. Par ailleurs, nous avons dû restreindre, faute de temps et de moyens, les mesures que tout d'abord nous nous étions proposé d'effectuer.

Comme le fait remarquer LAUBIER (1966) les difficultés sont davantage affaire de moyens financiers que de possibilités technologiques. « ... La technique industrielle a maintenant généralisé l'emploi des enregistreurs analogiques ou même numériques qui permettraient aux biologistes de connaître, non pas différentes valeurs relevées à des intervalles de temps plus ou moins éloignés, mais la variation continue de facteurs physico-chimiques ».

En conséquence, les résultats de mesures que nous possédons sont pauvres et trop souvent subjectifs. Ils offrent cependant une approximation des différences relatives d'un facteur donné entre les stations étudiées.

Facteurs topographiques.

Les mesures de profondeur, d'inclinaison et d'orientation des parois ne posent aucun problème, elles ont déjà été notées dans la description des stations.

Salinité et température.

Les mesures utilisées pour ce travail sont empruntées essentiellement aux données hydrologiques obtenues par les chercheurs planctonologistes (JACQUES, THIRIOT, RAZOULS, 1970) du Laboratoire Arago au cours de l'année 1968-1969.

Ces mesures ont été effectuées au large de Béar à différentes profondeurs; étant donné leur abondance, il a toujours été possible de faire correspondre, à un ou deux jours près, la température et la salinité de l'eau des stations à chaque prélèvement.

Eclairement.

Le rôle fondamental de l'éclairement dans la distribution de la faune et de la flore sessiles des fonds rocheux a été maintes fois mis en évidence. Cependant les mesures d'éclairement publiées par les biologistes sont rares, ce qui constitue la meilleure preuve des difficultés techniques rencontrées.

Dans la région de Banyuls, LANDAIS (1955) a étudié les variations du coefficient d'extinction en fonction de la profondeur à deux périodes de l'année : septembre 1954 et avril 1955 (en pleine eau).

Ces mesures constituent un intéressant point de repère, mais elles ne donnent aucune indication quant aux modifications d'éclairément dues à l'inclinaison et l'orientation des parois (à ces modifications peuvent se surajouter des effets de miroir). J'ai donc été amené à utiliser en plongée sous-marine un appareil simple et pratique conçu par THÉODOR (1) pour ses propres recherches.

Cet instrument permet une mesure quantitative du pourcentage de lumière transmise par rapport à l'éclairément en surface.

Une série de plongées, effectuées le 12-8-1969 a permis de fixer les conditions d'éclairément minimales (au niveau de la sous-strate) et maximales (au niveau de la strate élevée) à chaque station pour un même éclairément en surface.

Mesures d'éclairément aux différentes stations

le 12 août 1969, 11 h 30 - 12 h 30

Eclairément de surface : ciel clair, agitation faible : 78 000 Lux

- Abeille	(8 m Hl)	:	SE	10.300 Lux	}	5
			SS	6.000 Lux		
- Rederis 1	(12 m Vl)	:	SE	5.300 Lux	}	4
			SS	3.300 Lux		
- Rederis 2	(15 m St)	:	SE	1.250 Lux	}	2
			SS	410 Lux		
- Oullestreil	(22 m Hl)	:	SE	3.250 Lux	}	3
			SS	2.800 Lux		
- Peyrefite	(38 m Hl)	:	SE	320 Lux	}	1
			SS	250 Lux		

Ces mesures permettent de classer les stations de 1 à 5 depuis la moins éclairée jusqu'à la plus éclairée. Chaque biotope possède un intervalle de variation distinct; les fourchettes observées ne se superposent pas. Cependant les variations d'éclairément à l'intérieur d'une station sont parfois plus fortes que les variations enregistrées

(1) J'exprime mes vifs remerciements à M. THÉODOR qui m'a permis d'utiliser son appareil personnel.

entre deux stations différentes. Aussi le classement établi ne fait-il que ranger les biotopes en fonction de leur condition moyenne d'éclairement.

Turbidité.

La turbidité des eaux au niveau du fond dépend principalement de l'agitation (ou turbulence) et de la nature des sédiments à proximité. L'action de la turbulence, à proximité des fonds sédimentaires très envasés, se traduit dans la masse des eaux par une forte teneur en matériel particulaire.

Ce paramètre n'a malheureusement fait l'objet d'aucune mesure précise. Cependant son caractère nettement tranché dans le cadre de cette étude permet de distinguer subjectivement deux catégories de stations : celles à forte turbidité (Abeille et Peyrefitte) et celles où l'importance de ce facteur est faible (Rederis 1, Rederis 2, Oulles-treil).

Afin d'intégrer ce facteur aux modèles mathématiques nous avons codé (0 et 1) ces deux cas.

La turbulence des eaux (appréciable en plongée) est due soit aux effets de la houle (Abeille) soit à des courants de fond (Peyrefitte). Un apport de matériel particulaire terrigène, venant de la côte ou des fonds meubles envasés voisins, crée une importante turbidité dans ces deux stations.

L'aspect arbitraire et subjectif de ce chapitre dénonce les difficultés de l'étude écologique des fonds de substrats durs. Nous avons déjà dit pour quels motifs la connaissance précise des paramètres physico-chimiques des fonds rocheux était inaccessible dans le cadre de cette étude.

Aussi les résultats de ce travail ne peuvent en aucun cas être considérés comme des conclusions définitives sur le peuplement étudié, mais plutôt comme des bases de réflexion.

ÉTUDE BIOCÉNOTIQUE

A. MÉTHODE ANALYTIQUE.

La biocénologie est la science des groupements des êtres vivants.

Pris dans le sens où il est employé, le terme de groupement n'implique nullement une association biologique entre les espèces; il ne rend compte que de leur coexistence. Il s'agit en fait de préciser les affinités entre les espèces sur le critère des prélèvements dans lesquelles elles

se trouvent, et les affinités des prélèvements sur le critère des espèces qu'ils comprennent. Ceci nous conduit à l'étude statistique des liaisons interspécifiques et des similitudes entre relevés.

Dans sa plus pure acception, la biocénétique reste sans référence aux facteurs du milieu; son but est de décrire la répartition de l'ensemble faunistique considéré.

Nous abordons ce chapitre par le calcul des paramètres caractéristiques du peuplement : densité, agrégation spécifique, diversité.

1) *Densité.*

La densité est par définition le nombre d'individus par unité d'espace (ici surface); c'est le paramètre le plus immédiat d'une population animale.

Dans le cadre de cette étude, où tous les prélèvements ont la même dimension, le calcul de la moyenne arithmétique des fréquences absolues des espèces pour chaque station donne une première estimation de la densité (exprimée en individus / 0,10 m²).

La dispersion des données autour de la moyenne est classiquement mesurée par l'erreur standard :

$$S_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

σ = écart-type de la distribution
des fréquences

n = nombre de relevés

De toutes les mesures de dispersion, l'erreur standard à la moyenne est la plus riche en information puisqu'elle donne les limites dans lesquelles la moyenne a le plus de chance d'être située.

Dans le cas des distributions non-normales (ce qui est notre cas) l'erreur standard n'a pas de signification statistique; cependant du point de vue écologique son utilisation se justifie car elle est employée dans le calcul de nombreux indices de dispersion.

2) *Distribution spatiale et transformation des données.*

L'étude de la distribution spatiale est primordiale du point de vue statistique; elle permet de connaître à quel type de loi obéissent les données.

Les écologistes admettent classiquement trois types de loi de probabilité pour rendre compte de la distribution spatiale des êtres vivants.

La comparaison de la moyenne et de la variance détermine le type de la distribution spatiale d'une espèce (DEBAUCHE, 1958; ANDREWARTHA, 1961; CANCELA DA FONSECA, 1965).

La distribution spatiale est :

— régulière si $\frac{S^2}{\bar{x}} < 1$; (loi normale)

— au hasard si $\frac{S^2}{\bar{x}} = 1$; (loi de Poisson)

— en agrégat si $\frac{S^2}{\bar{x}} > 1$; (loi binomiale négative)

Dans un milieu hétérogène, l'espèce ne peut s'installer en nombre que là où elle rencontre des conditions compatibles avec ses exigences écologiques, de sorte que la distribution des individus ne peut être régulière, ni même au hasard. Dans les cas de cette étude, comme dans la plupart des cas en écologie, les données appartiennent à une distribution contagieuse (du type binomiale négative); les individus sont groupés en agrégats.

Or les procédés usuels d'analyse statistique reposent sur un certain nombre d'hypothèses dont les plus importantes sont :

- Les variables aléatoires sont distribuées normalement.
- Pour une même variable aléatoire, la variance est indépendante de la moyenne.
- Les échantillons sont extraits au hasard.

En ignorant ces hypothèses, on risque d'introduire des facteurs de variations qui ne sont pas aléatoires.

Il faut donc rechercher une transformation des données, permettant l'incertitude est maximale lorsque tous les événements ont la même

Le choix de la transformation des données consiste à trouver le meilleur changement d'échelle possible, dans le but de remédier aux défauts susceptibles d'invalider l'analyse statistique.

Parmi les transformations normalisantes couramment utilisées en écologie nous trouvons :

$$y = \sqrt{x}, \text{ ou } y = \sqrt{x + k}$$

$$y = \log x, \text{ ou } y = \log (x + k)$$

$$y = \log^2 x, \text{ ou } \log^2 (x + k)$$

D'une façon générale ces diverses transformations peuvent être essayées et l'on retient celle qui fournit le meilleur alignement

des points par la méthode des Probits (SOUTHWOOD, 1966, utilisation du " probability paper ") :

Une distribution normale donne une courbe de fréquence en cloche et une courbe cumulative en « S ». Pour comparer plus aisément les courbes en « S » entre elles on a recours à une transformation « probit ». L'échelle probit s'obtient en portant sur l'axe des ordonnées, pour une fréquence donnée, la valeur de la variable normale réduite (moyenne = 0, variance = 1) qui lui correspond. On peut lire cette valeur sur les tables de πt ou les trouver directement sur graphique gaussométrique.

Dans le cas d'une distribution normale, la courbe cumulative ainsi transformée est une droite (dite droite de HENRY).

Trois types simples de transformations ont été essayés :

$$\sqrt{x + 0,5} ; \quad \log (x + 1) ; \quad \log^2 (x + 1). \quad (1)$$

pour les données numériques de cinq relevés (appartenant aux cinq stations sélectionnées pour cette étude).

Le tracé de la droite de HENRY est une opération laborieuse lorsqu'il s'agit de tester un grand nombre de distributions; il ne permet pas toujours de discerner le meilleur alignement.

Aussi nous avons calculé pour chaque cas de transformation, le coefficient de corrélation « r » entre les probabilités des fréquences cumulées et les données transformées.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Transformations		log (1 + x)	log ² (1 + x)	$\sqrt{x + 0,5}$
Relevés				
Abeille	A5	r = 0,99	0,96	0,94
Rederis 1	B5	0,99	0,99	0,98
Rederis 2	C5	0,96	0,89	0,87
Oullestreil	D5	0,98	0,94	0,92
Peyrefite	E5	0,96	0,90	0,90

Les échantillons étant relativement limités, les différences entre les coefficients de corrélation ne peuvent être considérées comme significatives. Néanmoins, nous avons choisi d'appliquer la transformation :

$$\log (x + 1)$$

qui paraît donner les meilleurs résultats.

(1) L'expression (x + 1) a pour but d'éliminer l'ambiguïté du cas où l'effectif est nul.

Diversité.

Le spectre de l'abondance relative des espèces existant à un moment donné dans un écosystème est le reflet d'interactions multiples entre les espèces et le milieu ambiant. Les écologistes ont essayé de mesurer quantitativement ce spectre; les coefficients proposés sont les indices de diversité.

Le plus répandu jusqu'à présent est celui de FISCHER, CORBET et WILLIAM (1943) basé sur les séries logarithmiques.

Cependant, une voie nouvelle a été exploitée par Mac ARTHUR (1955) et MARGALEF (1957) avec l'application de la théorie de l'Information.

Les événements aléatoires ont un degré d'indétermination différent selon les cas (l'indétermination étant l'absence d'une certitude quant à leur réalisation).

L'incertitude est maximale lorsque tous les événements ont la même probabilité d'occurrence : $p_i = \frac{1}{n}$, c'est-à-dire lorsque les espèces ont la même fréquence relative dans un prélèvement. Inversement, plus un prélèvement est constitué à la fois d'espèces très abondantes et d'espèces très rares, plus l'indétermination est faible.

L'expression mesurant l'indétermination est donnée par la formule de SHANNON :

$$H(s) = - \sum_{i=1}^x p_i \log_2 p_i$$

p_i = fréquence relative (ou probabilité d'occurrence) de l'espèce de rang i .

s = nombre total d'espèces dans le prélèvement.

H est exprimé en bits.

Nous retiendrons cette expression comme mesure de la diversité. On démontre que l'indice de SHANNON est la limite vers laquelle tend l'indice de diversité de MARGALEF lorsque les effectifs des espèces augmentent (DAGET, 1967).

4) *Affinités cénotiques et spécifiques.*

L'étude de l'affinité écologique, entre espèces (spécifique), ou entre groupes (cénotique) est une méthode devenue classique pour la reconnaissance des peuplements. « La notion même de communauté apparaît lorsque l'on constate que certaines espèces se trouvent réunies plus fréquemment que par le simple jeu du hasard » (DAGNELIE, 1960).

En océanographie, le terme de communauté marine, introduit par PETERSEN (1918) lors des recherches sur le benthos de la mer danoise, est une notion essentiellement quantitative et statistique.

Dans cette perspective, il semble logique de tenter de définir des unités faunistiques en se basant sur l'étude statistique des relations entre espèces appartenant à une même taxocénose.

On peut s'efforcer ensuite de préciser la place de ces groupes dans l'ensemble de la communauté.

Dans ce but on considère les espèces deux à deux et pour chaque couple on calcule la valeur d'un paramètre : le coefficient d'affinité spécifique. De même, selon leur composition faunistique, les relevés possèdent entre eux des degrés de similitude que l'on mesure par le coefficient d'affinité cénotique.

a) *Choix des coefficients.*

Les indices de liaisons qui ont été proposés par les écologistes sont extrêmement nombreux (DAGNELIE, 1960; SOUTHWOOD, 1966). Ils se répartissent en deux catégories : les uns tiennent compte uniquement de la présence des espèces dans les différents relevés; les autres se basent sur l'abondance, la fréquence ou la dominance des espèces.

Ces aspects qualitatifs et quantitatifs d'un même problème étant plus complémentaires qu'opposés, nous avons retenu un coefficient pour chacune des deux méthodes :

— Le coefficient de corrélation de point Φ pour l'analyse des données qualitatives.

— Le coefficient de corrélation de BRAVAIS-PEARSON r pour l'analyse des données quantitatives.

Le coefficient Φ est lié au paramètre χ^2 par la relation :

$$\Phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}}$$

soit sous une forme plus développée :

$$\Phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}}$$

a = nombre de relevés contenant simultanément l'espèce x et l'espèce y ;

b = nombre de relevés contenant l'espèce x sans l'espèce y ;

c = nombre de relevés contenant l'espèce y sans l'espèce x ;

d = nombre de relevés ne contenant ni x ni y .

Le coefficient de corrélation r représente la covariance de deux séries de variables x et y rapportée au produit de leur écart-type respectif :

$$r = \frac{\Sigma (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n \sigma_x \cdot \sigma_y}$$

σ = écart-type, x = moyenne des x , y = moyenne des y , n = nombre d'observations.

Le choix de ces deux paramètres se justifie par les remarques suivantes :

1. r est la meilleure estimation de la dépendance entre deux séries de variables distribuées normalement (transformation nécessaire). Il représente la valeur de l'ajustement d'une droite à l'ensemble des points figuratifs de l'échantillon par la méthode des moindres carrés.

2. Φ et r sont des coefficients centrés; leur valeur varie entre $+1$ et -1 . Pour un même couple d'espèces ou de prélèvements ils sont donc facilement comparables.

Φ est un cas particulier de r pour les valeurs : 1 (Présence) ou 0 (Absence).

3. Enfin ces deux paramètres méritent d'être retenus parce qu'on peut en tester facilement la signification.

b) *Tests de signification.*

Indépendamment du calcul des coefficients indiquant l'intensité des liaisons il est important de savoir si ces relations sont statistiquement significatives. Ce test est d'ailleurs indispensable pour l'analyse des tableaux d'intercorrélation; il permet d'éviter le choix arbitraire d'un seuil de signification.

Le coefficient de contingence $\Phi(1)$ est testé par la méthode classique du χ^2 : $N\Phi^2 = \chi^2$ (pour un nombre de degré de liberté égale à 1).

La distribution du coefficient r est très asymétrique lorsque N est faible et r voisin de $+1$ ou -1 . Aussi a-t-on recours à la transformation de FISHER, et le test t se fait sur z qui est une fonction de r et dont la distribution est normale. (La table des correspondances des valeurs de z et de r ainsi que la méthode de calcul sont décrites dans LAMOTTE 1967, p. 132.)

Les méthodes d'analyse décrites dans ce chapitre sont surtout destinées à faciliter l'interprétation et la classification des données expérimentales.

Dans notre cas de problème, les données sont les fréquences des différentes espèces consignées dans les tableaux de relevés; les tableaux ne figurent pas dans cette publication mais demeurent à la disposition des lecteurs.

B. RÉSULTATS.

1) *Généralités.*

Parmi les quelques 20 000 individus Crustacés dénombrés dans cette étude, 70 espèces ont été reconnues. Leur appartenance aux

(1) Le coefficient Φ ainsi formulé ne tient pas compte de la correction de YATES pour la discontinuité.

groupes systématiques étudiés est répartie de la façon suivante :

	Nombre d'espèces	Pourcentage	Nombre d'individus	Pourcentage
Amphipodes	55	78,6 %	17181	80,3 %
Isopodes	10	14,3 %	1786	8,4 %
Tanaïdaces	3	4,3 %	1866	8,7 %
Cumacés	2	2,8 %	561	2,6 %

Les Amphipodes occupent une place prépondérante dans l'ensemble du peuplement étudié, tant par le nombre des espèces que par le nombre des individus.

De nombreuses espèces sont présentes dans toutes les stations. Les espèces rencontrées dans une seule station ont généralement une densité très faible.

Nombre d'espèces présentes dans toutes les stations : 30

Nombre d'espèces présentes seulement dans 4 stations : 13

» » » » » 3 stations : 7

» » » » » 2 stations : 10

» » » » » 1 station : 10

La nécessité d'une étude quantitative se fait donc sentir. En effet, la présence des mêmes espèces dans deux biotopes ne signifie pas que les deux biotopes sont identiques. Ce serait ignorer l'existence des facteurs contrôlant sélectivement le nombre des individus.

L'ensemble des observations montre que les stations les moins profondes ont une richesse faunistique plus élevée. Le coefficient de diversité de DRACH (1948) :

nombre total d'espèces présentes dans une station

nombre total d'espèces présentes dans la région (1)

diminue avec la profondeur, exprimant une sélectivité accrue des conditions du milieu :

Abeille	8 m :	54 espèces	0,77 (coefficient de diversité de DRACH)
Rederis 1	12 m :	50 "	0,71
Rederis 2	15 m :	49 "	0,70
Oullestreil	22 m :	49 "	0,70
Peyrefite	38 m :	44 "	0,63

(1) Région : comprise au sens restrictif de l'ensemble des stations.

De même, la sélectivité du milieu est plus forte dans la strate élevée que dans la sous-strate si l'on compare les coefficients de diversité consignés dans le tableau ci-dessous :

	SS	SE
Abeille	0,77	0,68
Rederis 1	0,70	0,44
Rederis 2	0,70	0,50
Oullestreil	0,61	0,56
Peyrefite	0,57	0,41

Cependant, toutes les espèces abondantes d'une station sont communes aux deux strates. Les différences qualitatives ne portent que sur les espèces rares.

2) Densité du peuplement.

a) Au niveau des stations.

Le nombre total d'individus dans un relevé est variable selon les stations et les mois de l'année. Aux différentes stations la densité prend les valeurs :

Abeille	:	595,3 individus par 1/10 ^e m ²
Rederis 1	:	215,9 " "
Rederis 2	:	208,6 " "
Oullestreil	:	240,8 " "
Peyrefite	:	284,4 " "

Afin d'apprécier globalement la signification des variations de densité de la faune vagile crustacée en fonction des mois et des stations, nous avons employé l'analyse de variance à deux facteurs contrôlés (dont les résultats figurent dans le tableau ci-dessous).

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	Valeurs critiques de F	
					5 %	1 %
Entre mois	649,427	11	59,039	2,98	2,01	2,68
Entre stations	889,056	4	222,264	15,02	2,58	3,78
Résiduelle	650,737	44	14,789			
Totale	2189,22	59				(1)

(1) L'analyse de variance porte sur les 12 séries complètes de relevés pour les cinq stations. Les données ont subi la transformation : $\log(x + 1) \times 10$.

Les effets des mois et des stations sont significatifs. On peut comparer les moyennes deux à deux en calculant la plus petite différence significative (test de Tukey, L. LISON, p. 114).

Ce dernier test permet d'avancer les conclusions suivantes :

La densité du peuplement à l'Abeille est nettement plus élevée qu'ailleurs, ce qui apparaît immédiatement à la consultation des données brutes.

Les différences de densité observées entre les stations Rederis 1, Rederis 2, Oullestreil et Peyrefite ne sont pas significatives.

En d'autres termes, la couverture algale de l'Infralittoral supérieur (Abeille) apparaît comme un type d'habitat favorable à la faune des petits Crustacés. A la forte densité d'individus observée dans cette station, correspond une grande richesse faunistique (déjà signalée dans les généralités).

L'état de division des Algues figure parmi les facteurs responsables de cette réussite, en offrant une plus grande surface habitable et en créant des micro-abris propices à l'accumulation des débris organiques. (L'importance de ce critère a déjà été soulignée par DAHL (1948) et TRUCHOT (1962), dans la répartition des Amphipodes des biotopes algaux).

Les variations de densité au cours de l'année sont faibles. Cependant l'analyse de variance permet de dégager globalement un maximum au printemps et un minimum en décembre.

b) *Densité au niveau des strates.*

La richesse relative des différentes strates en nombre d'individus est variable selon les stations : pour chaque station les densités de la strate élevée (S.E.) et de la sous-strate (S.S.) sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Il apparaît immédiatement que les strates élevées de Rederis 1 et Rederis 2 sont très appauvries par rapport aux sous-strates de ces mêmes stations. Ailleurs le phénomène inverse se produit. Cependant, s'il existe une différence réelle entre les deux strates de l'Abeille, les différences de densité entre les strates d'Oullestreil et de Peyrefite sont dues à des fluctuations fortuites comme le montrent les tableaux suivants :

Stations	S.E.	S.S.	Densité exprimée en nombre d'individus par 1/10 ^e m ²
Abeille	362,8	232,6	
Rederis 1	36,8	179,0	
Rederis 2	61,3	146,9	
Oullestreil	130,2	110,6	
Peyrefite	175,2	109,3	

Abeille.

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	F 0,05
Entre groupes	146,285	1	146,285		
Résiduelle	646,428	26	24,862	5,88	4,22 S.
Totale	792,703				

Oullestreil.

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	F 0,05
Entre groupes	43,750	1	43,750		
Résiduelle	1346,357	26	51,782	0,844	4,22 N.S.
Totale	1389,107				

Peyrefite.

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	F 0,05
Entre groupes	63,375	1	63,375		
Résiduelle	1712,250	22	77,829	0,81	4,22 N.S.
Totale	1775,525				

Les différences de densité très nettes, observées entre les strates des stations Rederis 1 et Rederis 2, sont dues en grande partie à la médiocrité de la qualité trophique du milieu au niveau de la strate élevée; les organismes supports qui la constituent sont en effet de forme arbusculaire (Gorgonides) et retiennent mal les particules organiques. Par ailleurs l'orientation verticale et surplombante des parois limite l'apport de « seston » par gravité.

3) *Densité spécifique.*

Chaque station étudiée peut être caractérisée faunistiquement par une liste d'espèces sur le critère des densités spécifiques les plus fortes.

Le spectre faunistique de chacune des stations est représenté graphiquement par un histogramme des « fréquences absolues moyennes » des espèces les plus denses (fig. 6 et 7). Les moyennes portent sur la totalité du cycle annuel; un trait vertical traduit l'amplitude de la dispersion des mesures autour de la moyenne. (Pour un coefficient de sécurité de 95 %

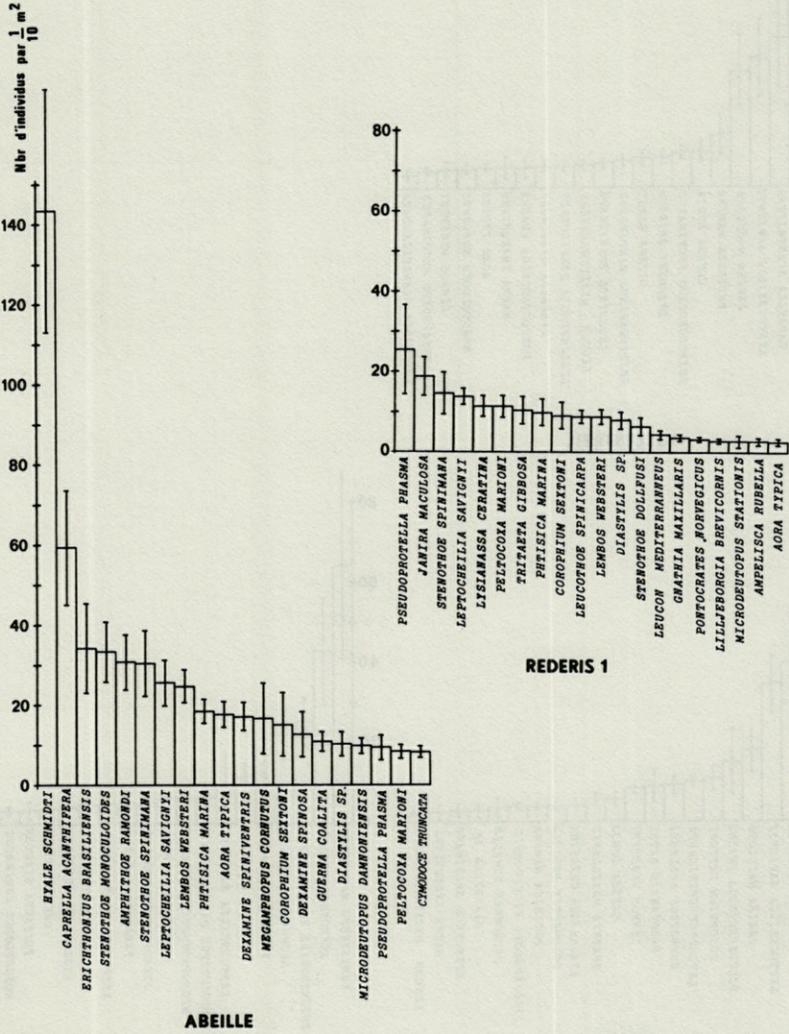
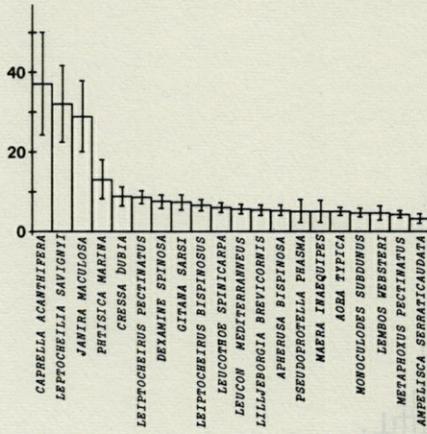
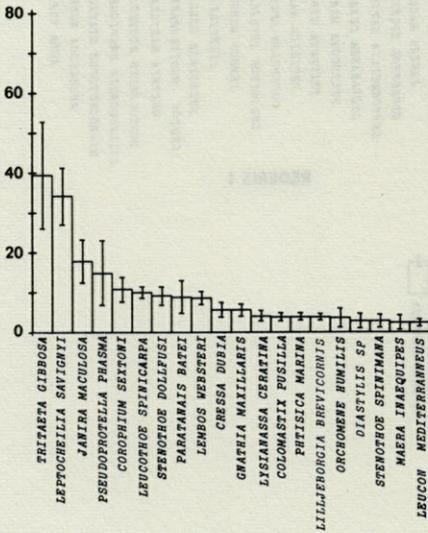


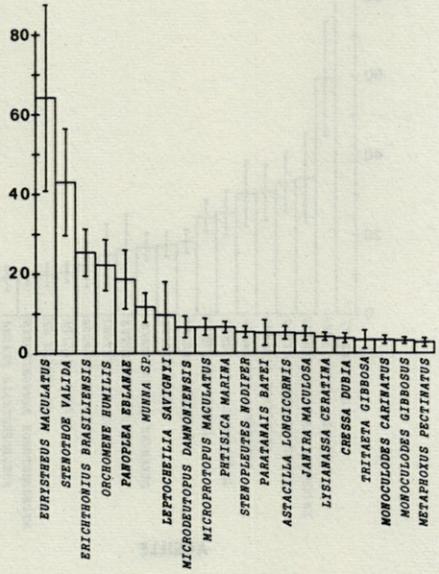
FIG. 6. — Spectre faunistique des stations. Histogramme des fréquences moyennes des espèces les plus denses (les traits verticaux représentent deux fois l'erreur standard).



OULLESTREIL



REDERIS 2



PEYREFITE

Fig. 7. — Spectre faunistique des stations. Histogramme des fréquences moyennes des espèces les plus denses (les traits verticaux représentent deux fois l'erreur standard).

l'intervalle de confiance à la moyenne est égal à deux fois l'erreur standard). Les espèces sélectionnées représentent plus de 80 % du nombre total des individus de chaque station.

La comparaison de ces histogrammes de fréquences montre que la plupart des espèces de forte densité sont eurytopes. Il existe cependant des espèces strictement liées à une seule station dont la densité n'est pas négligeable. Le cas le plus net est celui de *Hyale schmidtii*, du peuplement à Algues photophiles de l'Infralittoral supérieur, dont la densité dépasse 1 000 individus au m².

Cette espèce a été trouvée en abondance dans le peuplement à *Halopteris scoparia* de BELLAN-SANTINI (1968) dont le spectre faunistique au niveau des Amphipodes présente de grandes similitudes avec nos observations.

Ce biotope est aussi caractérisé par *Amphitoe ramendi*.

Stenothoe valida et *Panoplea eblanae* à Peyrefite (Coralligène de plateau, 38 m) et *Leptocheirus bispinosus* à Oullestreil (précoralligène, 22 m) entrent également dans le cas des espèces exclusives d'une station.

Les autres espèces dominantes telles que *Pseudoprotella phasma* à Rederis 1 et *Tritaeata gibbosa* à Rederis 2 sont présentes dans toutes les stations.

Tenter de dégager les espèces représentatives d'un biotope s'avère donc difficile au simple examen des histogrammes de fréquences. Ce problème sera abordé plus objectivement par l'étude statistique des liaisons interspécifiques.

4) Diversité.

L'indice de diversité, donné par la formule de SHANNON

$$H(S) = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

a été calculé pour chaque prélèvement et figure dans le tableau ci-dessous (les unités sont en bits) :

														Moyenne
Abeille	3,89	4,13	3,76	4,30	3,61	3,40	4,08	4,55	4,38	4,17	4,35	3,63		4,02
Rederis 1	4,01	4,66	4,01	4,14	4,19	4,41	4,44	4,84	4,24	3,87	3,79	3,48		4,17
Rederis 2	3,72	3,38	2,66	3,51	3,70	3,72	3,32	3,82	3,14	3,73	4,02	3,93		3,55
Oullestreil	4,41	4,22	3,61	3,79	3,74	3,58	3,47	3,50	4,03	3,78	4,10	4,27		3,87
Peyrefite	2,91	3,18	4,15	4,38	2,50	3,75	3,85	3,51	4,19	2,77	3,43	3,29		3,49

Pour connaître l'influence du temps et du biotope sur la diversité, les résultats sont interprétés à l'aide d'une analyse de variance à deux facteurs.

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	F 0,05
Entre mois	144,176	11	13,106	0,71	2,01 N.S
Entre stations	417,285	4	104,321	5,63	2,58 S
Résiduelle	815,021	44	18,523		
Totale	1376,48				

Seules les différences observées entre les stations sont significatives. La « plus petite différence significative » entre les stations est égale à :

$$SE \sqrt{\frac{2}{n}} t_{0,05} = 0,35 \text{ bits}$$

Sur le critère de l'indice de diversité les stations se répartissent donc en deux groupes :

- Abeille et Rederis 1, dont la diversité est élevée.
- Rederis 2, et Peyrefite dont la diversité est plus faible.
- Oullestreil possède une diversité intermédiaire.

La diversité permet de rendre compte de la « maturité » d'un écosystème. La « maturité », au sens de MARGALEF (1963), apparaît comme une propriété synthétique du système. Un indice fort traduit une maturité élevée et un dynamisme faible (lié à un faible pouvoir de multiplication des individus). Dans ce sens, les Crustacés benthiques des fonds rocheux appartiennent à un type de peuplement à forte maturité.

Le dynamisme du peuplement étudié, est plus élevé dans les biotopes les plus profonds. Ces biotopes sont aussi ceux où la sélectivité spécifique est la plus grande.

Les variations de l'indice de diversité au cours des saisons sont négligeables. L'équilibre entre le nombre des espèces et des individus est maintenu pendant le cycle annuel. Il faut cependant admettre que les espèces rares et les espèces abondantes ne sont pas toujours les mêmes puisque des variations spécifiques saisonnières sont mises en évidence dans un chapitre ultérieur. Le remplacement toutefois est progressif, sans rupture apparente.

5) *Étude des similitudes entre relevés.*

L'étude des affinités spécifiques et cénotiques porte sur les 30 prélèvements effectués pendant l'été 1968 du 1^{er} juillet au

15 septembre). Cette étude est intentionnellement limitée dans le temps afin d'éviter les effets des variations saisonnières.

Les 35 espèces sélectionnées, dont la densité sur l'ensemble de ces relevés est la plus forte, représentent plus de 75 % du nombre total des individus récoltés.

Le degré d'affinité entre chaque couple de relevés est mesuré par un coefficient de liaison.

Les résultats (1) sont inscrits dans une matrice carrée symétrique par rapport à la diagonale contenant $n(n-1)/2$ valeurs dans le triangle supérieur. Les valeurs de la diagonale sont égales à 1 (puisqu'elles représentent le degré de liaison de chacune des variables avec elle-même).

Pour mieux rendre compte de la structure de la matrice, dans le triangle inférieur les coefficients d'affinité sont groupés en « classes » d'après les seuils de signification habituels : 95 %, 99 % et 99,9 %. Chacune des classes est représentée par une teinte particulière; les groupes distincts apparaissent sous forme de triangles sombres. (Un tel tableau se rencontre souvent sous le nom de « diagramme-treillis »).

Les coefficients de similitude entre relevés sont consignés dans les figures 8 et 9.

Les relevés sont groupés par stations.	de 1 à 6 Abeille;
	6 à 12 Rederis 1;
L'ordre des relevés à l'intérieur des groupes est quelconque.	12 à 18 Rederis 2;
	18 à 24 Oullestreil;
	24 à 30 Peyrefite.

Les indices de liaison des 30 relevés de l'été (6 par station) ont été calculés par les deux méthodes proposées au début de ce texte.

Analyse qualitative : Coefficient de corrélation de point « Φ » (fig. 8).

Analyse quantitative : Coefficient de corrélation de BRAVAIS-PEARSON (fig. 9).

Afin de tirer un meilleur parti de la confrontation des deux méthodes les résultats sont analysés simultanément.

a) *Homogénéité faunistique des stations.*

Le premier objectif de l'étude des similitudes entre relevés est de tester l'homogénéité faunistique des stations tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif. Sur ce point, les deux méthodes donnent des résultats convergents. Les coefficients de similitude entre relevés d'une même station sont tous élevés et rendent compte d'une homogénéité faunistique relativement bonne.

(1) Les calculs de ce chapitre ont été effectués sur CAB (500) au Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.

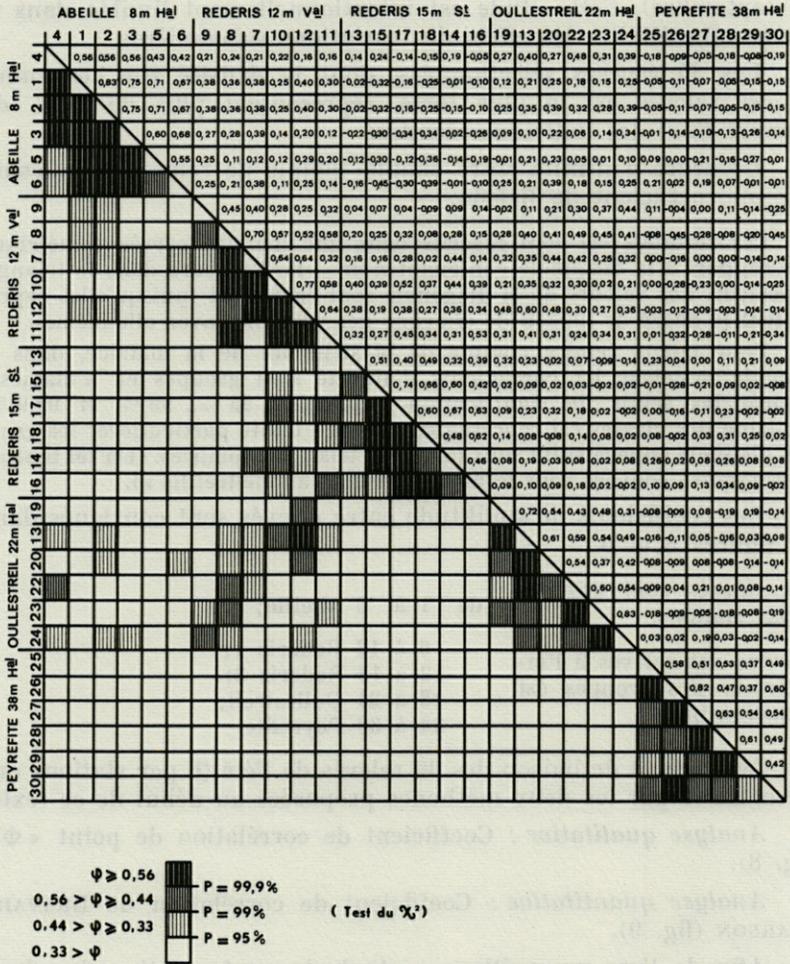


FIG. 8. — Similitude entre relevés. Matrice d'intercorrélation des 30 relevés, effectués pendant l'été 1968 sur le critère « présence-absence » des espèces (coefficient Φ).

L'analyse quantitative donne néanmoins des résultats plus affirmés.

b) *Affinités entre stations.*

Les relevés de stations différentes peuvent avoir des coefficients de similitude significatifs et traduire ainsi l'affinité faunistique des stations qu'ils représentent.

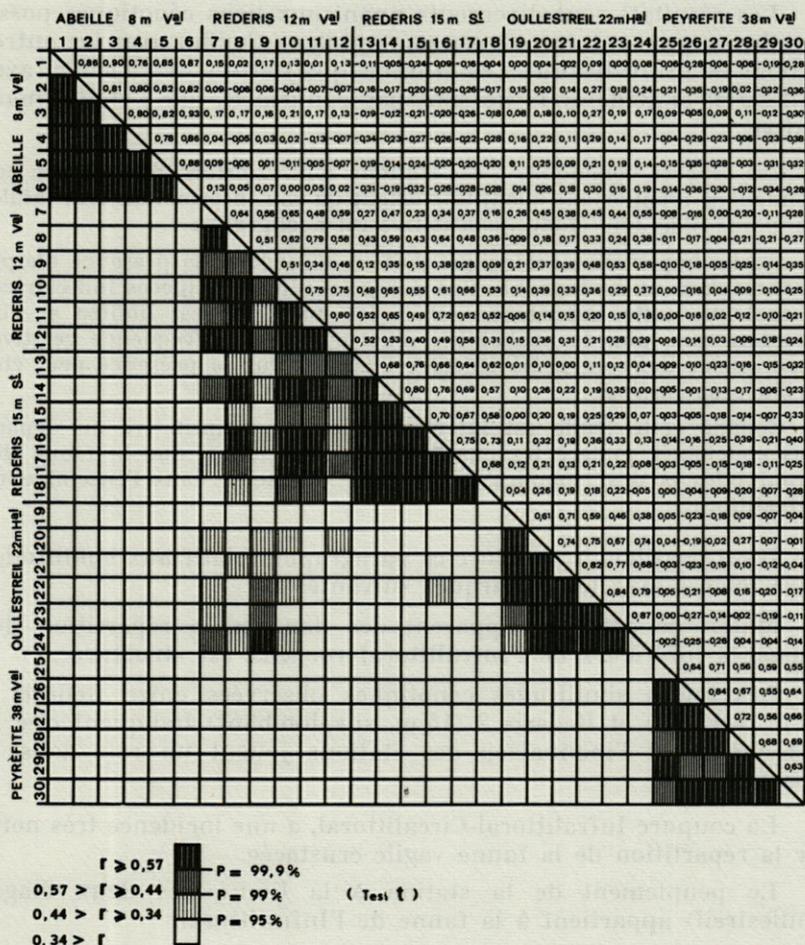


Fig. 9. — Similitude entre relevés. Matrice d'intercorrélacion des 30 relevés effectués pendant l'été 1968 sur le critère fréquence des espèces (coefficient r).

Les deux matrices mettent en évidence :

— L'affinité cénotique très forte des parois à *Eunicella stricta* (Rederis 1) et à *Paramuricea clavata* (Rederis 2), surtout apparente à l'analyse quantitative où les 12 relevés sont fondus en 1 seul groupe.

— L'affinité plus discrète de la faune du précoraligène à *Halimeda tuna* (Oullestreil) avec celle de Rederis 1.

— L'isolement faunistique très marqué de la station du Circalittoral supérieur (Peyrefite).

Les résultats sont divergents quant aux liens cénotiques possibles du peuplement des Algues photophiles (Abeille) avec les autres stations de l'Infralittoral. Les affinités qualitatives de l'Abeille (avec Oullestreil et Rederis 1) ne sont pas confirmées par l'étude quantitative.

Les espèces communes à ces stations sont, *a priori*, des espèces peu abondantes, n'apportant quantitativement qu'une information très faible; leur poids dans une étude quantitative est négligeable.

Quelle importance écologique doit-on accorder à la présence d'espèces rares dans un biotope ? Si l'on pense au rôle des espèces indicatrices en écologie, cette importance est forte; mais elle est limitée si l'on considère que, plus la probabilité d'occurrence (ou fréquence relative) d'une espèce dans un prélèvement est faible, plus sa présence peut être attribuée au hasard.

Comme cette étude est intentionnellement quantitative au départ, nous concluons, malgré les observations qualitatives, que la faune des Amphipodes et des Isopodes de l'Abeille est isolée dans l'ensemble de l'Infralittoral.

Il est possible de conclure ce paragraphe relatif aux similitudes entre relevés avec les remarques suivantes :

Malgré le désordre apparent des données la répartition des Crustacés inférieurs de l'Infralittoral rocheux est structurée.

Les fortes similitudes cénotiques observées entre Rederis 1 (12 m, vertical) et Rederis 2 (15 m, surplombant) indiquent que la bathymétrie et l'inclinaison des stations jouent un rôle dans la répartition.

La coupure Infralittoral-Circalittoral, a une incidence très nette sur la répartition de la faune vagile crustacée.

Le peuplement de la station à la limite des deux étages (Oullestreil) appartient à la faune de l'Infralittoral.

La faune du biotope à Algues photophiles se distingue sensiblement du reste de l'Infralittoral.

Le peuplement étudié, surtout constitué d'espèces euryphages et très mobiles, possède des liens assez lâches avec les organismes supports (sauf dans quelques cas connus de commensalisme avec les Eponges). Cependant le biotope dans son ensemble apparaît comme un facteur de répartition important.

6) *Étude des liaisons interspécifiques.*

Après avoir dégagé les similitudes entre relevés, sur la base des espèces qui les constituent, nous étudions, dans ce chapitre, les liaisons entre espèces sur le critère de leur fréquence dans les

différents relevés; les données sont les mêmes, mais le problème est transposé (1).

Les espèces dont les effectifs varient conjointement ont, *a priori*, des exigences écologiques communes. Il s'agit donc de discerner les groupements-unités (ou synusies) et de les replacer dans le cadre des observations qui ont été faites jusqu'ici.

Seul l'aspect quantitatif a été retenu; les corrélations sont calculées par le coefficient de BRAVAIS-PEARSON.

La recherche pratique des synusies sera envisagée de deux façons :

— Dendrogramme (fig. 10).

— " Recurrent groups " d'après FAGER (1957) (fig. 11).

a) Le dendrogramme, méthode classique en phytosociologie, est une représentation graphique synthétique des résultats du tableau de corrélations. Il s'agit de disposer le long d'une échelle verticale allant de + 1 à - 1 les groupements des espèces en fonction de leur corrélation.

Les couples d'espèces dont les liaisons sont fortes et indépendantes sont placés les premiers; on introduit ensuite les autres espèces selon leur affinité pour les groupes déjà en place.

Exemple : soient deux espèces A et B dont le coefficient de corrélation est r_{AB} . L'espèce C, liée à la fois à A et B sera greffée sur le couple AB au niveau

$$C = \frac{r_{AC} + r_{BC}}{2}$$

Toutes les combinaisons dont les corrélations sont en-dessous du seuil de signification $P = 0,95$, ont été intentionnellement ignorées.

b) Selon FAGER (1957) un groupe récurrent, est défini par un ensemble d'espèces satisfaisant aux conditions suivantes :

1) Le seuil de signification des affinités pour chaque couple d'espèces dans les groupes est fixé au niveau $P = 0,95$.

2) Le groupe contient le plus grand nombre d'espèces possibles.

3) Si plusieurs groupes sont possibles avec le même nombre d'espèces, ceux qui n'ont pas d'espèces en commun sont retenus.

4) Si deux groupes ou plus, de même importance, ont le même nombre d'espèces en commun, celui qui apparaît comme une unité dans le plus grand nombre d'échantillons est retenu.

La description détaillée de la méthode de FAGER (1957) est reprise par SOUTHWOOD (1966, p. 341).

Comme précédemment, les résultats obtenus par les différentes méthodes d'analyse sont interprétés en même temps. En fonction

(1) Il suffit de prévoir une transposition de la matrice des données en début de programme pour la réalisation des calculs.

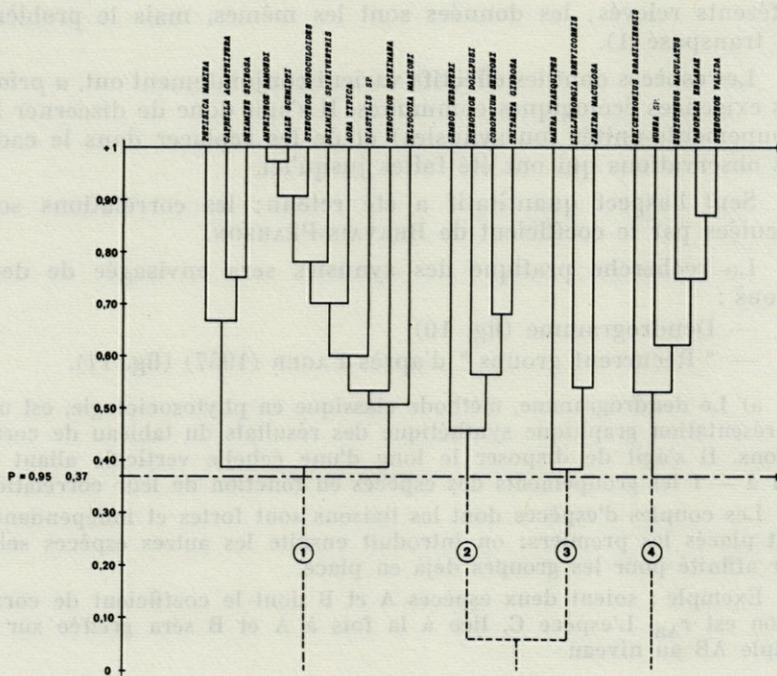


FIG. 10. — Dendrogramme des liaisons interspécifiques.

des densités spécifiques observées, chaque groupe faunistique décelé, peut être rapproché de un ou plusieurs biotopes.

Les difficultés d'interprétation sont plus grandes que dans le cas des similitudes entre relevés. Cependant quatre noyaux d'affinités (1), (2), (3), (4) des figures 10 et 11, d'inégale importance, se dégagent plus ou moins nettement selon les méthodes. Le dendrogramme met clairement en évidence les quatre synusies; la première est constituée par 11 espèces figurant parmi les plus denses dans le biotope à Algues photophiles de l'Infralittoral supérieur (Abeille). Les plus caractéristiques, celles dont les liaisons sont les plus fortes, sont *Hyale schmidti*, *Amphithoe ramondi*, *Stenothoe monoculoides*, *Dexamine spiniventris*.

Le groupe récurrent qui lui correspond (fig. 11) possède la même composition à une espèce près (*Stenothoe spinimana*). Le dendrogramme et l'analyse de récurrence font apparaître une subdivision à l'intérieur du groupement. Les espèces *Phtisica marina*, *Caprella acanthifera* et *Dexamine spiniosa* sont distinctes de l'ensemble. Elles se rencontrent également en densité non négligeable

Liste des espèces retenues pour l'étude des liaisons interspécifiques
accompagnée de leurs abréviations

D.a. = <i>Dexamine spinosa</i>	C.p. = <i>Colomastix pusilla</i>
C.a. = <i>Caprella acanthifera</i>	P.b. = <i>Paratanais batei</i>
P.m. = <i>Phtisica marina</i>	L.c. = <i>Lysianassa ceratina</i>
H.s. = <i>Hyale schmidti</i>	L.a. = <i>Leucothoe spinicarpa</i>
A.r. = <i>Amphithoe ramondi</i>	P.p. = <i>Pseudoprotella phasma</i>
D.s. = <i>Dexamine spiniventris</i>	L.m. = <i>Leucon mediterraneus</i>
A.t. = <i>Aora typica</i>	G.m. = <i>Gnathia maxillaris</i>
S.m. = <i>Stenothoe monoculoides</i>	L.s. = <i>Leptocheilia savigny</i>
D.x. = <i>Diastylis</i> sp.	L.b. = <i>Lilljeborgia brevicornis</i>
A.a. = <i>Ampelisca rubella</i>	J.m. = <i>Janira maculosa</i>
P.i. = <i>Peltocoxa marioni</i>	M.i. = <i>Maera inaequipes</i>
S.s. = <i>Stenothoe spinimana</i>	C.d. = <i>Cressa dubia</i>
M.d. = <i>Microdeutopus damnoniensis</i>	O.h. = <i>Orchomene humilis</i>
L.w. = <i>Lembos websteri</i>	M.x. = <i>Munna</i> sp.
C.s. = <i>Corophium sextoni</i>	P.e. = <i>Panoplea eblanae</i>
S.d. = <i>Stenothoe dollfusi</i>	S.v. = <i>Stenothoe valida</i>
T.g. = <i>Tritaeta gibbosa</i>	E.m. = <i>Eurystheus maculatus</i>
	E.b. = <i>Erichthonius brasiliensis</i>

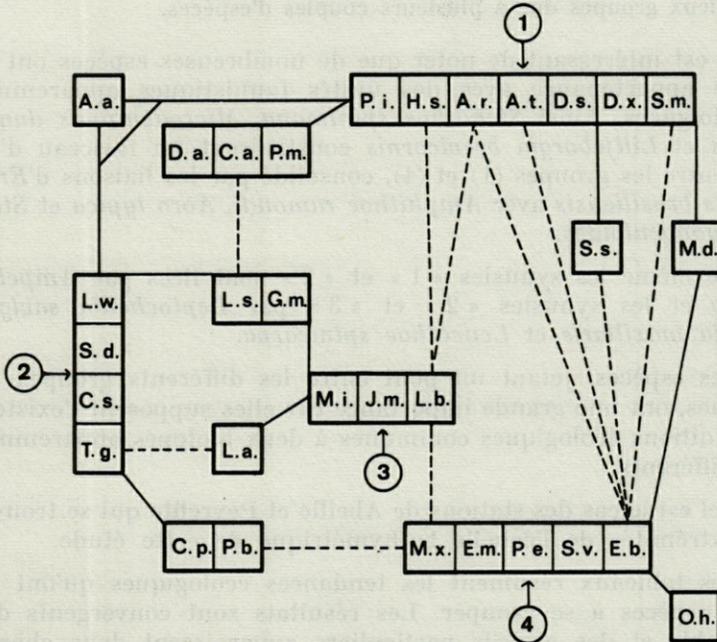


FIG. 11. — Groupes récurrents (d'après FAGER, 1957).

à Oullestreil (voir figure 4), autre biotope algal, et la subdivision traduit en fait une double appartenance cénotique.

Les parois à *Eunicella stricta* (Rederis 1) et *Paramuricea clavata* (Rederis 2) dont l'affinité cénotique a déjà été remarquée sont caractérisées par une synusie commune (2) dont les espèces *Tritaeta gibbosa* et *Corophium sextoni* sont les plus représentatives.

Ce groupe est lié d'une façon très lâche (en dessous du seuil de signification) avec les espèces caractéristiques du biotope pré-corallogène (*Janira maculosa*, *Lilljeborgia brevicornis* et *Maera inaequipes*).

Enfin un groupe de cinq espèces (4), dont *Panoplea eblanae* et *Stenothoe valida*, caractérise le fond de coralligène de plateau du Circalittoral supérieur (Peyrefite).

La méthode des groupes récurrents, moins claire à l'appréciation globale que le dendrogramme, permet cependant de mieux situer les espèces n'appartenant à aucune des synusies décrites ainsi que les liens possibles entre ces synusies (fig. 11). Notons que la composition faunistique des 4 synusies est sensiblement la même dans tous les cas d'analyse.

Le trait en pointillé indique la liaison d'un couple d'espèces appartenant à deux groupes différents. Le trait en plein traduit la liaison entre deux groupes due à plusieurs couples d'espèces.

Il est intéressant de noter que de nombreuses espèces ont une double appartenance avec des unités faunistiques apparemment très éloignées. Ainsi *Stenothoe spinimana*, *Microdeutopus damno-niensis* et *Lilljeborgia brevicornis* construisent un faisceau d'affinités entre les groupes (1) et (4), consolidé par les liaisons d'*Erichthonius brasiliensis* avec *Amphithoe ramondi*, *Aora typica* et *Stenothoe monoculoides*.

De même les synusies « 1 » et « 2 » sont liées par *Ampelisca rubella* et les synusies « 2 » et « 3 » par *Leptocheilia savignyi*, *Gnathia maxillaris* et *Leucothoe spinicarpa*.

Ces espèces, jetant un pont entre les différents groupes faunistiques, ont une grande importance car elles supposent l'existence de conditions écologiques communes à deux biotopes apparemment très différents.

Tel est le cas des stations de Abeille et Peyrefite qui se trouvent aux extrémités de l'échelle bathymétrique de cette étude.

Ces tableaux résument les tendances écologiques qu'ont certaines espèces à se grouper. Les résultats sont convergents dans l'ensemble et des aspects particuliers apparaissent dans chacune des méthodes utilisées.

Cependant, aucune de ces deux méthodes n'est pleinement satisfaisante car le problème de la subdivision d'un peuplement en unités distinctes, hiérarchisées, ne va pas sans difficultés. Dans la recherche des groupes faunistiques, deux ou plusieurs combinaisons également possibles peuvent se présenter d'où la nécessité de choisir entre différentes alternatives. La méthode de FAGER, qui en principe évite ce genre d'ambiguïté ne permet pas de retenir toutes les liaisons sous peine d'une complication extrême.

En fait, en essayant de représenter une structure essentiellement multidimensionnelle dans un espace à deux dimensions, les méthodes dites de « biocénotique pure » se heurtent toutes au même genre de difficulté. Une intéressante solution à ce problème est apportée par l'analyse factorielle.

CONCLUSIONS DE LA PARTIE BIOCÉNOTIQUE.

Après le calcul des paramètres cénotiques, et les remarques qu'ils ont suscité, il reste à extraire les caractéristiques biocénotiques fondamentales du peuplement étudié.

L'indice de diversité indique une maturité élevée qui du point de vue fonctionnel se traduit par un dynamisme faible. On observe une baisse de diversité avec la profondeur, en accord avec un appauvrissement spécifique. Les faibles variations de diversité enregistrées au cours de l'année montrent une stabilité assez forte.

La densité du peuplement est manifestement plus forte dans la couverture algale de l'Infralittoral supérieur que dans les autres biotopes étudiés; le rôle de la qualité trophique du milieu et des propriétés physiques du support a été avancé, pour expliquer les différences de densité observées.

L'hétérogénéité structurale des stations n'affecte pas la composition faunistique du peuplement. Les différences entre strate élevée et sous-strate, lorsqu'elles existent, portent sur la densité globale de la faune étudiée. Toutefois, la richesse faunistique de la sous-strate est toujours un peu plus forte que celle de la strate élevée.

L'étude des similitudes entre relevés a mis en évidence l'isolement cénotique des fonds à grands Bryozoaires du Circalittoral, nuancé par les espèces communes à plusieurs stations. La faune du fond précoraligène à *Halimeda tuna* (situé à la limite Infra-Circalittoral) appartient au contingent infralittoral. Ceci semble confirmer la conception de LAUBIER (1966) sur la distinction des biocénoses précoraligène et coralligène (cette dernière étant typiquement circalittorale). Les parois dont la profondeur et l'inclinaison sont voisines ont une remarquable similitude faunistique;

ce fait traduit l'importance, directe ou indirecte, de ces deux critères.

En définitive, les variations du peuplement en fonction des stations suivent d'assez près l'étagement vertical des formations benthiques fondé sur la répartition de la flore et de la faune fixées. A la lumière des résultats quantitatifs (fig. 9) on peut admettre l'existence de 3 contingents faunistiques :

- Infralittoral supérieur : Abeille.
- Infralittoral inférieur : Rederis 1, Rederis 2, Oullestreil.
- Circalittoral supérieur : Peyrefite.

La sélectivité des organismes supports vis-à-vis de la faune vagile des petits Crustacés est peu marquée; cependant le biotope dans son ensemble exerce une action élective mise en évidence par l'analyse des affinités cénotiques entre relevés. Ce fait trouve sa confirmation dans l'étude des liaisons interspécifiques, à partir desquelles, chaque groupe faunistique dégagé peut être lié à un biotope préférentiel. (Les comparaisons espèce par espèce, sans la moindre référence au milieu, permettent de reconstituer les différents biotopes).

L'étude biocénétique nous a permis de tracer les grandes lignes écologiques du peuplement des Crustacés Pécaricides de l'Infralittoral rocheux. Cependant cette méthode, essentiellement descriptive, reste sans références aux facteurs du milieu. Par ailleurs, nous avons eu l'occasion de souligner le côté rigide et artificiel des groupements obtenus. Le fait de projeter une structure à « n » dimensions sur un plan entraîne inévitablement une distorsion des liaisons. Pour pallier cet inconvénient nous envisageons, dans une seconde partie de ce travail, de regarder le peuplement à étudier, non comme une collection de synusies hiérarchisées, mais comme un continuum multidimensionnel. Une telle conception doit mieux rendre compte de la structure et de la continuité du milieu.

ANALYSE DE LA STRUCTURE DU PEUPLEMENT

INTRODUCTION.

La compréhension des structures révélées par l'étude biocénétique permet d'aborder le problème des relations entre les espèces et le milieu.

Pour atteindre ce but, l'étude isolée des facteurs écologiques sur les différentes espèces, apparaît comme une opération artifi-

cielle du fait de l'immense complexité du milieu marin. L'utilisation de méthodes globales faisant appel aux mathématiques statistiques s'impose donc.

Deux méthodes d'investigation sont utilisées dans le cas présent :

- « L'analyse causale » ayant pour objet d'expliquer la répartition des espèces à partir de quelques paramètres du milieu, choisis *a priori*.
- « L'analyse factorielle » qui offre une voie de résolution plus complète permettant de considérer le peuplement globalement en respectant la complexité du milieu.

Ces modèles mathématiques supposent un certain nombre d'hypothèses (linéarité, normalité, validité limitée dans le temps et dans l'espace des observations) dont il est difficile de dire si elles sont acceptables du point de vue de la biologie. Ils ne permettent qu'une première approche des phénomènes.

A. ANALYSE CAUSALE.

1) Méthode : régressions multilinéaires.

L'étude de régressions multilinéaires a pour but d'estimer une variable dite dépendante y en fonction de plusieurs variables dites indépendantes x_1, x_2, \dots, x_n .

Dans le cas concret qui nous intéresse, les facteurs explicatifs ($X_1 \dots X_n$) responsables de la répartition de l'espèce S sont supposés connus et l'on cherche le modèle linéaire qui constitue la meilleure représentation du phénomène S en fonction de $X_1, X_2 \dots X_n$.

C'est un modèle de la forme :

$$S = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n$$

où les α sont déterminés de façon telle que l'estimation S' de S soit la meilleure possible au sens des moindres carrés ($T = \sum (S - S')^2$ minimum) (1).

La valeur de l'estimation est mesurée par le coefficient de corrélation multiple :

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum (S - S')^2}{\sum (S - \bar{S})^2}}$$

Il est souhaitable d'introduire des facteurs aussi indépendants que possible pour faciliter l'interprétation des résultats. L'adjonction de facteurs redondants complique le modèle sans en améliorer l'estimation.

(1) Les coefficients $\alpha_1 \dots \alpha_n$ sont les coefficients de régression partielle.

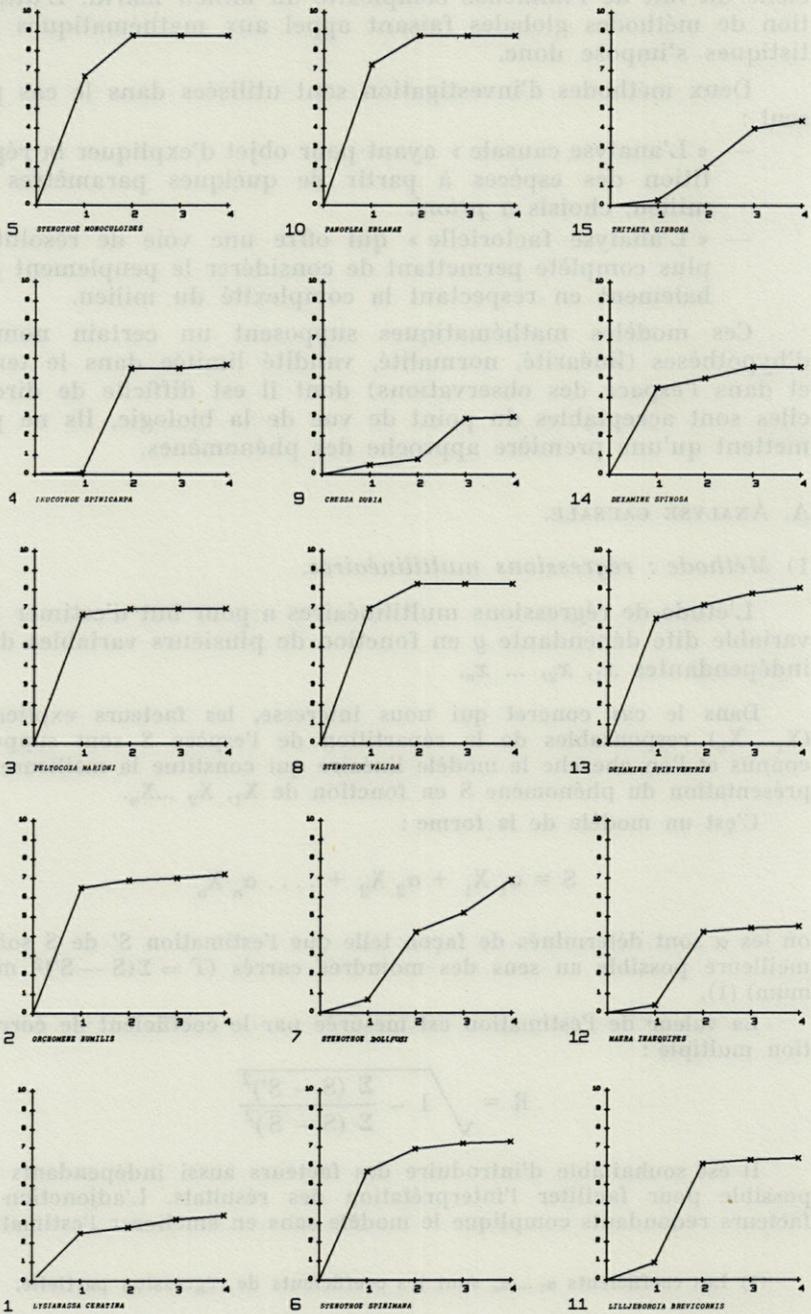
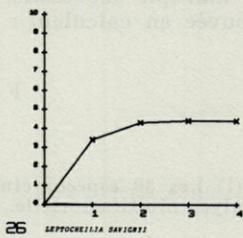
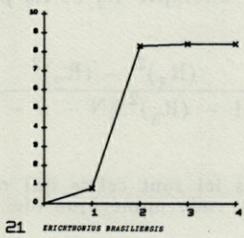
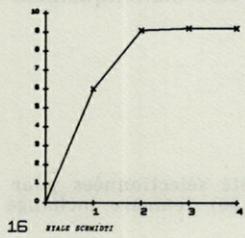
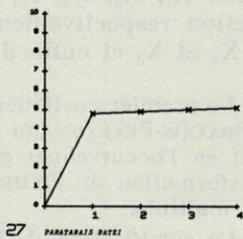
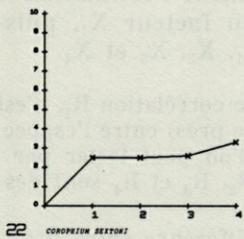
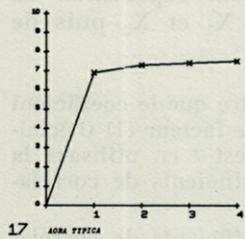
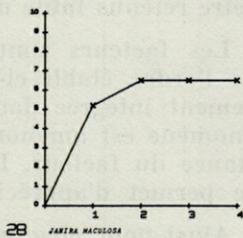
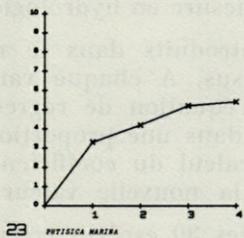
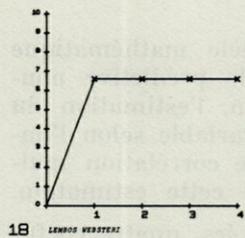
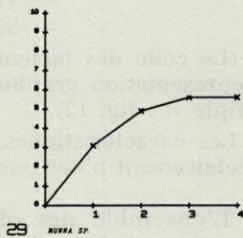
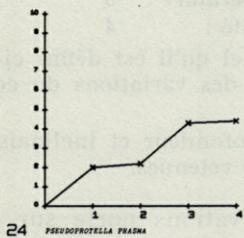
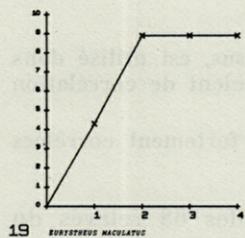
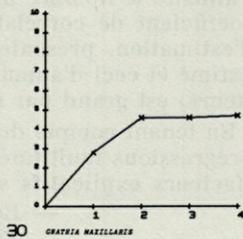
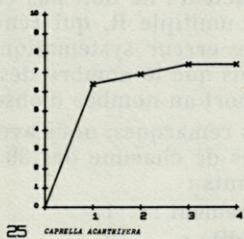
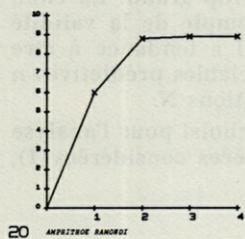


FIG. 12. — Régressions multilinéaires : représentation



graphique du coefficient de corrélation multiple R.

Par ailleurs le nombre des facteurs ne doit pas être trop grand. En effet, le coefficient de corrélation multiple R , qui rend compte de la validité de l'estimation, présente une erreur systématique; il a tendance à être surestimé et ceci d'autant plus que le nombre des variables prédictives n (facteurs) est grand par rapport au nombre d'observations N .

En tenant compte de ces remarques, nous avons choisi pour l'analyse des régressions multilinéaires de chacune des 30 espèces considérées (1), les facteurs explicatifs suivants :

- Eclaircissement : 1
- Turbidité : 2
- Température : 3
- Salinité : 4

(Le code des facteurs, tel qu'il est défini ci-dessus, est utilisé dans la représentation graphique des variations du coefficient de corrélation multiple R : fig. 12).

Les caractéristiques, profondeur et inclinaison, fortement corrélées à l'éclaircissement n'ont pas été retenues.

L'ensemble des observations porte sur 63 des 68 relevés du cycle annuel. Les cinq derniers prélèvements (février 1969) n'ont pu être retenus faute de mesure en hydrologie.

Les facteurs sont introduits dans le modèle mathématique dans l'ordre établi ci-dessus. A chaque variable prédictive nouvellement intégrée dans l'équation de régression, l'estimation du phénomène est améliorée dans une proportion variable selon l'importance du facteur. Le calcul du coefficient de corrélation multiple permet d'apprécier la nouvelle valeur de cette estimation.

Ainsi pour chacune des 30 espèces considérées, quatre coefficients, R_1, R_2, R_3, R_4 donnent l'estimation de leur répartition en fonction respectivement du facteur X_1 , puis de X_1 et X_2 puis de X_1, X_2 et X_3 et enfin de X_1, X_2, X_3 et X_4 .

Le premier coefficient de corrélation R_1 , n'est autre que le coefficient de BRAVAIS-PEARSON (au signe près) entre l'espèce et le facteur (1) (l'éclaircissement en l'occurrence) que l'on peut tester par le test t en utilisant la transformation de FISHER. R_2, R_3 et R_4 sont des coefficients de corrélation multiple.

La signification de la différence entre deux coefficients de corrélation multiple successifs, par exemple R_2 et R_3 peut être statistiquement éprouvée en calculant :

$$F = \frac{(R_3)^2 - (R_2)^2}{(1 - (R_3)^2)/(N - n - 1)}$$

(1) Les 30 espèces étudiées ici sont celles qui ont été sélectionnées pour l'analyse multifactorielle. Leur code numérique (de 1 à 30) demeure inchangé

N = nombre d'observations;

n = nombre de variables prédictives de R_3 .

Ici $n = 3$.

On trouve les valeurs de F correspondant aux seuils de $r = 0,05$ et $P = 0,01$ dans la table de Snedecor en prenant $v = 1$ et $v' = (N - n - 1)$.

La formule (1) est tirée du test général suivant :

Si R est le coefficient de corrélation multiple calculé sur n variables prédictives et r le coefficient multiple calculé sur p des n variables ($p < n$) la signification de la différence entre R et r est testée par :

$$F = \frac{(R^2 - r) (n - p)}{(1 - R^2)/(N - n - 1)}$$

(FAVERGE 1962, p. 218).

Dans le cas particulier qui nous intéresse, $p = n - 1$ d'où $n - p = 1$.

Ce test permet de contrôler statistiquement l'importance relative de chaque facteur explicatif dans l'estimation du phénomène.

Les résultats sont consignés dans le tableau A.

La validité de l'estimation globale (R_4) sur la base de 4 facteurs est appréciée par une analyse de variance dont les résultats sont notés dans la dernière colonne du tableau A sous forme symbolique. (Présence de N.S. pour les espèces dont le modèle linéaire n'est pas acceptable au seuil $P = 0,01$).

2) Résultats.

L'analyse a été appliquée aux 30 espèces les plus abondantes sur l'ensemble des relevés (fig. 12), la liste figure sur le tableau « A ».

Sur la base des résultats du tableau A nous pouvons distinguer plusieurs catégories d'espèces. Il y a tout d'abord les espèces dont les effectifs ne peuvent en aucune façon être considérés comme des fonctions linéaires des 4 facteurs envisagés; ce sont : *Lysianassa ceratina* (1), *Cressa dubia* (9), *Maera inaequipes* (12), *Tritaeta gibbosa* (15), *Corophium sextoni* (22), *Pseudoprotella phasma* (24), *Leptocheilia savignyi* (26).

Pour ces espèces il est vraisemblable que la plupart des facteurs écologiques importants, responsables de leur répartition ont échappé à cette analyse.

Parmi les espèces fortement corrélées (négativement ou positivement) avec l'éclairement notons : *Panoplea eblanae* (10), *Stenothoe valida* (8), *Aora typica* (17), *Stenothoe monoculoides* (5), *Pelto-coxa marioni* (3), *Dexamine spiniventris* (13), *Orchomene humilis* (2), *Lembos websteri* (18), *Caprella acanthifera* (25), *Amphithoe ramondi* (20), et *Hyale schmidtii* (16).

TABLEAU A

Régressions multilinéaires :
tableau des variations du coefficient de corrélation multiple.

Espèces	Eclair. R ₁ = (r)	Test t	Turbidité R ₂	F _{1.2}	T R ₃	F _{2.3}	S % R ₄	F _{3.4}	An. o var. de la R.
1 <i>Lysianassa ceratina</i>	0.25	N.S.	0.28	1.12	0.32	1.71	0.34	0.94	N.S.
2 <i>Orchomene humilis</i>	0.65		0.69	6.65	0.70	1.74	0.72	3.71	
3 <i>Peltocoxa marioni</i>	0.67		0.70	5.23	0.70	0	0.70	0	
4 <i>Leucothoe spincarpa</i>	0.01	N.S.	0.55	28.18	0.55	0	0.57	2.09	
5 <i>Stenothoe monoculoide</i>	0.67		0.88	93.78	0.88	0	0.88	0	
6 <i>Stenothoe spinimana</i>	0.57		0.69	18.75	0.72	5.62	0.73	1.95	
7 <i>Stenothoe dollfusi</i>	0.07	N.S.	0.42	13.53	0.52	8.24	0.69	24.73	
8 <i>Stenothoe valida</i>	0.70		0.83	41.55	0.83	0	0.83	0	
9 <i>Cressa dubia</i>	0.05	N.S.	0.08	0.25	0.29	5.42	0.30	0.40	N.S.
10 <i>Panoplea eblanae</i>	0.73		0.88	69.58	0.88	0	0.88	0	
11 <i>Lilljeborgia brevicornis</i>	0.09	N.S.	0.61	37.68	0.63	2.63	0.64	1.35	
12 <i>Maera inaequipes</i>	0.04	N.S.	0.42	13.79	0.44	1.36	0.45	0.70	N.S.
13 <i>Dexamine spiniventris</i>	0.65		0.72	12.94	0.78	14.70	0.81	8.73	
14 <i>Dexamine spinosa</i>	0.45		0.50	4.11	0.56	5.93	0.56	0	
15 <i>Tritaeta gibbosa</i>	0.03	N.S.	0.20	2.64	0.40	9.14	0.44	2.62	N.S.
16 <i>Hyale schmidti</i>	0.60		0.91	177.00	0.92	7.62	0.92	0	
17 <i>Aora typica</i>	0.69		0.73	7.90	0.74	2.07	0.75	2.14	
18 <i>Lembos websteri</i>	0.66		0.66	0	0.66	0	0.66	0	
19 <i>Eurystheus maculatus</i>	0.43		0.89	189.84	0.89	0	0.89	0	
20 <i>Amphithoe ramondi</i>	0.60		0.88	119.39	0.89	5.44	0.89	0	
21 <i>Erichthonius brasiliensis</i>	0.08	N.S.	0.83	142.59	0.84	3.63	0.84	0	
22 <i>Corophium sextoni</i>	0.25		0.25	0	0.26	0.35	0.33	2.91	N.S.
23 <i>Phthisica marina</i>	0.33		0.42	5.32	0.52	8.24	0.54	1.88	
24 <i>Pseudoprotella phasma</i>	0.20	N.S.	0.22	0.57	0.43	10.71	0.44	0.67	N.S.
25 <i>Caprella acanthifera</i>	0.64		0.69	8.25	0.74	10.11	0.74	0	
26 <i>Leptocheilia savignyi</i>	0.34		0.43	5.52	0.44	0.69	0.44	0	N.S.
27 <i>Paratanais batei</i>	0.48		0.49	0.82	0.50	0.84	0.51	0.85	
28 <i>Janira maculosa</i>	0.52		0.65	17.11	0.65	0	0.65	0	
29 <i>Munna sp.</i>	0.31	N.S.	0.49	12.31	0.56	6.85	0.56	0	
30 <i>Gnathia maxillaris</i>	0.28	N.S.	0.46	10.98	0.46	0	0.47	0.75	

P = 0,05 F = 4,00 r = 0,25

P = 0,01 F = 7,08 r = 0,32

Inversement pour *Leucothoe spincarpa* (4), *Tritaeta gibbosa* (15), *Maera inaequipes* (12), *Cressa dubia* (9), *Stenothoe dollfusi* (7), *Erichthonius brasiliensis* (21) et *Lilljeborgia brevicornis* (11), l'éclaircissement ne constitue pas un facteur explicatif valable.

Pour de nombreuses espèces, l'importance de la turbidité « 2 » se traduit par une amélioration sensible de l'estimation de leur répartition (la différence R₂ - R₁ est significative). Les exemples les plus nets sont constitués par : *Erichthonius brasiliensis* (21),

Leucothoe spinicarpa (4), *Lilljeborgia brevicornis* (11), *Eurystheus maculatus* (19), *Stenothoe dollfusi* (7).

Au contraire, la répartition de *Lembos websteri* (18), *Orchomene humilis* (2), *Peltocoxa marioni* (3), *Paratanais batei* (27), *Dexamine spinosa* (14), *Phtisica marina* (23), apparaît indépendante du degré de turbidité des eaux au niveau du fond.

Les espèces pour lesquelles la température « 3 » constitue un facteur explicatif valable sont peu nombreuses. Ce sont : *Phtisica marina* (23), *Pseudoprotella phasma* (24), *Caprella acanthifera* (25), *Stenothoe dollfusi* (7), *Dexamine spiniventris* (13), et *Hyale schmidti* (16).

On a déjà noté chez ces espèces des fluctuations saisonnières en rapport avec des modifications biotiques du milieu; la température semble agir directement sur la faune étudiée.

La salinité « 4 » n'affecte que *Stenothoe dollfusi* (7) et *Dexamine spiniventris* (13).

Sur l'ensemble du peuplement étudié, salinité et température apparaissent comme des facteurs de faible importance. Par contre le rôle de l'éclairement et de la turbidité est fondamental pour un certain nombre d'espèces.

Cette méthode à caractère prédictif, suppose le choix *a priori* des facteurs que l'on tient pour explicatifs. Ce choix est évidemment subjectif et l'on ne peut connaître au départ tous les facteurs importants; dans l'exemple étudié, le choix des deux derniers facteurs (salinité et température) est mauvais compte tenu de l'allure générale des courbes de la fig. 12.

L'étude des régressions multilinéaires offre une solution relativement directe mais se révèle insuffisante pour expliquer la répartition de l'ensemble faunistique considéré. Outre l'inconvénient majeur du choix des facteurs explicatifs, il est difficile de savoir, si les facteurs reconnus actifs, agissent directement ou s'ils s'exercent par l'intermédiaire d'autres facteurs non mesurés.

Les insuffisances de cette analyse dans le cas présent, justifient le recours à une méthode d'investigation plus fine telle que l'analyse factorielle.

B. ANALYSE FACTORIELLE.

Il n'est pas question de répertorier dans cet exposé tous les travaux ayant utilisé cette méthode scientifique générale dont les applications sont multiples; nous nous limiterons à la citation de quelques travaux écologiques dont l'orientation a inspiré ce présent chapitre.

Initialement appliquée par les psychologues à l'analyse des corrélations entre épreuves (THURSTONE, 1947) l'analyse factorielle (ou dimensionnelle) est employée, comme méthode d'investigation, dans différentes disciplines biologiques : (phytosociologie, biométrie, taxinomie, éthologie, écologie terrestre et marine...).

Le travail exécuté par GOODALL (1954) sur les méthodes de classification de la végétation est un des premiers exemples d'analyse factorielle des liaisons interspécifiques. A sa suite GREIG-SMITH (1957), WILLIAMS et LAMBERT (1959) contribuent au développement de cette méthode. DAGNELIE (1960) commente les principales méthodes d'analyse factorielle avec des exemples empruntés aux communautés végétales. L'auteur souligne l'importance du choix du coefficient de corrélation, et la comparaison de plusieurs coefficients de liaison met en évidence la supériorité du coefficient de corrélation sensu-stricto (BRAVAIS-PEARSON) et du coefficient de corrélation de point.

En écologie terrestre le travail de BONNET (1964) sur le peuplement des Thécamoebiens des sols offre une remarquable synthèse des méthodes biocénotiques alliées aux techniques d'analyse factorielle des corrélations entre milieux.

En océanographie biologique, les méthodes d'analyse dimensionnelle trouvent surtout leur application dans l'étude des communautés planctoniques. WILLIAMSON (1961) et COLEBROOK (1964) analysent un grand nombre de récoltes par cette voie et mettent en évidence des corrélations entre la répartition du plancton et des facteurs hydrobiologiques et climatiques.

L'ensemble des publications de CASSIE (1962, 1963, 1967) consacré à l'analyse quantitative des échantillons de plancton par l'utilisation des modèles mathématiques (régressions multilinéaires, analyse factorielle, fonctions discriminantes) constitue un apport précieux pour la biologie marine.

Dans une publication sur les méthodes statistiques applicables à l'écologie du plancton, FRONTIER (1969) aborde le principe général de la méthode factorielle.

Enfin le travail d'IBANEZ (1969) offre un exposé très complet des différentes méthodes d'analyse factorielle; l'application de l'analyse en composantes principales à l'écologie de la mer du Nord et à la taxinomie des Chaetognathes souligne l'intérêt de cette méthode d'investigation.

Dans le domaine benthique CASSIE (1969) fournit un des premiers exemples d'étude écologique d'un banc sablo-vaseux du médio-littoral par l'analyse en composantes principales.

1) *Méthode.*

L'analyse factorielle est un ensemble de méthodes ayant pour but d'expliquer une matrice d'intercorrélation avec un minimum de facteurs indépendants. En ce sens elle apparaît comme la suite logique d'une étude biocénotique.

Nous avons choisi d'utiliser parmi les différentes méthodes d'analyse celle des composantes principales.

Cette méthode a été employée en écologie par GOODALL (1954), WILLIAMSON (1961), COLEBROOK (1964), CASSIE (1963, 1969), et IBANEZ (1969) qui apporte un exposé très complet de son principe.

2) Résultats.

Faisant suite à l'étude biocénotique, l'analyse factorielle tient compte du double aspect des affinités écologiques : similitudes entre relevés et liaisons interspécifiques.

Une première tentative a été faite, réunissant la totalité des espèces et des relevés sur la C.D.C. 3600 du centre de calcul du C.N.R.S. d'Orsay (1). Les résultats furent décevants : l'extraction de la variance totale par les premiers facteurs était trop faible pour qu'on puisse en interpréter le sens (8 %, 7 %, 7 %, 6 %, etc.).

L'analyse d'un ensemble trop hétérogène conduit à l'extraction d'un grand nombre de facteurs, n'expliquant chacun qu'une petite fraction de la variance totale.

Nous avons donc, comme pour la partie biocénotique, restreint l'étude aux espèces les plus abondantes. Cette nouvelle analyse effectuée sur l'IBM 1130 du Centre Océanologique de Bretagne ne traite qu'une matrice d'intercorrélation de 30 variables pour des raisons de capacité de machine. Donc 5 espèces ont été supprimées de la liste des 35 espèces retenues pour l'étude biocénotique (la liste se trouve sur le tableau des saturations de l'analyse factorielle des liaisons interspécifiques). L'analyse multifactorielle des similitudes entre relevés puis celle des liaisons interspécifiques ont été envisagées successivement. La concrétisation des composantes est limitée aux deux premières composantes; les mesures des paramètres physico-chimiques du milieu que nous possédons pour cette étude ne permettent pas une investigation plus approfondie.

a) Analyse factorielle des similitudes entre relevés.

Cette analyse a pour point de départ une matrice de corrélation inter-relevés (matrice de type Q).

Pour les raisons citées plus haut nous envisageons d'analyser la matrice formée avec les intercorrélations de 30 relevés; ce sont les 30 relevés de l'été 1968 dont le code demeure inchangé.

Les calculs conduits suivant la méthode itérative de HOTELLING donnent les résultats consignés dans le tableau « B » (fig. 13). La méthode prévoit autant de composantes que de variables; nous ne donnons que les saturations des cinq premières, qui extraient respectivement 29 %, 29 %, 29 %, 29 %, 29 %.

(1) Je remercie M. DAGET qui m'a permis d'utiliser pour ces calculs un programme conçu pour ses recherches personnelles.

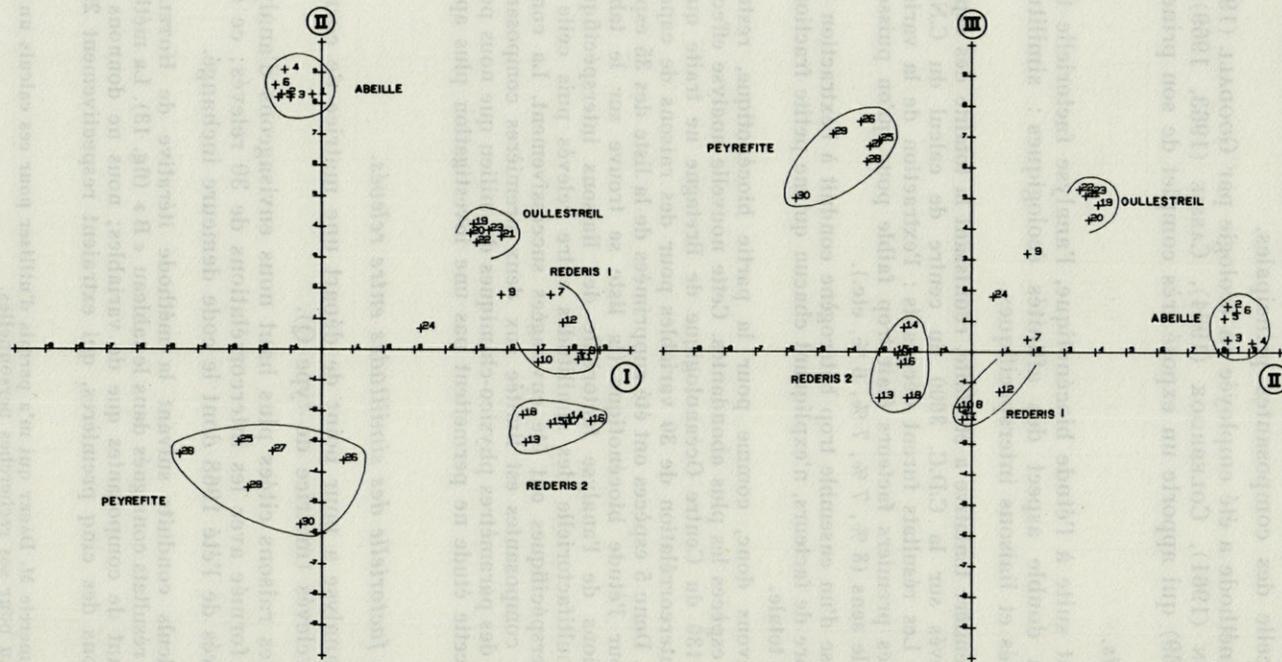


FIG. 13. — Analyse factorielle des similitudes entre relevés (été 1968). Répartition des relevés dans l'espace des facteurs I et II, et II et III.

TABLEAU B

Analyse factorielle des similitudes entre relevés : tableau des saturations.

Relevés \ Facteurs		Facteurs					Σ des carrés
		I	II	III	IV	V	
Abeille	1 - (4 A)	- 0.03	0.83	0.00	- 0.48	- 0.07	1
	2 - (5 A)	- 0.13	0.83	0.15	- 0.32	- 0.14	1
	3 - (6 A)	- 0.10	0.82	0.04	- 0.46	- 0.03	1
	4 - (7 A)	- 0.12	0.91	0.03	- 0.12	0.02	1
	5 - (8 A)	- 0.14	0.82	0.11	- 0.36	- 0.15	1
	6 - (9 A)	- 0.15	0.86	0.13	- 0.36	- 0.01	1
Rederis 1	7 - (4 B)	0.74	0.18	0.04	- 0.02	0.38	1
	8 - (5 B)	0.84	- 0.01	- 0.18	- 0.20	0.28	1
	9 - (6 B)	0.58	0.18	0.32	- 0.06	0.27	1
	10 - (7 B)	0.70	- 0.04	- 0.18	- 0.12	0.55	1
	11 - (8 B)	0.83	- 0.03	- 0.22	- 0.33	0.15	1
	12 - (9 B)	0.78	0.09	- 0.13	- 0.24	0.10	1
Rederis 2	13 - (4 C)	0.66	- 0.30	- 0.15	- 0.31	- 0.40	1
	14 - (5 C)	0.80	- 0.22	0.08	- 0.29	- 0.06	1
	15 - (6 C)	0.74	- 0.25	- 0.00	- 0.18	- 0.27	1
	16 - (7 C)	0.87	- 0.23	- 0.04	- 0.17	- 0.07	1
	17 - (8 C)	0.79	- 0.24	- 0.01	- 0.06	- 0.19	1
	18 - (9 C)	0.65	- 0.21	- 0.15	- 0.20	- 0.44	1
Oullestreil	19 - (4 D)	0.49	0.41	0.48	0.33	0.09	1
	20 - (5 D)	0.48	0.38	0.43	0.45	- 0.07	1
	21 - (6 D)	0.58	0.37	0.51	0.41	0.04	1
	22 - (7 D)	0.50	0.35	0.53	0.45	- 0.12	1
	23 - (8 D)	0.54	0.39	0.52	0.35	0.11	1
	24 - (9 D)	0.32	0.07	0.18	0.20	- 0.63	1
Peyrefite	25 - (2 E)	- 0.27	- 0.30	0.69	- 0.31	0.02	1
	26 - (3 E)	0.07	- 0.36	0.75	- 0.07	- 0.22	1
	27 - (4 E)	- 0.16	- 0.33	0.67	- 0.35	- 0.14	1
	28 - (5 E)	- 0.46	- 0.34	0.62	- 0.30	0.18	1
	29 - (6 E)	- 0.24	- 0.45	0.71	- 0.21	0.22	1
	30 - (7 E)	- 0.07	- 0.57	0.50	- 0.45	0.12	1
Racines caractéristiques	8.83	6.53	4.31	2.81	1.79		
Pourcentage de variance extrait	29 %	22 %	14 %	9 %	6 %		

22 %, 14 %, 9 % et 6 % de la variance totale (soit un pourcentage cumulé de 80 %).

La répartition des relevés dans l'espace des composantes I et II, et II et III est remarquablement groupée suivant les cinq stations. Les noyaux formés, plus ou moins compacts, traduisent une plus ou moins grande homogénéité faunistique.

Composantes considérées isolément.

Composante CI.

La position des vecteurs — relevés dans l'espace des composantes I et II montre que les relevés les plus fortement saturés en I appartiennent aux stations Rederis 1 (7 à 12) et Rederis 2 (13 à 18). A l'opposé se situent les relevés les plus faiblement saturés appartenant à l'Abeille (1 à 6) et Peyrefite (25 à 30).

Etant donné le manque de précisions dans les mesures, nous avons choisi, pour corrélérer les saturations aux paramètres du milieu, une méthode semi-quantitative : la corrélation de rang.

Le calcul des coefficients de corrélation de rang de SPEARMAN :

$$r_s = 1 - \frac{6(x - y)^2}{N(N_2 - 1)}$$

entre les saturations de la première composante et les paramètres du milieu donne les résultats suivants :

	r_s	t	Corrélations partielles
Eclairement	0,10	0,58 NS	
Profondeur	- 0,21	1,14 NS	
Inclinaison	0,80	7,05 S	0,48
Turbidité	- 0,84	8,37 S	0,62
Température	0,32	1,83 NS	
Salinité	- 0,29	1,61 NS	
Densité du peuplement	- 0,38	2,20 NS	

Le coefficient de SPEARMAN peut être testé de la même façon que le coefficient de BRAVAIS-PEARSON en employant le test t avec $(N - 2)$ degrés de liberté à partir de l'expression :

$$t = r_s \sqrt{\frac{N - 2}{1 - r_s^2}} \quad (\text{à } P = 0,01 \quad t = 2,76)$$

Il existe une corrélation de rang hautement significative entre CI et la turbidité des eaux au niveau du fond de même qu'entre CI et l'inclinaison.

Le calcul des corrélations partielles permet d'apprécier les effets relatifs des 3 variables (CI, turbidité, inclinaison) les unes sur les autres.

Les résultats montrent que la régression de CI sur la turbidité (indépendamment de l'inclinaison) est plus importante que la régression de CI sur l'inclinaison (la turbidité étant fixée).

Le rôle de la turbidité dans l'apport du matériel particulaire au niveau des stations est évident. L'effet de l'inclinaison des parois est moins net, néanmoins, l'inclinaison peut selon les cas favoriser ou limiter l'apport de particules sestoniques par gravité (les parois surplombantes évitent totalement ce type d'apport).

Compte tenu de ces remarques, la première composante semble liée à la teneur des eaux en particules organiques.

Cependant, l'action mécanique de la turbulence (liée à la turbidité) n'est pas exclue.

Composante CII.

Les relevés de l'Abeille sont manifestement les plus affectés par CII, alors que les relevés de Peyrefite (également fortement saturés en CII mais liés au pôle négatif), sont à l'autre extrémité de l'axe. La même observation est valable pour la position des relevés dans l'espace des composantes II et III.

La série des saturations de CII présente avec les principales caractéristiques du milieu les corrélations suivantes :

	r_s	t	Corrélations partielles
Eclairement	0,80	7,07 S	0,92
Profondeur	- 0,69	5,10 S	- 0,81
Inclinaison	0,09	0,51 NS	
Turbidité	0,07	0,37 NS	
Température	0,50	3,09 S	- 0,14
Salinité	- 0,46	2,74 NS	
Densité du peuplement	0,46	2,74 NS	

La deuxième composante est corrélée significativement avec 3 paramètres : éclairement, profondeur et température.

Le calcul des corrélations partielles montre que la régression de CII sur la température (indépendamment de l'éclairage et de la profondeur) est fallacieuse.

Profondeur et éclairage sont deux aspects de l'étagement vertical de la flore et de la faune fixées.

Il est probable que l'éclairage n'agit pas directement sur la faune vagile étudiée mais que son action s'exerce par l'intermédiaire de l'environnement biotique des organismes sessiles.

Par « environnement biotique » nous entendons « conditionnement » du milieu par les formes fixées; il est probable que les substances organiques secrétées ou excrétées dans l'eau de mer interviennent dans ce phénomène.

La densité du peuplement constitue un autre aspect de l'environnement biotique. Son rôle n'est pas mis en évidence par cette analyse.

En dépit de la corrélation hautement significative avec la lumière, CII semble opposer les stations à dominance algale aux stations à dominance animale.

b) *Analyse factorielle des liaisons interspécifiques.*

L'analyse porte sur l'ensemble des observations du cycle annuel (la matrice de départ est une matrice de type R). Les variables dans ce cas sont les 30 espèces et le calcul sur ordinateur devient possible avec la totalité des 68 relevés.

Comme précédemment, seules les saturations des cinq premières composantes sont consignées dans le tableau C (fig. 14); elles extraient respectivement 24 %, 20 %, 10 %, 7 % et 5 % de la variance totale (soit un pourcentage cumulé de 66 %).

En admettant la validité des hypothèses faites sur les composantes I et II de la précédente analyse, nous sommes conduits à les vérifier dans ce chapitre. L'étude biocénétique a montré en effet l'existence d'un certain accord entre les structures des matrices Q et R.

L'interprétation des composantes issues de cette analyse est tentée à partir des résultats acquis dans la partie biocénétique (composition des synusies) ainsi que des corrélations entre espèces et paramètres du milieu par les régressions multilinéaires.

Nous avons vu que les 4 synusies précédemment mises en évidence sont plus ou moins étroitement liées à un biotope ou à un

TABLEAU C

Analyse factorielle des liaisons interspécifiques : tableau des saturations.

Facteurs Espèces	Facteurs					Σ des carrés
	I	II	III	IV	V	
1 <i>Lysianassa ceratina</i>	0.29	- 0.02	0.57	0.37	- 0.34	1
2 <i>Orchomene humilis</i>	- 0.57	0.34	0.22	- 0.16	0.14	1
3 <i>Peltocoxa marioni</i>	0.64	- 0.02	0.30	0.32	- 0.07	1
4 <i>Leucothoe spinicarpa</i>	- 0.06	- 0.72	0.13	0.10	0.03	1
5 <i>Stenothoe monoculoide</i>	0.83	0.29	0.01	- 0.10	0.12	1
6 <i>Stenothoe spinimana</i>	0.69	0.07	0.25	0.28	0.32	1
7 <i>Stenothoe dollfusi</i>	0.02	- 0.66	0.55	- 0.01	0.01	1
8 <i>Stenothoe valida</i>	- 0.55	0.62	0.27	0.05	- 0.09	1
9 <i>Cressa dubia</i>	- 0.05	- 0.03	- 0.23	- 0.27	0.40	1
10 <i>Panoplea eblanae</i>	- 0.55	0.56	0.31	- 0.04	- 0.08	1
11 <i>Lilljeborgia brevicornis</i>	- 0.09	- 0.67	- 0.14	- 0.22	- 0.22	1
12 <i>Maera inaequipes</i>	- 0.00	- 0.49	- 0.12	- 0.24	- 0.20	1
13 <i>Dexamine spiniventris</i>	0.77	0.11	- 0.02	- 0.03	- 0.29	1
14 <i>Dexamine spinosa</i>	0.54	0.08	- 0.57	0.03	0.01	1
15 <i>Tritaeta gibbosa</i>	0.07	- 0.48	0.72	- 0.22	- 0.07	1
16 <i>Hyale schmidti</i>	0.83	0.41	0.08	- 0.19	0.14	1
17 <i>Aora typica</i>	0.66	0.05	- 0.13	- 0.27	0.00	1
18 <i>Lembos websteri</i>	0.72	- 0.33	0.17	0.01	0.28	1
19 <i>Eurystheus maculatus</i>	- 0.19	0.80	0.39	- 0.12	- 0.02	1
20 <i>Amphithoe ramondi</i>	0.80	0.35	0.19	- 0.25	0.08	1
21 <i>Erichthonius brasiliensis</i>	0.23	0.78	0.26	- 0.26	- 0.04	1
22 <i>Corophium sextoni</i>	0.34	- 0.39	0.58	0.02	0.16	1
23 <i>Phtisica marina</i>	0.53	0.22	- 0.07	0.14	- 0.44	1
24 <i>Pseudoprotella phasma</i>	0.25	- 0.23	0.12	0.45	0.27	1
25 <i>Caprella acanthifera</i>	0.75	0.16	- 0.25	- 0.13	- 0.40	1
26 <i>Leptocheilia savignyi</i>	0.31	- 0.39	0.01	- 0.66	- 0.12	1
27 <i>Paratanais batei</i>	- 0.43	- 0.19	0.16	- 0.52	0.24	1
28 <i>Janira maculosa</i>	- 0.23	- 0.60	- 0.00	0.11	- 0.54	1
29 <i>Munna sp.</i>	- 0.18	0.45	0.40	- 0.23	- 0.41	1
30 <i>Gnathia maxillaris</i>	0.21	- 0.61	0.19	- 0.29	- 0.04	1
Racines caractéristiques	7.40	5.95	2.95	1.99	1.76	
Pourcentage de variance extrait	24 %	20 %	10 %	7 %	5 %	

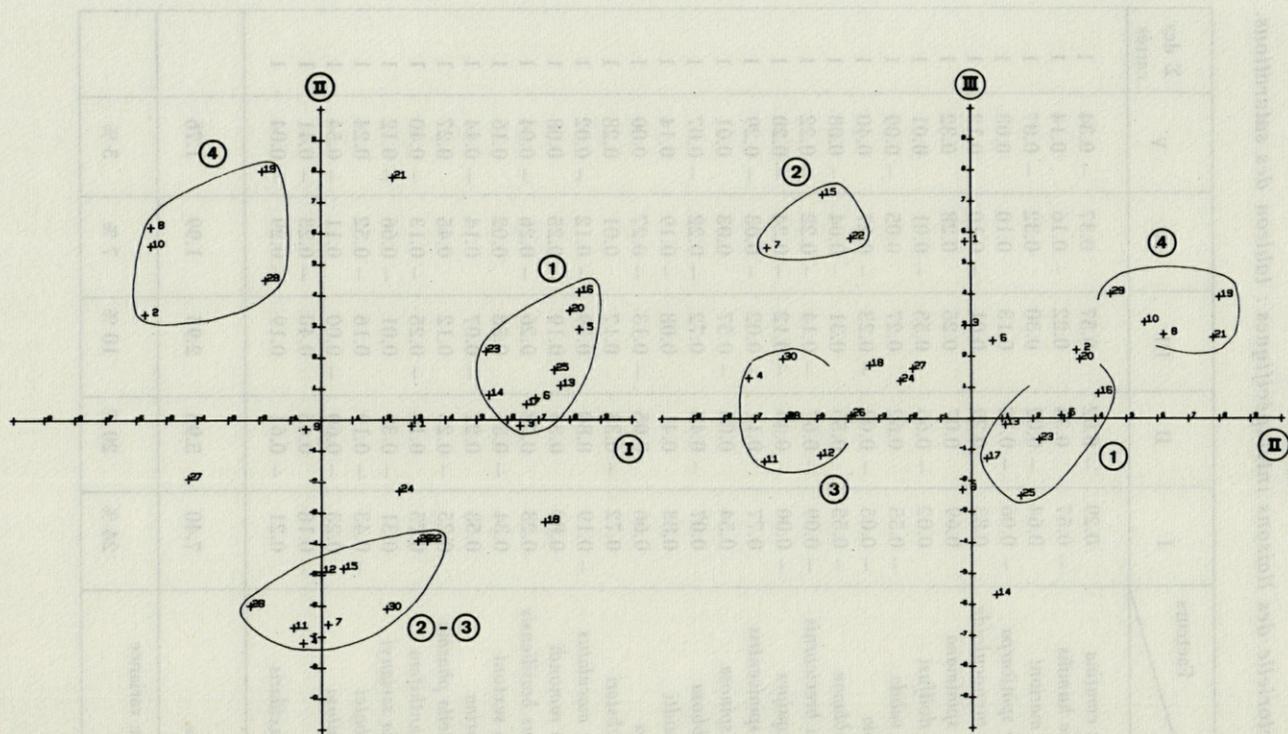


FIG. 14. — Analyse factorielle des liaisons interspécifiques (cycle annuel). Répartition des espèces dans le plan des facteurs I et II, et II et III.

groupe de biotopes. Il est intéressant de comparer leur composition avec celle des groupes d'espèces individualisés par les nouveaux axes, ainsi que de les situer dans l'espace des premières composantes.

Composante CI.

La première composante isole vers son pôle positif un groupe comprenant : *Hyale schmidti* (16), *Amphithoe ramondi* (20), *Stenothoe monoculoides* (5), *Phtisica marina* (23), *Caprella acanthifera* (25), *Dexamine spinosa* (14), *Dexamine spiniventris* (13), *Stenothoe spinimana* (6), *Aora typica* (17), *Peltocoxa marioni* (3).

Sa composition correspond sensiblement à celle de la synusie « 1 » représentative du biotope à Algues sciaphiles de l'infralittoral supérieur (station la plus éclairée). Ces espèces sont fortement corrélées avec l'éclairement comme le montre le tableau A.

Les espèces situées à l'autre extrémité de l'axe sont significativement corrélées avec l'éclairement mais négativement.

Composante CII.

La deuxième composante discrimine deux groupements :

Vers son pôle positif on retrouve la plupart des espèces de la synusie « 4 » : *Eurystheus maculatus* (19), *Stenothoe valida* (8), *Panoplea eblanae* (10), *Munna sp.* (29), *Orchomene humilis* (2).

Les synusies 2 et 3 sont confondues à l'autre extrémité de l'axe.

Les espèces les plus fortement saturées en CII sont significativement corrélées avec la turbidité.

Les espèces situées près de l'origine des axes ont un pouvoir indicateur faible; ainsi la répartition de *Cressa dubia* (9) dans cette étude n'offre aucune indication écologique.

Sur la base de ce graphique, la position des espèces présentant des affinités avec plusieurs groupements faunistiques est clairement située. Tel est le cas d'*Erichthonius brasiliensis* (21) entre 1 et 4, *Paratanais batei* (27) entre 2, 3 et 4 et *Lembos websteri* entre 1 et 2 - 3.

La hiérarchisation des deux premières composantes est donc inversée par rapport à la précédente analyse. En fait leur « pouvoir d'explication » est quantitativement toujours très voisin (29 % et 20 % pour l'analyse de liaisons interspécifiques).

Du fait de son caractère saisonnier, le rôle de l'éclairement apparaît relativement plus important lorsqu'on considère l'ensemble des observations du cycle annuel.

Composante CIII.

Il est intéressant de suivre la position des synusies dans l'espace des composantes II et III (figure 14). On remarque une importante modification : CIII dissocie les synusies 2 et 3 et individualise vers son pôle positif le groupe des espèces communes aux stations Rederis 1 et Rederis 2 (*Tritaeta gibbosa* (15), *Stenothoe dollfusi* (7), et *Corophium sextoni* (22)).

Il est difficile de prétendre attribuer une signification à ce facteur sur la base de nos connaissances du milieu. Notons cependant que les espèces caractéristiques des biotopes algaux (Abeille 1 et Oullestreil 3) ont des saturations faibles. La troisième composante discrimine les synusies caractéristiques des biotopes algaux 1 et 3 de celles qui sont liées aux autres biotopes 2 et 4.

Il aurait été intéressant de connaître les variations de la teneur en CO₂ et du pH au niveau de chaque station afin de vérifier l'influence de l'activité photosynthétique dans la répartition du peuplement étudié.

Les travaux de LEDOYER, 1962, ont déjà mis en évidence l'influence de la teneur en CO₂ sur les remontées nocturnes de la faune vagile au sein des herbiers de Phanérogames marins. Le rôle de ce facteur dans la répartition des Amphipodes et des Isopodes des fonds rocheux reste à éclaircir; il constitue une intéressante hypothèse de travail.

Il est possible de comparer le pourcentage d'information extraite par les 4 premières composantes de l'analyse factorielle, au pourcentage d'explication apportée par les 4 facteurs du modèle régressif. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Variance extraite	Facteurs			
	1	2	3	4
Analyse factorielle	24 %	44 %	54 %	61 %
Analyse causale	21 %	39 %	42 %	44 %

(la variance extraite par les 4 facteurs de l'analyse causale est obtenue par le calcul de la somme des carrés des coefficients de corrélation multiple pour chaque facteur).

La figure 15 montre clairement que les deux premiers facteurs de l'analyse causale (éclairage et turbidité) sont relativement bien choisis. La perte d'information par rapport à l'analyse factorielle (qui représente la solution idéale) n'est que de 5 % au niveau du 2^e facteur.

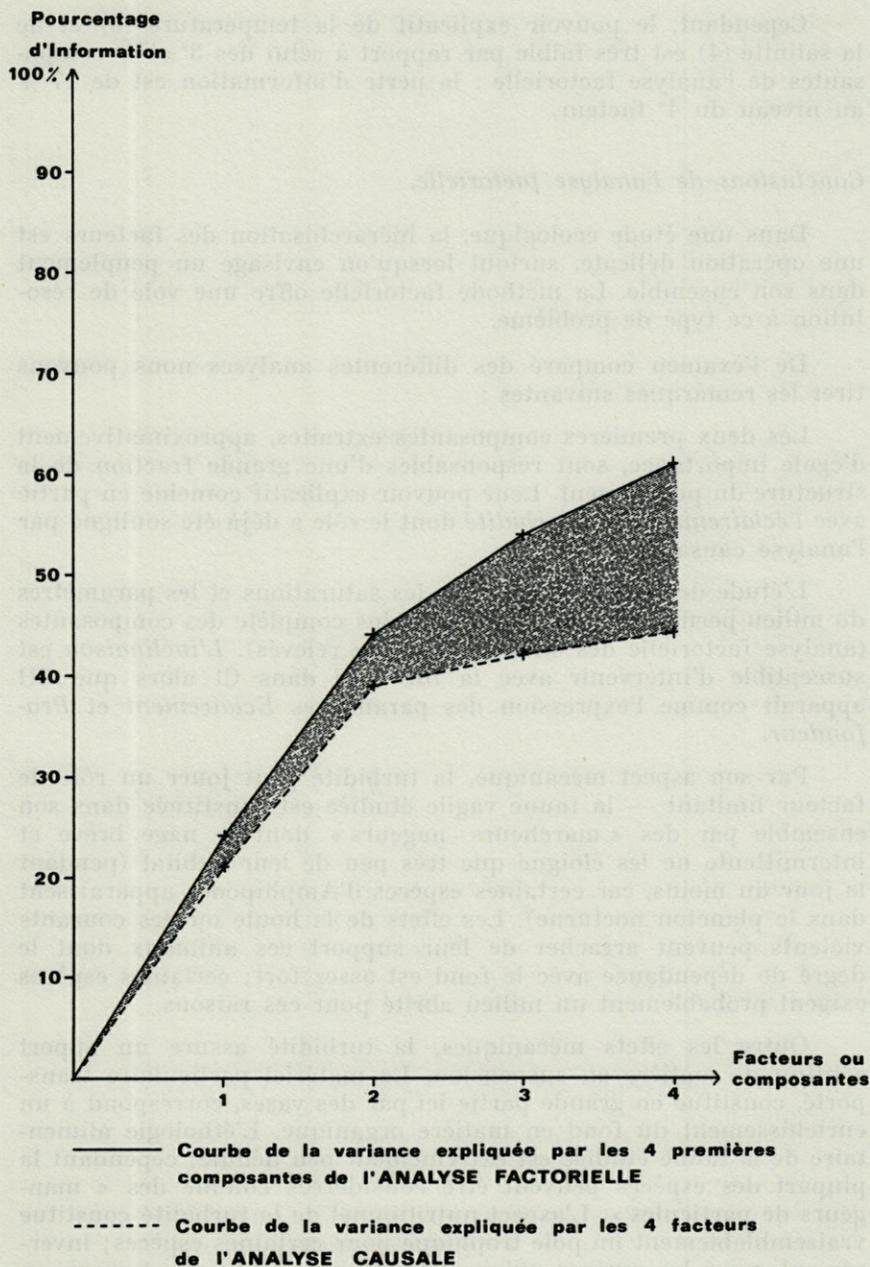


Fig. 15. — Comparaison du pourcentage d'information extraite par l'analyse factorielle et par le modèle régressif.

Cependant, le pouvoir explicatif de la température (3) et de la salinité (4) est très faible par rapport à celui des 3^e et 4^e composantes de l'analyse factorielle : la perte d'information est de 17 % au niveau du 4^e facteur.

Conclusions de l'analyse factorielle.

Dans une étude écologique, la hiérarchisation des facteurs est une opération délicate, surtout lorsqu'on envisage un peuplement dans son ensemble. La méthode factorielle offre une voie de résolution à ce type de problème.

De l'examen comparé des différentes analyses nous pouvons tirer les remarques suivantes :

Les deux premières composantes extraites, approximativement d'égale importance, sont responsables d'une grande fraction de la structure du peuplement. Leur pouvoir explicatif coïncide en partie avec l'*éclaircissement* et la *turbidité* dont le rôle a déjà été souligné par l'analyse causale.

L'étude des corrélations entre les saturations et les paramètres du milieu permet une interprétation plus complète des composantes (analyse factorielle des similitudes entre relevés). L'*inclinaison* est susceptible d'intervenir avec la *turbidité* dans CI alors que CII apparaît comme l'expression des paramètres *Eclaircissement* et *Profondeur*.

Par son aspect mécanique, la turbidité peut jouer un rôle de facteur limitant — la faune vagile étudiée est constituée dans son ensemble par des « marcheurs - nageurs » dont la nage brève et intermittente ne les éloigne que très peu de leur habitat (pendant le jour du moins, car certaines espèces d'Amphipodes apparaissent dans le plancton nocturne). Les effets de la houle ou des courants violents peuvent arracher de leur support ces animaux dont le degré de dépendance avec le fond est assez fort; certaines espèces exigent probablement un milieu abrité pour ces raisons.

Outre les effets mécaniques, la turbidité assure un apport continu de matière en suspension. Le matériel particulaire transporté, constitué en grande partie ici par des vases, correspond à un enrichissement du fond en matière organique. L'éthologie alimentaire de la faune étudiée est extrêmement peu définie; cependant la plupart des espèces peuvent être considérées comme des « mangeurs de particules ». L'aspect nutritionnel de la turbidité constitue vraisemblablement un pôle trophique pour certaines espèces; inversement, pour les espèces qui ne tolèrent pas les hautes teneurs en matière organique c'est un facteur limitant.

Par ailleurs, l'effet de l'inclinaison sur l'apport des particules sestoniques par gravité semble confirmer l'importance du rôle de la teneur des eaux en particules organiques.

Eclairement et profondeur apparaissent comme l'expression simultanée de l'environnement biotique des stations. Il ne peut en effet être question de limiter ce facteur à un simple jeu de phototropisme, positif ou négatif, des espèces étudiées. Les variations d'intensité lumineuse observées dans un même biotope, sont souvent plus fortes que les variations enregistrées entre deux biotopes différents. Les différences de gradient entre les stations sont trop faibles pour expliquer à elles seules la position des relevés le long de l'axe II de l'analyse multifactorielle des similitudes entre relevés. Nous avons noté que cet axe discrimine les biotopes algaux des autres biotopes.

La signification de la troisième composante demeure inconnue. Parmi les hypothèses possibles, le rôle de la teneur en CO_2 , lié à l'activité photosynthétique des Algues et par conséquent variable selon les stations, reste à vérifier.

L'action des facteurs hydrologiques (salinité, température) sur la répartition du peuplement est secondaire.

La température exerce une influence sur un nombre restreint d'espèces que l'étude des régressions multilinéaires a mis en évidence. L'étude des variations saisonnières a montré que ces espèces avaient un cycle annuel très net, souvent en relation avec les variations de l'environnement biotique des stations. Il est vraisemblable que la température agit indirectement par l'intermédiaire des variations de la flore et de la faune fixées.

La salinité n'a d'influence que sur deux espèces. D'une façon générale la faune vagile crustacée des fonds de l'Infralittoral rocheux est constituée d'espèces euryhalines et eurythermes.

L'analyse factorielle a permis de mettre en évidence l'influence de certaines combinaisons de facteurs du milieu plutôt que l'influence de chacun de ces facteurs pris isolément. Ce point de vue paraît plus conforme à l'étude d'un milieu naturel où les caractéristiques n'agissent jamais d'une façon indépendante.

Sous cet angle, les facteurs biotiques (trophisme, environnement biotique) semblent jouer un rôle important dans la répartition des organismes alors que les facteurs physico-chimiques (éclairage, température, salinité) n'ont qu'une influence indirecte ou secondaire.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce travail a pour objet l'étude écologique des Crustacés Péra-carides (Amphipodes, Isopodes, Tanaïdacés, Cumacés) de l'infra et du circalittoral rocheux.

Le dépouillement systématique nous a conduit à reconnaître 70 espèces parmi les quelques 20 000 individus dénombrés. Le groupe des Amphipodes occupe une place prépondérante, tant par le nombre des espèces que par le nombre des individus.

Le degré d'homogénéité des stations prospectées, la mise au point d'un appareil de récolte et l'importance du nombre des individus par prélèvement, justifient l'aspect quantitatif et statistique de ce travail.

Nous nous sommes efforcés d'envisager le peuplement dans son ensemble, sous des aspects aussi variés que possible.

Dans une première partie, le groupement des espèces en fonction de leur écologie, a permis de structurer le peuplement et d'en connaître les caractéristiques biocénotiques. De l'ensemble des coefficients cénotiques calculés, on peut extraire un certain nombre de considérations générales. L'indice de diversité indique une maturité élevée du peuplement considéré, ce qui se traduit du point de vue fonctionnel par un faible dynamisme. La baisse de diversité avec la profondeur correspond à un appauvrissement spécifique général. L'action élective très nette des différents biotopes sur la faune étudiée se traduit par des affinités cénotiques et spécifiques en rapport avec l'étagement vertical des formations benthiques. Trois contingents faunistiques principaux peuvent être définis, appartenant respectivement à l'Infralittoral supérieur, à l'Infralittoral profond et au Circalittoral supérieur. Il est intéressant de constater que l'assemblage faunistique de la station précoraligène appartient en fait à l'infralittoral, et se distingue nettement du circalittoral.

Les relations entre la répartition des espèces et les facteurs ambiants sont étudiées dans un second chapitre, par l'analyse des structures mises précédemment en évidence. Deux procédés d'investigations sont adoptés : d'abord l'analyse causale, qui cherche à expliquer la répartition des espèces à partir de quelques paramètres du milieu choisis *a priori*, ensuite l'analyse factorielle qui permet d'appréhender globalement le peuplement et l'environnement physico-chimique ou biologique, mais dont les interprétations en termes d'écologie sont délicates.

L'analyse causale fait appel aux régressions multilinéaires. Sur les quatre facteurs étudiés, deux interviennent fortement sur la répartition (éclairage et turbidité), alors que les deux autres semblent peu importants (salinité et température).

L'analyse factorielle fournit deux composantes principales d'égale importance, responsables d'une grande partie de la structure du peuplement. Ces deux composantes « expliquent » approximativement les mêmes structures que l'éclaircement et la turbidité dans le cas de l'analyse causale. Mais une étude des corrélations entre les « saturations » et les paramètres du milieu permet une interprétation plus fine. La première composante recouvre le jeu de l'inclinaison et de la turbidité, alors que la seconde apparaît comme l'expression de l'éclaircement et de la profondeur.

Il convient de souligner le rôle trophique de la turbidité allée à l'inclinaison des substrats : les animaux étudiés sont pour la plupart mangeurs de particules, et leur répartition est avant tout affectée par la densité des particules disponibles. L'ensemble recouvert par la seconde composante (éclairage et profondeur) représente en quelque sorte une expression simultanée de l'environnement biotique des stations. A l'issue de cette analyse, le rôle des facteurs biotiques (trophisme, environnement biotique) semble prépondérant tandis que les facteurs physico-chimiques classiquement envisagés (éclairage, température, salinité) n'ont qu'une influence indirecte ou secondaire.

Au terme de ce travail de nombreuses hypothèses restent en suspens. Des mesures de facteurs écologiques plus précises auraient certainement permis une investigation plus approfondie.

L'application de la méthode factorielle à l'écologie des fonds durs soulève d'importants problèmes; cette étude a permis d'en montrer les difficultés et l'intérêt. Le benthos rocheux constitue en effet un milieu extrêmement complexe où la difficulté d'apprécier la part exacte des différents facteurs agissants a été maintes fois soulignée. Cette complexité impose une méthode d'étude globale où le rôle d'un facteur ne saurait se concevoir qu'en liaison avec le milieu duquel on l'a isolé.

RÉSUMÉ

Le but du présent travail est de définir les exigences écologiques d'un groupe taxinomique réduit (Crustacés Péricarides) dans un milieu bathymétriquement et géographiquement limité (Infra et Circalittoral rocheux de la région de Banyuls).

La méthodologie mise au point pour l'échantillonnage et le tri du matériel récolté est exposée dans une première partie.

Puis la description de la répartition du peuplement est envisagée du point de vue quantitatif. Une étude biocénotique permet de distinguer trois contingents faunistiques caractéristiques de l'infra-littoral supérieur, de l'infralittoral profond, et du circalittoral.

L'étude des relations entre les espèces et le milieu est abordée par deux approches mathématiques.

L'analyse des régressions multilinéaires met en évidence le rôle de l'éclairement et de la turbidité dans la répartition des espèces.

L'analyse factorielle fournit deux composantes principales, d'égale importance, traduisant l'environnement biotique et la teneur en particules organiques des eaux.

Cette analyse souligne l'importance des facteurs biotiques (trophisme et environnement biotique) dans la répartition du groupe étudié.

SUMMARY

The present work is an ecological study about Peracarid Crustaceans living on rocky bottom in infra and circalittoral zone.

A sampling method for hard bottom is presented in the first part.

A biocenotic study permits, in a second part, to describe the distribution of the populations. Affinity index values, computed by Bravais-Pearson correlation coefficient, show three faunal associations assigned to the upper-infralittoral, deep-infralittoral and circalittoral zone.

The relations between species and environment are studied by mathematical approach.

A multiple linear regression analysis shows the influence of light penetration and turbidity factors.

A factor analysis gives two principal components, interpreted as biotic environment and density of organic particles into water.

This work establishes the fundamental influence of biotic factors (trophisme and biotic environment) on the species distribution.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit ist die Abklärung ökologischer Anforderungen einer begrenzten taxonomischen Gruppe (Crustacea, Peracaride), die nur im felsigen Infra- und Zirkalitoral von Banyuls-sur-mer lebt.

Im ersten Teil wird die Sammel- und Sortiertechnik für dieses Material dargestellt.

Die quantitative Verteilung des Bestandes wird untersucht. Eine biozönotische Analyse erlaubt die Unterscheidung von drei typischen faunistischen Anteilen im oberen und im unteren Infra-litoral sowie im Zirkalitoral.

Durch zwei mathematische Methoden wird die Beziehung der Arten zu ihrer Umgebung untersucht.

Eine Analyse der multilinearen Regressionen zeigt die Bedeutung von Licht- und Wassertrübung für die Verteilung der Arten.

Bei der Faktorenanalyse ergeben sich zwei Hauptkomponenten von gleicher Wichtigkeit, die biotische Umgebung und die Dichte organischer Partikel im Wasser.

Diese Analyse betont die Bedeutung biotischer Faktoren (Trophismus und biotische Umgebung) bei der Verteilung der Arten.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AMAR, R., 1951. Isopodes marins de Banyuls. *Vie Milieu*, 2 (4) : 329-330.
- ANDREWARTHA, H.G., 1961. Introduction to the study of animal populations. Chicago. University of Chicago Press. XVIII, 281 p.
- BARNARD, J.L., 1958. Index to families, genera and species of Gammaridean Amphipoda (Crustacea). Allan Hancock Occasional Papers, 19 : 1-145.
- BELLAN-SANTINI, D., 1967. Contribution à l'étude des peuplements Infra-littoraux sur substrat rocheux. Etude qualitative et quantitative. *Thèse d'Etat, Fac. Sci. Marseille*, décembre 1967.
- BOCQUET, C. et A. LEMERCIER, 1958. Les Jaeropsis (Isopodes Aselettes) des côtes de France. *Arch. Zool. exp. gen.*, 96 (1) : 38-53.
- BONNET, L., 1964. Le peuplement thecamoebien des sols. *Revue Ecol. et Biol. Sol.*, 1 (2) : 123-408.

- BOURY-ESNAULT, N., 1968. Les Spongiaires des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. *Ecologie et Systématique. Thèse de 3^e cycle, Fac. Sci. Paris.*
- CANCELA DA FONSECA, J.P., 1965. L'outil statistique en Biologie du sol. I. Distributions de fréquences et tests de signification. *Revue Ecol. et Biol. Sol.*, 2 : 299-332.
- CANCELA DA FONSECA, J.P., 1965 a. L'outil statistique en biologie du sol. II. Régression linéaire. Corrélation. *Revue Ecol. et Biol. Sol.*, 2 : 475-488.
- CANCELA DA FONSECA, J.P., 1966. L'outil statistique en biologie du sol. III. Indices d'intérêt écologique. *Revue Ecol. et Biol. Sol.*, 3 : 381-407.
- CANCELA DA FONSECA, J.P., 1966 a. Théorie de l'information et diversité spécifique. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris* (2), 38 : 961-968.
- CANCELA DA FONSECA, J.P., 1968. L'outil statistique en biologie du sol. IV. Corrélations de rang et affinités écologiques. *Revue Ecol. et Biol. Sol.*, 5 : 41-54.
- CANCELA DA FONSECA, J.P., 1969. L'outil statistique en biologie du sol. VI. Théorie de l'information et diversité spécifique. *Revue Ecol. et Biol. Sol.*, 6 : 1-29.
- CASSIE, R.M., 1962. Microdistribution of Plankton. *J. Anim. Ecol.*, 31 (1) : 65-92.
- CASSIE, R.M., 1963. Multivariate analysis in the interpretation of numerical Plankton data. *N. Z. Jl Sci.*, 6 : 36-59.
- CASSIE, R.M., 1968. Fauna and sediments of an intertidal mud flat : a multivariate analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 2 : 1-23.
- CHARNIAUX-LEGRAND, H., 1951. Contribution à la faune des Amphipodes de Banyuls. Observations sur la ponte en hiver. *Vie Milieu*, 2 : 371-380.
- CHEVREUX, Ed. et L. FAGE, 1925. Faune de France, Amphipodes. Lechevallier Editeur, Paris.
- COLEBROOK, J.M., 1964. Continuous Plankton records : A principal component analysis of the geographical distribution of zooplankton. *Bull. mar. Ecol.*, 6 : 78-100.
- DAGET, J., 1957. Modèles mathématiques en écologie (cours polycopié).
- DAGNELIE, P., 1960. Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Serv. Carte phytogéogr.*, série B, 5 (1) : 7-71.
- DAHL, E., 1948. On smaller Arthropoda of marine Algae. *Undersökningar över Oresund*, XXXV.
- DEBAUCHÉ, H.R., 1958. Problèmes de biocénétique. *Revue Quest. scient.*, 129 : 58-89.
- DESCATOIRE, A., A. FEY et P. LAFARGUE, 1967. Les peuplements sessiles de l'infra-littoral rocheux de l'archipel de Glénan. *Thèse 3^e cycle, Fac. Sci. Paris.*
- DICE, L.R., 1952. Natural communities. *Ann. Arbor, Mich. Univ. Michigan Press*, XII, 547 p.

- DRACH, P., 1948 a. Premières recherches en scaphandre autonome sur les peuplements de faciès rocheux dans la zone littorale profonde. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 227 : 1176-1178.
- DRACH, P., 1948 b. Limitation d'expansion des peuplements benthiques sessiles en zone littorale profonde de faciès rocheux. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, 227 : 1397-1399.
- DRACH, P., 1949. Premières recherches en scaphandre autonome sur les formations de Laminaires en zone littorale profonde. *C. r. somm. Séanc. Soc. Biogéogr.*, 227 : 46-49.
- DRACH, P., 1959. Lacunes dans la connaissance du peuplement des mers et utilisation du scaphandre autonome. *Revue scient., Paris*, 3315 : 58-72.
- DRACH, P., 1959. Méthodes et plan de travail pour l'exploration biologique en scaphandre autonome. *XVth intern. Congr. Zool. Lond.*, 254-257.
- DUCHAUFOUR, Ph., 1960. Précis de pédologie. Masson et Cie, Paris, 438 p.
- FAGE, L., 1933. Pêches planctoniques effectuées à la lumière à Banyuls-sur-Mer et Concarneau. III. Crustacés. *Arch. Zool. exp. gén.*, 76 : 105-248.
- FAGE, L., 1951. Faune de France, Cumacés. Lechevallier Editeur, Paris.
- FAGER, E.W., 1957. Determination and analysis of recurrent groups. *Ecology*, 38 : 586-596.
- FAVERGE, J.M., 1954. Méthodes statistiques en psychologie appliquée. 2 vol. P.U.F., Paris.
- FELDMANN, J., 1937. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée - La Côte des Albères. *Revue algol.*, 10 : 1-339.
- FISHER, R.A., A.S. CORBET and C.B. WILLIAMS, 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.*, 12 : 42-59.
- FRONTIER, S., 1969. Méthodes d'analyse statistique applicables à l'Ecologie du plancton. Centre ORSTOM de Nosy-Bé, Document n° 7, 33 p.
- GIOVANNINI, R., 1965. Révision des espèces benthiques méditerranéennes du genre *Hyale* (Amphipodes). *Recl. Trav. Stn mar. End.*, 37 (53) : 277-340.
- GISLEN, T., 1930. Epibioses of the Gullmar Fjord, I-II. *Kristinebergs Zool. Stat.*, 1877-1927, 2 : 1-123; 4 : 1-380.
- GODRON, M. et col., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées. Paris, édit. du C.N.R.S., 293 p.
- GOODALL, D.W., 1954. Objective method for classification of vegetation. I. The use of positive interspecific correlation. II. Fidelity and indicator value. III. An essay in the use of factor analysis. *Aust. J. Bot.*, 1 : 39-63; 434-456; 304-324.
- GREIGH-SMITH, M.A., 1964. Quantitative Plant Ecology. Butterworth. London, p. 250.

- HOTELLING, H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. educ. Psychol.*, 24 : 417-441 et 498-520.
- IBANEZ, J.J., 1969. Application de l'analyse factorielle en planctonologie, écologie et taxinomie numérique. *Thèse 3^e cycle, Fac. Sci. Paris.*
- LAMOTTE, M., 1967. Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Masson édit., 131 p.
- LANDAIS, J., 1955. Mesure du coefficient d'extinction de l'eau de la Méditerranée dans la région de Banyuls. *Vie Milieu*, 6 (2) : 210-224.
- LAUBIER, L., 1966. Le Coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Annls Inst. océanogr. Paris*, 43 (2) : 316 p.
- LEDOYER, M., 1967. Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome. *Thèse Doc. Etat, Fac. Sci. Marseille.*
- LISON, L., 1968. Statistique appliquée à la biologie expérimentale. Gauthier-Villars, 341 p.
- LLOYD, M., and R.J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33 : 217-225.
- MAC ARTHUR, R.H., 1955. Fluctuations of animal populations and measure of communities stability. *Ecology*, 36 : 533-536.
- MAC ARTHUR, R.H., 1960. On the relative abundance of species. *Am. Nat.*, 94 : 25-36.
- MARGALEF, R., 1957. La teoria de la informacion en ecologia. *Mems R. Acad. Cienc. Artes Barcelona*, 32 : 373-449.
- MARGALEF, R., 1963. Ecologie marine : nouvelles vues sur de vieux problèmes. *Année biol.*, (4), 2 (1-2) : 1-16.
- MEDIONI, A., 1968. Les Ascidies et les Bryozoaires des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. Ecologie et systématique. *Thèse 3^e cycle, Fac. Sci. Paris.*
- MOLINIER, R., 1960. Etude des Biocenoses marines du cap Corse. *Vegetatio*, 9 (3 à 5) : 121-312.
- MONOD, T., 1926. Les Gnathidae. Essai monographique. *Thèse Fac. Sci. Paris*, E. Larose, Edit., 667 p.
- NIERSTRASZ, H.F., J.H. SCHUURMANS, J.R. STEKHOVEN, 1929. Die Tierwelt der Nord und Ostsee. Bd X, Crustacés : 134-167.
- PÉRÈS, J.M., 1961. Océanographie biologique et biologie marine. I. P.U.F., Edit.
- PÉRÈS, J.M., et J. PICARD, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recl. Trav. Stn mar. Endoume*, 31 (47) : 5-137.
- PETERSEN, C.G.J., 1918. The sea bottom and its production of fish food. *Rep. Dan. biol. Stn.*, 25 : 1-62.
- RIEDL, R., 1966. Biologie der Meereshöhlen. Topographie Faunistik und Oekologie eines unterseeischen Lebensraumes. Eine Monographie. Paul Parey, Hamburg Edit.

- SARS, G.O., 1890-95. An account of the Crustacea of Norway. Vol. I. Amphipoda. Bergen.
- SARS, G.O., 1896-99. An account of the Crustacea of Norway. Vol. II. Isopoda. Bergen.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1966. Ecological Methods, with particular reference to the study of insect populations. Methuen, London, xviii + 391 p.
- STEBBING, Th. R. R., 1906. Amphipoda. I. Gammaridea. Das Tierreich, vol. XXI, Berlin.
- STEPHENSEN, K.I., 1929. Amphipoda. Die Tierwelt der Nord und Ostsee. Lief. 14, Leipzig.
- THURSTONE, L.L., 1947. Multiple factor analysis. Chicago. University of Chicago Press, XIX, 535 p.
- TRUCHOT, J.P., 1963. Etude faunistique et écologique des Amphipodes des faciès intertidaux de Roscoff. *Cah. Biol. mar.*, 4 : 121-176.
- TRUE, M.A., 1963. Dispositif pour récolte totale du peuplement sur substrat dur. *Comm. Inter. pour l'expl. Scient. de la Méd. Colloque Com. Benthos, Marseille.*
- WILLIAMS, W.I., J.M. LAMBERT, 1959. Multivariate method, in plant Ecology. 1. Association analysis in plant communities. *J. Ecol.*, 47 : 83-101.
- WILLIAMSON, M.H., 1961. An ecological survey of a scottish herring fishery. Part IV : changes in the plankton during the period 1949-1959. Appendix : A method for studying the relation of plankton variations to hydrography. *Bull. mar. Ecol.*, 5 : 207-229.

Reçu le 20 mars 1970.

PEUPELEMENTS SESSILES DE L'ARCHIPEL DE GLENAN

I - INVENTAIRE ASCIDIÉS

par Françoise LAFARGUE
Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

50 espèces d'Ascidiés ont été recensées dans l'archipel de Glénan parmi lesquelles 14 *Didemnidae* ont fait, précédemment, l'objet d'une étude particulière (LAFARGUE, 1968). Dans cet article nous indiquons les données écologiques principales et quelques observations sur la biologie des 36 espèces restantes appartenant aux autres familles.

Bien qu'il comporte peu d'espèces, le groupe des Ascidiés est fort mal connu sur les côtes européennes. Les travaux, anciens pour la plupart, sont fragmentaires, et les descriptions insuffisantes. La détermination des échantillons n'est possible qu'après fixation en extension, dissection, coloration et examen microscopique.

Il est d'usage, pour un certain nombre d'espèces abondantes, de leur donner un nom traditionnel. Il est rare que ce nom corresponde réellement à leur position systématique. La plupart des travaux d'écologie sont fondés sur ces « *déterminations traditionnelles* ». De ce fait la répartition des Ascidiés, et principalement des Ascidiés composées semble ne présenter aucune valeur écologique.

Nous avons voulu déterminer réellement les Ascidiés. Il nous était impossible, dans le cadre de ce travail, d'examiner à fond toutes les familles d'Ascidiés. Volontairement, nous nous sommes

limité à la famille des *Didemnidae*, famille bien différenciée et la plus abondante dans l'archipel de Glénan.

Les autres familles ne sont représentées que par très peu d'individus dans cette région. Néanmoins nous donnons une liste systématique de ces espèces avec leurs données écologiques principales.

Au total nous avons rencontré 50 espèces d'Ascidies dont 14 *Didemnidae*.

La plupart de ces espèces figurent dans les inventaires faunistiques de la Manche (I.F.M.R. : Inventaire de la Faune Marine de Roscoff, 1955; P.M.F. : Plymouth Marine Fauna, 1957).

La classification adoptée est celle de BERRILL, 1950.

Nos observations concernant la période de reproduction sexuée sont fragmentaires (espèces assez rares, récoltes interrompues l'hiver). Il apparaît nettement, toutefois, que chez les Ascidies coloniales, les conditions de vie ont une répercussion sur le mode de reproduction. Pour une même espèce, les petites colonies fixées sur les Algues (support exigü, annuel) contiennent plus souvent des zoïdes mûrs et des larves, que les grandes colonies fixées sur la roche. C'est pourquoi, dans toute étude de ce genre, il faut tenir compte du biotope et en particulier de la nature du support.

Les profondeurs mentionnées au cours de cet inventaire sont comptées à partir du zéro des cartes marines françaises (ainsi 30 m signifie — 30 m).

ENTEROGONA

APLOUSOBRANCHIA

Clavelinidae

Clavelina lepadiformis (Müller, 1776)

BERRILL : p. 70; I.F.M.R. : p. 11; P.M.F. : p. 371.

Espèce commune dans tout l'archipel, vivant fixée sur la roche (préférante des surfaces verticales). Rencontrée rarement sur les Algues souples (*Delesseria sanguinea*).

Quelques spécimens vivaient enfoncés jusqu'à mi-corps dans la tunique d'*Ascidia mentula* (épave métallique du « Pietro »).

Espèce saisonnière qui forme de grands bouquets au printemps (elle est rare en été : individus isolés ou en touffes chétives).

Reproduction : larves de juin à septembre.

Pynoclavella aurilucens Garstang, 1891

BERRILL : p. 74, P.M.F. : p. 371.

Espèce assez rare, récoltée 7 fois, vivant en épibiose sur les tiges

de Tubulaires, sur des Spongiaires et sur *Balanus crenatus* (parois verticales entre 3 et 12 m).

Reproduction : larves en juin et septembre.

***Distaplia rosea* Della Valle, 1881**

BERRILL : p. 78; I.F.M.R. : p. 11; P.M.F. : p. 371.

Espèce rare; rencontrée 3 fois (Penfret, Laon Egenn Hir) sur des parois verticales entre 6 et 12 m, en compagnie d'*Ascidia conchylega*.

Reproduction : larves en mai.

Polyclinidae

***Polyclinum aurantium* Milne Edwards, 1841**

BERRILL : p. 87; I.F.M.R. : p. 14; P.M.F. : p. 372.

Espèce très commune dans tout l'archipel sous une forme chétive, subglobuleuse (1 cm de diamètre, environ). Vit sur la roche (préférante des parois horizontales ou peu inclinées). Les colonies sont incrustées de sable. Vit aussi sur les Algues souples du type *Delesseria* (1 à 2 colonies par fronde).

Une forme noire, plus grande (3-4 cm d'envergure), aplatie, vit sur les surfaces horizontales ensablées vers 12 m.

Répartition bathymétrique vaste : depuis la zone des marées (surface inférieure des pierres) jusqu'à 20 m, environ. Abondante dans la sousstrate des *Laminaria digitata*.

Reproduction : larves de mai à novembre chez 50 % des colonies (plus abondantes et plus fréquentes dans les colonies vivant sur les Algues).

***Morchellium argus* (Milne Edwards, 1841)**

BERRILL : p. 95; I.F.M.R. : p. 15; P.M.F. : p. 372.

Espèce peu abondante mais commune dans toutes les stations de l'archipel.

Se présente sous trois formes.

1. *La forme dressée de substrats ensablés*. Colonie en massue (peu renflée au sommet), de 3 à 4 cm de haut, brun rougeâtre, incrustée de sable. Des stolons rampants relient les colonies.

Habitat : près du zéro sur les faces latérales des pierres posées sur le sable, sur les rhizomes de *Zostera marina*, sur les tiges de *Cystoseira*; plus bas (vers 12 m) est abondante sur les parois horizontales et latérales des roches ensablées.

2. *La forme pendante de plafonds et de parois verticales*. Moins haute, et plus large que la précédente. Massue très renflée au sommet (2-3 cm de diamètre), à pédoncule très étroit (quelques mm), jaune, non incrustée de sable.

Habitat : dans les dix premiers mètres, sur les surfaces verticales

ou surplombantes, loin du sédiment (par petits groupes d'une dizaine de massues).

3. *La forme aplatie de roches et d'Algues*. Possède une large base encroûtante analogue à celle de *Sydnium elegans* (1 cm de haut, 3 à 4 cm d'envergure). Beaucoup plus rare que les formes précédentes.

Habitat : surfaces rocheuses ensablées, frondes de *Delesseria*.

Reproduction : larves de mai à octobre (chez une partie des échantillons).

Aplidium pallidum (Verrill, 1871)

BERRILL : p. 97; I.F.M.R. : p. 15; P.M.F. : p. 372.

Espèce présente dans tout l'archipel sur les Algues et sur la roche en sous-strate des Laminaires. Très abondante dans les premiers mètres, sur les Corallines des stations les plus battues. Remonte dans la zone des marées sur les *Bifurcaria*, *Cystoseira*...

Reproduction : larves en avril, mai.

MILLAR, 1958, la classe avec doute dans le groupe boréo-arctique. En Ecosse la reproduction s'effectue en été (la température de l'eau ne dépasse pas 15 °C), aux Glénan au printemps (l'eau est à 17 °C en août, à 18 °C en septembre). Ce décalage confirme l'affinité nordique de l'espèce.

Aplidium (Amaroucium) punctum (Giard, 1872)

BERRILL : p. 100; I.F.M.R. : p. 16; P.M.F. : p. 379; ? HARANT, 1927 : p. 1, sous le nom de *Macroclinum beauchampi*.

Espèce la plus commune et la plus abondante (parmi les Ascidies) dans tout l'archipel, dès les premiers mètres et jusqu'à 40 m. Vit sur la roche, plus rarement sur les Algues ou les animaux (Anthozoaires : *Eunicella verrucosa*, *Alcyonium digitatum*; Spongiaires : *Stryphnus ponderosus*; Ascidies : *Ascidia mentula*, *Distomus variolosus*...).

Se rencontre sur tous les types de parois avec une préférence pour les surfaces ombragées (verticales ou surplombantes). Remonte près de la surface à la faveur des fissures. Se présente sous deux formes.

1. *La forme de grande taille*. Colonie orange pâle, en massue aplatie au sommet, de 6 cm de haut (dont 2,5 cm pour le pédoncule). Les massues sont rassemblées par groupes de 3 ou 4, sur un pédoncule commun. Les groupes se rassemblent à leur tour pour former des bouquets insérés sur la roche, au voisinage les uns des autres. Estomac à 5 larges cannelures. Branchie à 10-12 rangs de stigmates. Languette cloacale généralement trilobée (une tache pigmentaire au bout de chaque lobe).

Habitat : présente au printemps, sur les parois horizontales ensablées (sous-strate des Laminaires) ou sur les parois ombragées à l'aplomb du sable.

2. *La forme de petite taille*. Colonies trois fois plus petites que dans la forme précédente. Le plus souvent immatures ou dégénérées. Massues peu renflées, plus ou moins lobées à leur sommet, réunies par des stolons nombreux et ramifiés contenant les parties abdominales des

zoïdes en voie de dégénérescence. L'estomac est devenu lisse (colonies et zoïdes ressemblent alors au *Macroclinum beauchampi* Harant, 1927 décrit de Concarneau; une confusion a pu avoir lieu). Les stigmates de la branchie sont peu individualisés, arrondis, de petite taille et disposés sans ordre. La languette cloacale et les lobes buccaux ont disparu presque complètement. Les colonies qui ne sont pas dégénérées correspondent à la description du type.

Abondance : dans les cas favorables nous avons compté 180 massues au mètre carré.

Habitat : parois ombragées.

Reproduction :

Forme de grande taille : larves en avril et mai chez 85 % des colonies.

Forme de petite taille : larves en août, septembre, octobre, chez 4 % des colonies seulement.

MILLAR, 1958, qualifie l'espèce de « true boreal species ».

En Ecosse les colonies ont des larves à une époque plus tardive (mai-juin), décalage conforme à celui de la température.

Aplidium (Amaroucium) nordmanni (Milne Edwards, 1841)

BERRILL : p. 105; I.F.M.R. : p. 16; P.M.F. : p. 372.

Espèce commune dans tout l'archipel à faible profondeur. Nos échantillons ont tous l'estomac pseudo-aréolé (LAHILLE, 1890) et non des cannelures ininterrompues (BERRILL, 1950). Les zoïdes espacés ne forment pas de systèmes bien nets.

Se présente sous deux formes.

1. *La forme orangée* de 3 à 4 cm d'envergure, incrustée de sable.

Habitat : zone des marées, à la face inférieure de pierres ensablées; dans les quinze premiers mètres, au bas des parois à l'aplomb du sable.

2. *La forme blanche* plus étendue (dizaine de cm d'envergure). Branchie à 9-12 rangs de stigmates. Estomac à très nombreux plis courts et obliques plus ou moins anastomosés. Zoïdes apigmentés (excepté l'estomac brunâtre), disposés en doubles rangées sinueuses, très visibles *in situ*.

Habitat : dans les stations battues (Laon Egenn Hir) en sous-strate de *Laminaria hyperborea* (sur la roche et les crampons) et sur les parois verticales.

Reproduction : larves de mai à septembre chez une partie des colonies (des deux formes).

Aplidium (Amaroucium) densum (Giard, 1872)

BERRILL : p. 108; I.F.M.R. : p. 16; P.M.F. : p. 373.

Espèce commune mais peu abondante dans la zone des marées sous les pierres ensablées. Rencontrée quelquefois sur les parois rocheuses près du sable, vers 15 m.

Cette espèce se distingue de la précédente par la forme très aplatie de ses colonies entièrement incrustées de sable. Zoïdes brun foncé, très minces et très rapprochés les uns des autres au sein de la tunique commune. Estomac à cannelures ininterrompues et très marquées (5 à 6, ou 10-11, suivant les colonies).

Reproduction : larves de juillet à octobre.

Sydnium elegans (Giard, 1872)

BERRILL : p. 110; I.F.M.R. : p. 17; P.M.F. : p. 373.

Espèce commune dans tout l'archipel dans les 15 premiers mètres. Les plus beaux échantillons vivent dans l'herbier sur les rhizomes de *Zostera marina*. Vit également sur les pierres ou les parois affleurant le sédiment (exceptionnellement sur les *Delesseria*).

Reproduction : de juillet à octobre.

Sydnium turbinatum (Savigny, 1816)

BERRILL : p. 112; I.F.M.R. : p. 16; P.M.F. : p. 373.

Colonies assez rares mais présentes dans tout l'archipel. Sur les parois latérales et inférieures des pierres ensablées de la zone des marées; sur les Algues des profondeurs moyennes : *Corallina*, *Cytoseira*, *Delesseria*.

C'est la seule *Polyclinidae* qui ait été récoltée sur l'épave métallique du « Pietro » à 30 m.

Reproduction : Larves trouvées en mai, août et septembre.

Didemnidae

Cette famille a été traitée en détail dans une autre partie de ce travail (Tome XIX, Fasc. 2, Ser. A. 1968 de *Vie et Milieu*).

PHLEBOBRANCHIA

Cionidae

Ciona intestinalis (Linné, 1767)

BERRILL : p. 131; I.F.M.R. : p. 10; P.M.F. : p. 374.

Commune mais peu abondante. Sur la roche, les individus sont petits (3-4 cm), incolores; ils vivent fixés par la face ventrale dans les parties ombragées des parois au ras du sédiment (surplombs, fissures, microcavités à la base des blocs isolés sur le sable).

Les individus sont de grande taille sous les pierres ou sur les épaves métalliques. Quelques jeunes spécimens se rencontrent sur les *Delesseria*.

Perophoridae

Perophora listeri Forbes, 1848

BERRILL : p. 145; I.F.M.R. : p. 11; P.M.F. : p. 375.

Espèce peu fréquente mais à colonies envahissantes. Récoltée treize fois, un peu partout dans l'archipel dès 5 m et jusqu'à 30 m. Sur les parois verticales, sur les Algues (*Delesseria*, *Dictyopteris*, *ErythroGLOSSUM*, *Halydris*), sur les parois latérales des pierres.

Echantillons jaune verdâtre. La structure branchiale se rapproche de celle de *P. viridis* (Verrill, 1871); chez beaucoup de spécimens les papilles branchiales sont assez développées pour rejoindre celles de la rangée suivante et former des tronçons de vaisseaux longitudinaux.

Reproduction : larves rencontrées une seule fois en juillet.

Corellidae

Corella parallelogramma (Müller, 1776)

BERRILL : p. 149; I.F.M.R. : p. 8; P.M.F. : p. 375.

Récoltée 13 fois dans 7 stations différentes. Sur les parois verticales ou surplombantes (exceptionnellement sur les Algues). C'est la seule Ascidie fixée dans une posture dressée, les deux siphons dirigés vers le haut. Le siphon cloacal est toujours bien différencié, parfois très développé (2,5 cm de long chez un individu de 6 cm). La tunique parfaitement transparente laisse voir le pigment branchial tantôt rouge et blanc, tantôt jaune et blanc.

Asciidiidae

Asciidiella aspersa (Müller, 1776)

BERRILL : p. 154; I.F.M.R. : p. 9; P.M.F. : p. 376.

Rencontrée uniquement sur les épaves. Abondante sur le « Pietro ». Les échantillons sont de grande taille (jusqu'à 7 cm), agglomérés entre eux (jeunes et adultes et aux *Ascidia mentula*).

Asciidiella scabra (Müller, 1776)

BERRILL : p. 158; I.F.M.R. : p. 10; P.M.F. : p. 376.

Espèce très commune et assez abondante dans tout l'archipel. Echantillons petits (1 à 2 cm), fixés sur les parois ombragées (verticales, surplombs, fissures et microcavités). De jeunes individus et des adultes sont rencontrés sur les Algues.

Ascidia mentula (Müller, 1776)

BERRILL : p. 160; I.F.M.R. : p. 9; P.M.F. : p. 376.

Espèce commune et assez abondante dans tout l'archipel.

Vit sur la roche dans les parties ombragées (microcavités, fissures, parois verticales, surplombantes...). Les plus gros échantillons vivent à

proximité du sédiment (dessous de blocs), et sur l'épave du « Pietro ». Sur cette épave, ces Ascidies sont très abondantes sur les filins verticaux (agglomérées les unes aux autres dans une posture dressée). Sur les parois verticales on en compte une vingtaine au mètre carré.

Distribution bathymétrique vaste : dès les premiers mètres où elle remonte à la faveur des fissures, jusqu'à 40 m.

Se présente sous trois formes.

1. Une grande forme rouge, lisse pouvant atteindre jusqu'à 15 cm (8 cm en moyenne).

2. Une forme moyenne orangée, de 4 à 5 cm, présentant une dépression longitudinale sur la tunique ainsi que des tubercules autour de chaque siphon.

3. Une petite forme cristalline, de 2 cm environ, à tunique hérissée d'aspérités.

Ascidia conchylega Müller, 1776

BERRILL : p. 162; I.F.M.R. : p. 8; P.M.F. : p. 376.

Espèce commune dans tout l'archipel mais deux fois moins abondante qu'*Ascidia mentula*. Rencontrée dès les premiers mètres jusque vers 40 m, sur les parois ombragées au niveau des cavités et des fissures. Jamais trouvée sur les surfaces horizontales. Les plus beaux échantillons (5 cm) vivent sous les blocs.

Ascidia virginea Müller, 1776

BERRILL : p. 165; I.F.M.R. : p. 9; P.M.F. : p. 377.

Espèce rare. Récoltée 7 fois dans 5 stations différentes, entre 7 et 38 m. A l'abri de la lumière dans les fissures, les microcavités, les parois verticales ou surplombantes. Taille maximale de 5 cm. Il nous a été donné d'observer deux individus mûrs étroitement accolés tête bêche (larves fixées côte à côte). Se reconnaît facilement, en plongée, par la consistance lisse de la tunique et sa couleur claire (rose piquetée de blanc).

PLEUROGONA

STOLIDOBRANCHIA

Styelidae

Styela coriacea (Alder et Hancock, 1848)

BERRILL : p. 182; I.F.M.R. : p. 5.

Un seul échantillon récolté sur une valve de *Pecten* sur un fond vaseux de 30 m près de l'épave du « Pietro ».

Styela partita (Stimpson, 1852)

BERRILL : p. 184; I.F.M.R. : p. 5.

Récoltée 4 fois, à la face inférieure des pierres posées sur le sable, dans les dix premiers mètres (à St-Nicolas, Penfret, Karek Higuenu).

Deux échantillons présentaient l'anomalie suivante : deux gonades d'un seul côté, aucune de l'autre.

Polycarpa gracilis Heller, 1877

BERRILL : p. 191; I.F.M.R. : p. 6; P.M.F. : p. 378.

Récoltée 20 fois dans 9 stations différentes. Peut être abondante : à Penfret sur une paroi surplombante une quinzaine d'échantillons vivaient groupés sur quelques centimètres carrés.

Distribution bathymétrique vaste depuis la surface jusqu'à 35 m environ. La gamme de substrats est étendue : tous les types d'inclinaison de la roche, fissures, dessous de pierres, Algues diverses. En liaison avec ces diverses localisations, nous avons noté un grand polymorphisme. Sur les parois peu éclairées, la tunique est rouge foncé; sur les surfaces horizontales ensablées, la tunique est fortement incrustée de sable (molguliforme); enfin, sur l'Algue *Codium dichotomum* les individus ont un aspect inhabituel : tunique lisse et orange vif.

Reproduction : BERRILL 1950 note « Development is not known ». Nous avons trouvé en août, un échantillon incubant des larves urodèles dépourvues d'ocelle et munies d'un otolithe (plafond de grotte, à 3 m au Gluet).

Polycarpa rustica (Forbes et Hanley, 1853)

non *Ascidia rustica* Linné, 1767.

Part de *Polycarpa pomaria* BERRILL : p. 193; I.F.M.R. : p. 6; P.M.F. : p. 378.

Récoltée 9 fois dans 6 stations différentes depuis la surface jusqu'à 20 m (épave du « Pietro », St-Nicolas, la Lué, Men Goé, Laon Egenn Hir).

Habitat : face inférieure des pierres; plafonds de grotte près de la surface (forment avec *Distomus variolosus* des agrégats sur les Balanes); sur les animaux (*Eunicella verrucosa*, carapace de *Maïa*...).

Reproduction : contrairement à BERRILL, 1950, un certain nombre de nos échantillons fraîchement récoltés incubaient des larves.

Polycarpa violacea (Alder, 1863)

Part de *Polycarpa fibrosa* BERRILL : p. 196; I.F.M.R. : p. 6.

Récoltée 5 fois, sur les parois horizontales ensablées de 5 à 30 m.

Dendrodoa grossularia (Van Beneden, 1847)

BERRILL : p. 198; I.F.M.R. : p. 7; P.M.F. : p. 378.

Rare, localisée à Penfret (station abritée, à proximité d'un fond vaseux). A la face inférieure des pierres posées sur le sable vers 10 m (individus petits appartenant à la forme aplatie habituelle de ce biotope; ceux des parties éclairées ont une tunique rouge, ceux des parties obscures ont une tunique jaune).

Distomus variolosus Gaetner, 1774

BERRILL : p. 203; I.F.M.R. : p. 7; P.M.F. : p. 378.

Espèce commune dans les stations battues à faible profondeur (inférieure à 8 m). Abondante à Laon Egenn Hir. Echantillons rares et chétifs dans les stations abritées (Penfret, Le Run).

Se présente sous deux formes principales définies d'après la formation et l'évolution des gonades (NEWBERRY, 1965).

1. *Forme séparée ou type A.*

Individus allongés, de couleur orangée, isolés les uns des autres.

Habitat : parois ombragées (verticales, surplombantes) dans la zone des *Laminaria digitata*, en compagnie des *Crisidae* et du Spongiaire *Mycale similaris*.

Reproduction : larves en août et septembre.

Sous les pierres près du zéro et sur les Algues (*Codium*, *Cystoseira*, *Delesseria*) à quelques mètres de profondeur, vivent des individus isolés, très aplatis, d'allure chétive, que nous rattachons à la forme précédente.

2. *La forme agrégée ou type B.*

Individus soudés les uns aux autres pour former des grandes plaques rouges (30 cm d'envergure).

Habitat : parois horizontales, en sous-strate des *Laminaria digitata* (sur la roche, les crampons et les stipes).

Reproduction : larves en juin.

Stolonica socialis Hartmeyer, 1903

BERRILL : p. 209; I.F.M.R. : p. 6; P.M.F. : p. 379.

Espèce très commune dans les stations les moins battues (absente aux Bluiniers, trouvée une seule fois à Laon Egenn Hir). Sur les surfaces ensablées à proximité du sédiment (horizontales, fissures, planchers). Répartition bathymétrique vaste dès 2 m (en fissures) jusque vers 40 m. Individus groupés en tapis, reliés par des stolons de quelques mm (les spécimens conservés atteignent 2 cm). A Belle-Ile, sur une verticale à 10 m vivent agglomérées à la manière des *Dendrodoa* de plafonds de grotte (individus plus ou moins soudés).

Reproduction : 1/5 des récoltes, à peine, contenait quelques individus mûrs; une seule récolte effectuée en août contenait des larves.

Botryllus schlosseri (Pallas, 1766)

BERRILL : p. 216; I.F.M.R. : p. 7; P.M.F. : p. 379.

Espèce très commune et parfaitement ubiquiste. Dans toutes les stations de l'archipel, sur la roche (tous les types d'inclinaisons) et les Algues (rigides ou souples). Les Algues support sont très diverses; les plus fréquentes sont : *Fucus serratus*, *Delesseria sanguinea*, les Laminaires. Répartition bathymétrique vaste : dès les premiers mètres (face inférieure des pierres) jusqu'à 30 m (« Pietro »). Les 15 premiers mètres

sont les plus riches et surtout la zone à *Laminaria digitata* où vit une variété de couleur vert d'eau (avec parfois des points rouges à la base du siphon buccal). Les variétés de couleur sont innombrables (orange, rouge, grenat, jaune, blanc, bleu, noir, brun, rose pâle...).

Reproduction : gonades et larves de mai à novembre inclus, pour les spécimens fixés sur les Algues; d'août à octobre inclus, pour les spécimens fixés sur la roche.

Abondance : l'espèce a fait l'objet de quelques estimations quantitatives pour donner une idée de son abondance. Nous avons compté 20 colonies au mètre carré sur la roche en sous-strate des *Laminaria digitata* (Le Gluet, 3 m). Sur les *Delesseria* récoltés en septembre (6 m) dans deux stations diamétralement opposées (Le Gluet, Laon Egenn Hir), le recouvrement par les Botrylles est maximal (95 %). Diverses variétés de couleur se juxtaposent sur la même fronde (aspect de mosaïque). Mais ces cas de concentration sont exceptionnels et localisés sur quelques mètres carrés dans une station (plus loin, les pieds de *Delesseria* présentent d'autres épibioses). Les quantités moyennes observées en août, septembre et octobre varient d'une colonie pour deux frondes à une colonie pour 15 frondes.

Botrylloides leachi (Savigny, 1816)

BERRILL : p. 224; I.F.M.R. : p. 8; P.M.F. : p. 379.

Espèce peu fréquente, en épibiose sur diverses Algues (rarement fixée sur la roche). Deux principales variétés de couleur : une rose pâle vivant à la face inférieure des pierres posées sur le sable (St-Nicolas); une rouge orangé fixée sur les Algues.

Aux Glénan vit cantonnée dans les 6 premiers mètres (exige un certain éclaircissement, dépérit en chambre noire selon PIZON, 1899).

Reproduction : 50 % des récoltes contenaient des zoïdes mûrs et des larves (mai, septembre, octobre).

Abondance : 8 fois moins abondante que *Botryllus schlosseri*.

Pyuridae

Microcosmus claudicans (Savigny, 1816)

BERRILL : p. 235; I.F.M.R. : p. 5; P.M.F. : p. 379.

Deux échantillons : l'un récolté à Pen A Men (paroi surplombante à 12 m); l'autre à Leoneguettaer (paroi verticale à 36 m).

Pyura microcosmus (Savigny, 1816)

BERRILL : p. 237; I.F.M.R. : p. 4 sous le nom de *Pyura savignyi*; P.M.F. : p. 379.

Récoltée 10 fois, un peu partout dans l'archipel entre 8 m et 35 m sur les parois ombragées (verticales, surplombantes), dans les fissures, les cavités, sous les pierres.

Pyura squamulosa (Alder, 1863)

BERRILL : p. 240; I.F.M.R. : p. 4; P.M.F. : p. 379.

Récoltée 7 fois. Sur la roche dans les parties ombragées : parois verticales, surplombantes, fissures, dessous de pierres (Penfret, Gluet, Men Ar C'hy, St-Nicolas). Sur l'épave du « Pietro » les échantillons vivent fixés soit directement sur la tôle (fissure des hublots) soit en épibiose sur la tunique des *Ascidia mentula*.

Pyura tessellata (Forbes, 1848)

BERRILL : p. 242; I.F.M.R. : p. 5; P.M.F. : p. 380.

Un exemplaire en épibiose sur le Bryozoaire *Porella compressa* (paroi horizontale à 55 m à la Jument). Deux exemplaires sous les pierres posées sur le sable à St-Nicolas (2 m).

Molgulidae

Molgula manhattensis (de Kay, 1843)

BERRILL : p. 248; I.F.M.R. : p. 3; P.M.F. : p. 380.

Un échantillon sur l'épave du « Pietro ».

Molgula bleizi (Lacaze-Duthiers, 1877)

BERRILL : p. 248; I.F.M.R. : p. 2.

Récoltée 11 fois, un peu partout dans l'archipel, sur la roche (toutes les inclinaisons) ou sur les Algues dès les premiers mètres jusqu'à 30 m.

Absente à St-Nicolas, sous les pierres posées sur le sable.

Reproduction : larves en septembre.

Molgula complanata Alder et Hancock, 1870

BERRILL : p. 262; I.F.M.R. : p. 3; P.M.F. : p. 380.

Plus abondante que la précédente (trentaine de récoltes). Vit sur la roche (toutes les inclinaisons) ou sur les Algues dès les premiers mètres jusqu'à 30 m. Fréquente à St-Nicolas, sous les pierres posées sur le sable.

Reproduction : larves en mai, août, septembre, octobre, novembre.

RÉSUMÉ

La prospection en plongée de l'archipel de Glénan, dans la zone infra-littorale rocheuse (60 premiers mètres), a été poursuivie durant deux années consécutives (1964-1965). L'auteur donne la liste des 36 espèces d'Ascidies récoltées ainsi que leurs principales

caractéristiques écologiques. La plupart de ces espèces figurent dans les inventaires faunistiques de la Manche (Roscoff, Plymouth). La famille des *Didemnidae* représentée par 14 espèces a été traitée en détail dans une publication antérieure.

SUMMARY

The study of the Glenan archipelago, employing SCUBA in the rocky infra-littoral region (first 60 meters) has been carried on for two years in succession (1964-1965). A list of 50 species of Ascidians is given as well as their main ecological characteristics. Most of these species are listed in the faunal inventories of the Channel (Roscoff, Plymouth). The family of the *Didemnidae* represented by 14 species has been studied in detail in a earlier publication.

ZUSAMMENFASSUNG

In zwei aufeinanderfolgenden Jahren (1964-1965) wurde die infralittorale Felszone (0-60 m) der Glénan-Inseln im Gerätetauchen untersucht. Der Autor gibt die 50 dabei gesammelten Ascidiensarten und ihre oekologischen Hauptmerkmale an. Die Mehrzahl dieser Arten ist in den Faunenlisten des Ärmelkanals (Roscoff, Plymouth) aufgeführt. Die durch 14 Arten vertretene Familie der *Didemnidae* ist in einer früheren Arbeit eingehend behandelt worden.

BIBLIOGRAPHIE

- BERRILL, N.J., 1950. The Tunicata with an account of the British species. *Ray Society, London* : 1-354.
- DESCATOIRE, A., A. FEY, F. LAFARGUE, 1969. Les peuplements sessiles de l'archipel de Glénan. Introduction. *Vie Milieu*, 20 (1 B) : 171-176.
- HARANT, H., 1927. Remarques ascidiologiques : *Macroclinum beauchampi* n. sp. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 501 : 1-6.
- LAFARGUE, F., 1968. Les Peuplements sessiles de l'archipel de Glénan. II. Les *Didemnidae*. Systématique. Ecologie. *Vie Milieu*, 19 (2 A) : 353-446.
- LEVI, C., 1955. Inventaire de la faune marine de Roscoff. Némertes. Tuniciers. *Trav. Stn Biol. Roscoff, N. Ser.*, 6, (Suppl. 7) : 1-17.
- MILLAR, R.H., 1958. The breeding season of some littoral Ascidians in Scottish waters. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 37 : 649-652.

- MILLAR, R.H., 1970. In : British Ascidiens. Linnean Society of London. Academic Press.
- NEWBERRY, A.T., 1965. Formation et évolution des gonades chez *Distomus variolosus*. *C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 260 (25) : 6685-6688.
- PIZON, A., 1899. Etudes biologiques sur les Tuniciers coloniaux fixés. *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest Fr.*, 8, (1) : 1-55.
- Plymouth Marine Fauna, 1957. *Mar. biol. Ass. U.K.*, 3^e Ed. : 371-381.

Reçu le 16 février 1969.

The study of the Glennan archipelago, comprising SEURBA in the rocky inter-tidal region (first 60 meters) has been carried on for two years in succession (1964-1965). A list of 50 species of Ascidiens is given as well as their main ecological characteristics. Most of these species are listed in the faunal inventories of the Channel (Roscoff, Plymouth). The family of the Didemnidae represented by 14 species has been studied in detail in a earlier publication.

ZUSAMMENFASSUNG

In zwei aufeinanderfolgenden Jahren (1964-1965) wurde die intertidale Felszone (0-60 m) der Glennan-Inseln im Gascognischen Archipel untersucht. Der Autor gibt die 50 dabei gesammelten Ascidiensarten und ihre ökologischen Hauptmerkmale an. Die Mehrzahl dieser Arten ist in den Faunaverzeichnissen des Ärmelkanals (Roscoff, Plymouth) aufgeführt. Die durch 14 Arten vertretene Familie der Didemnidae ist in einer früheren Arbeit eingehend behandelt worden.

BIBLIOGRAPHIE

- BARNALL, N.L., 1958. The Tuniciens with an account of the British species. Ray Society, London : 1-324.
- LESCOT, A., A. PARÉ, F. LAFAYETTE, 1969. Les peuplements sessiles du Farchipel de Glennan. Introduction. *Vie Milieu*, 20 (1 B) : 171-178.
- HANSEN, H., 1927. Remarques ascidiologiques : Macrochloium baccatum n. sp. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 561 : 1-6.
- LAFAYETTE, F., 1968. Les Peuplements sessiles du Farchipel de Glennan. II. Les Didemnidae. *Systématique Ecologie. Vie Milieu*, 19 (2A) : 333-416.
- LEVI, C., 1955. Inventaire de la faune marine de Roscoff. Némertes. *Tuniciens. Trav. Sta. Biol. Roscoff, N. Sér.*, 6 (Suppl. 7) : 1-17.
- MILLAR, R.H., 1958. The breeding season of some littoral Ascidiens in Scottish waters. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 37 : 619-632.

TABLE DES MATIÈRES

XXI — Série B

Jean BOUCHER et Francis DE BOVÉE. <i>Mimocalanus distinctocephalus</i> Brodskii, 1950 (Copepoda Calanoida), genre nouveau pour la Méditerranée, nouvelle description	527
Charles-François BOUDOURESQUE. Recherches sur les concepts de biocoenose et de continuum au niveau des peuplements benthiques sciaphiles	103
Francis DE BOVÉE, cf. Jean BOUCHER	527
Guy CAHET. Aspects chémotrophiques en sédiments lagunaires. Cas du soufre	1
Pierre CHARDY. Ecologie des Crustacés Péracarides des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. Amphipodes, Isopodes, Tanaïdacés, Cumacés, infra- et cirralittoraux	657
Ch. DUBOUL-RAZAVET, H. GOT et A. MONACO. Carte sédimentologique sous-marine de Perpignan au 1/100 000	517
Michel FEY et Catherine ROUAULT. Conditions hydrologiques dans le sud du golfe du Lion de novembre 1968 à juillet 1969	287
H. GOT, cf. Ch. DUBOUL-RAZAVET	517
Alain GUILLE et Jacques SOYER. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. I. - Physiographie	137
Alain GUILLE. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. II. - Les communautés de la macrofaune	149
Guy JACQUES. Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). IV. - Biomasse et production	37
Guy JACQUES. Sur les concepts de production et de productivité	513
Françoise LAFARGUE. Peuplements sessiles de l'archipel de Glénan. I. - Inventaire. Ascidiés	729

Pierre LE GALL. Etude des Moulières normandes. Renouvellement, croissance	545
Aline MÉDIONI. Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-Mer: Ascidies-Bryozoaires ..	591
A. MONACO, cf. Ch. DUBOUL-RAZAVET	517
Maurice RECQ. L'utilisation du canon à air de forte puissance en réfraction et en réflexion profonde	281
Catherine ROUAULT, cf. Michel FEY	287
Jacques SOYER, cf. Alain GUILLE	137
Jacques SOYER. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. III. Les peuplements de Copépodes Harpacticoïdes (Crustacea)	337
Catherine THIRIOT-QUIÉVREUX. Cycles annuels des populations planctoniques de Mollusques en 1968 dans la région de Banyuls-sur-Mer. Comparaison avec les années précédentes 1965-1967	311
Pierre VITIELLO. Sur quelques espèces de <i>Diplopeltula</i> (Nematoda Araeolaimida)	535

Carte Sédimentologique

sous marine

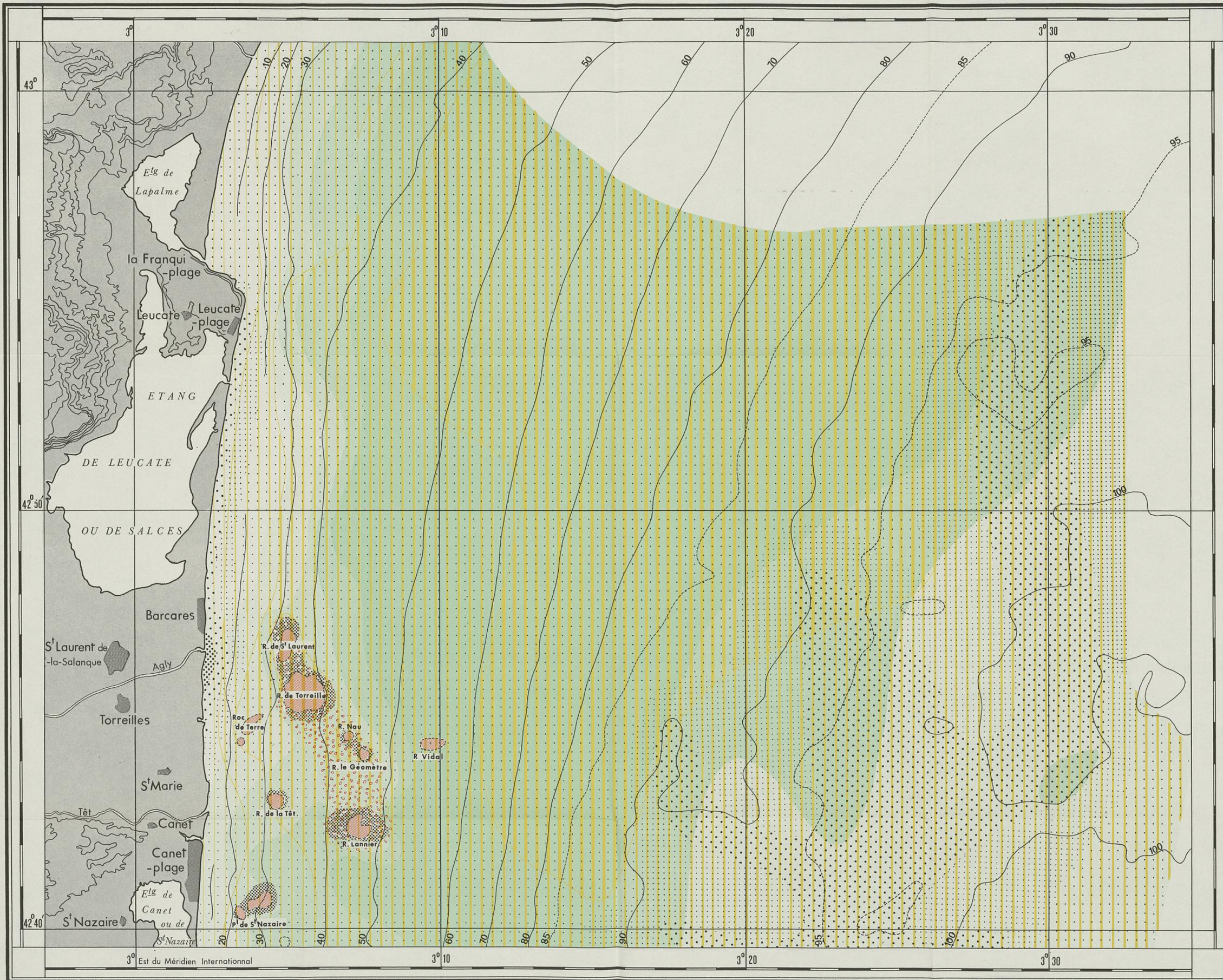
au : 1/100.000

PERPIGNAN

par
C. DUBOUL - RAZAVET, H. GOT, A. MONACO

Centre de Recherches de Sédimentologie Marine
de Perpignan

Réalisée avec le concours du C.N.E.X.O. et
la collaboration de MM. J.C. Aloisi (C.R.S.M.P.)
et M. Mizoule (Labo. Arago, Banyuls s/m)
Dessinée par J. Rouget et H. Ph. Danoy
(Dessinateurs C.N.R.S.)
1 9 7 0



L'éguidistance des isohypses est de 20 mètres

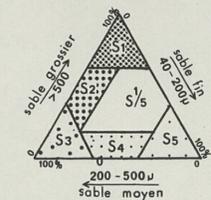
L'éguidistance des isobathes est de 10 mètres

I GRANULOMETRIE

1) Cailloutis: particules supérieures à 20mm



2) Sables: fractions comprises entre 0,040 et 20 mm



b) Catégories sédimentaires

- S1 graviers
- S2 sables graveleux
- S3 sables moyens
- S4 sables fins
- S5 sablons
- S1/2 sables hétérométriques

3) Pelites: particules inférieures à 0,040mm

- 25-50%
- plus de 75%
- 5 à 25%
- 50 à 75%

II TENEUR EN CALCAIRE

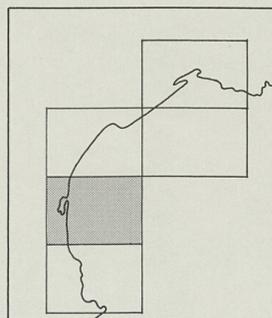
en % de la fraction sableuse

- plus de 75 %
- de 50 à 75 %
- de 25 à 50 %
- de 5 à 25 %

III FACIES PARTICULIERS

- rochers littoraux

CARTE DE LOCALISATION



TRAVAUX ET DOCUMENTS CONSULTÉS

1. Cartes utilisées

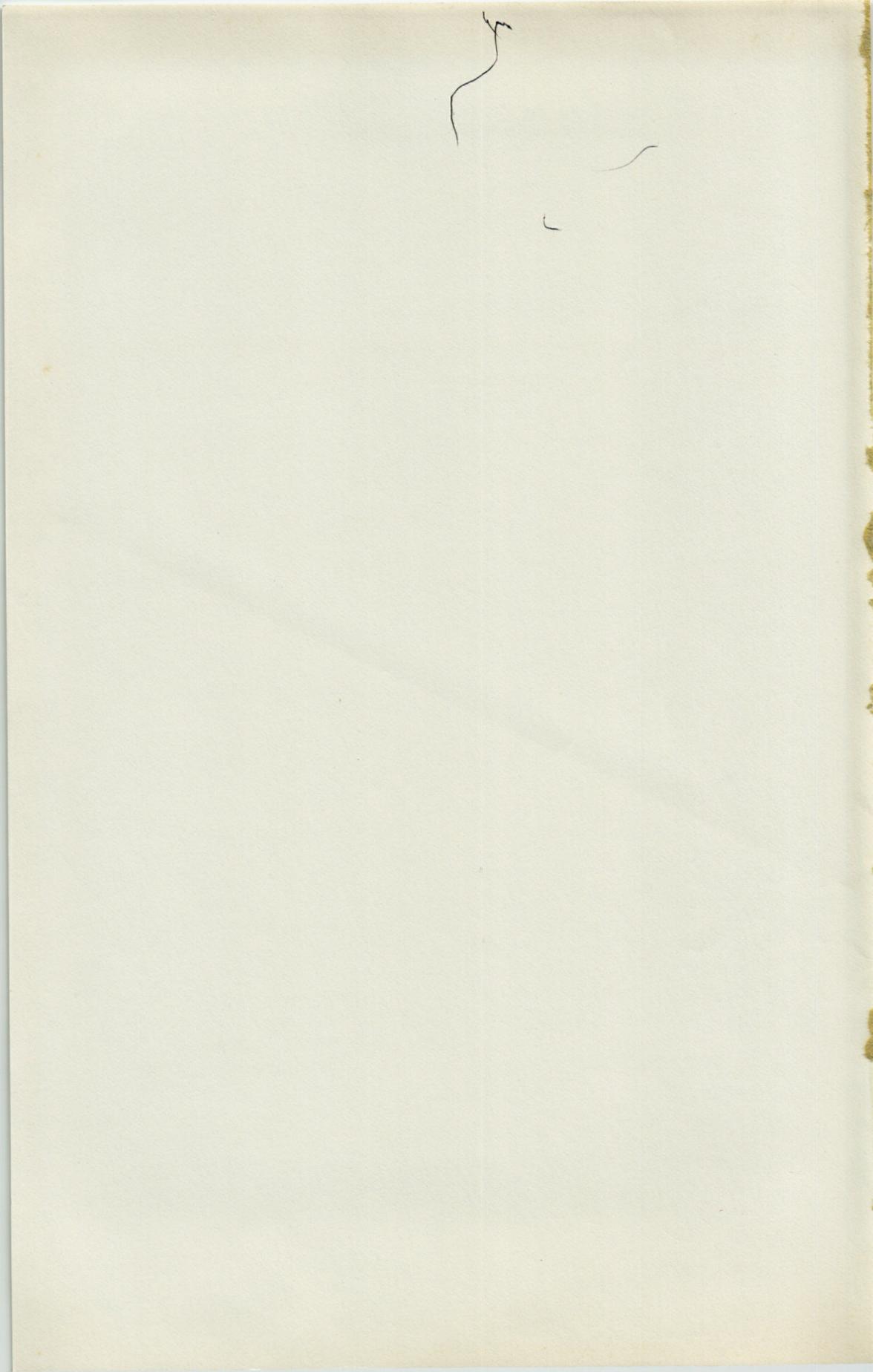
- Carte de France, feuille L24, Perpignan
- Carte de Navigation du Service Hydrographique de la Marine feuilles 2358 et 1166

2. Travaux consultés

- Relevé bathymétrique de la Compagnie Française des Pétroles
- travaux de J. Bourcart

Les travaux à la mer ont été exécutés de 1965 à bord du ^eProfesseur Lacaze Du-thiers^e (Laboratoire Arago); de la ^eCatherine - Laurence^e CNRS (Villefranche-sur-Mer) pour les dragages et carottages.

0 10 km
Echelle 1/100000





VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

VOLUME XXI

YEAR 1970

PART 3-B

CONTENTS

Ch. DUBOUL-RAZAVET, H. GOT and A. MONACO. Sedimentological sub-marine map of Perpignan (1/100 000)	517
Jean BOUCHER and Francis de BOVÉE. <i>Mimocalanus distinctocephalus</i> Brodskii 1950 (Copepoda Calanoida) a new genus for the Mediterranean, with a new description	527
Pierre VITIELLO. On some species of <i>Diplopeltula</i> (Nematoda, Araeolaimida).	535
Pierre LE GALL. A study of the mussel-beds of Normandy. Turnover, growth.	545
Aline MEDIONI. Sessile populations of the rocky bottoms of the Banyuls-sur-Mer area: Ascidiens - Bryozoans	591
Pierre CHARDY. Ecology of peracarids Crustaceans of the rocky bottoms of Banyuls-sur-Mer, infra- and circalittoral amphipoda, isopoda, tanaidacea, cumacea	657
Françoise LAFARGUE. Sessile populations of the Glenan archipelago. I. — Inventory. Ascidiens	729

MASSON & Co
120, Bd St-Germain, Paris-VI

Published Bi-monthly