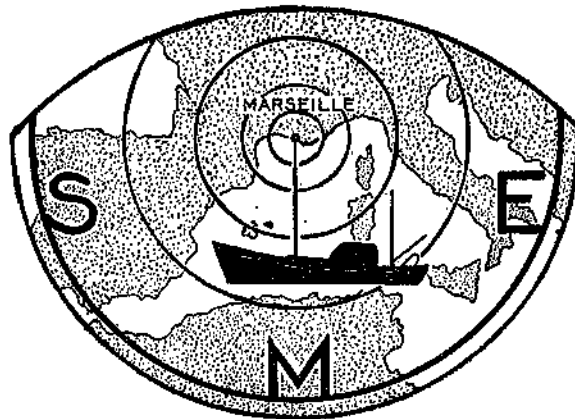


FACULTÉ DES SCIENCES
DE MARSEILLE



RECUEIL DES TRAVAUX
DE LA
STATION MARINE D'ENDOUME



Fascicule: 64 — Bulletin n° 48 — Année: 1969

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FORAMINIFÈRES DE MÉDITERRANÉE

- Relations entre la microfaune et le sédiment
- Biocœnoses actuelles, thanatocœnoses pliocènes
et quaternaires

L. BLANC-VERNET

Station Marine d'Endoume – 13 - Marseille 7^e

RÉSUMÉ

Ce travail concerne essentiellement les régions suivantes : Provence-Corse, golfe de Gênes, mer Egée, Sud du Péloponèse, parages de la Crète, Dodécannèse.

I - En ce qui concerne les Foraminifères benthiques actuels, les diverses populations -ou associations- sont décrites et le rôle des principaux facteurs écologiques est envisagé.

- La microfaune infralittorale est formée d'un double stock d'espèces : espèces du sédiment (*Bulminidae*, dans les vases et les sables vaseux ; formes arénacées - *Eggerella*, *Trochammina*, certaines *Quinqueloculina* ; *Rotaliidae* ; etc...) et espèces épiphytes (nombreuses Miliolles, *Cibicides*, *Planorbulina*, *Rosalina*, etc...). Ces formes peuvent aussi se rencontrer dans le sédiment, cependant leurs fréquences relatives dépendent étroitement de la nature du peuplement végétal (*Posidonies*, *Cymodocées*, *Halophila*, algues diverses).

Les variations climatiques ou saisonnières sont importantes dans cette zone : forts pourcentages des *Peneroplidae* à l'automne dans les herbiers à *Cymodocées*, présence des *Sorites* et des *Amphistegina* dans les portions les plus chaudes de Méditerranée orientale.

- Les espèces caractéristiques de l'étage circalittoral sont essentiellement : *Eponides repanda*, *Valvulineria bradyana*, *Quinqueloculina pentagona*, ainsi que la plupart des Textulaires. Ces formes sont répandues dans tous les milieux de 50 à 180 m.

Les microfaunes les plus riches se rencontrent dans les fonds de vases ("vases terrigènes") où vit une association à *Nonionella turgida* et *Reophax scotti*.

- Le domaine bathyal. On ne doit pas confondre les espèces vasicoles, assez ubiquistes (*Bulminidae*, *Cassidulinidae*, *Nonion parkeri*, *Hyalinea balthica*, etc...) et les espèces réellement profondes (nombreux *Pyræo*, *Uvigerina mediterranea*, *Epistomina elegans*, *Lingulina seminuda*, etc...).

Dans les fonds vaseux, la microfaune montre une nette zonation en fonction de la profondeur. En partant du rivage, on peut distinguer 5 zones : 0 à 40-50 m, 50 à 150, 150 à 200 (zone de transition), 200 à 1000 m, au-delà de 1000 m.

En outre quelques critères bathymétriques sont définis : variation du rapport % *Bolivina* / % *Bulimina* et du rapport % *Textularia* / % *Bigenerina*.

Au-delà de 1000 m, les espèces benthiques forment 1 à 5 % de l'assemblage total. Leur fréquence reste constante quelle que soit la profondeur. La distinction entre un domaine bathyal et un domaine abyssal ne paraît pas justifiée.

L'étude simultanée des critères sédimentologiques et microfaunistiques permet de séparer les zones de vie des Foraminifères et les fonds où s'accumulent les tests vides (passes, fonds détritiques). La granulométrie décèle les phénomènes de tri et de transfert. Le matériel déplacé actuel a presque toujours pour origine la matre d'herbier. Il s'y ajoute un stock fossile quaternaire.

II - L'étude des formes pélagiques rencontrées dans les dragages permet, dans une certaine mesure, d'apprécier la profondeur à laquelle vivent les principales espèces, compte tenu des variations liées à la courantologie, à la configuration de la côte et du plateau continental.

La composition de la microfaune pélagique actuelle reflète le climat moyen de la région considérée : microfaune "tempérées-fraîches" de la région Provence-Corse (forts pourcentages de *Globigerina pachyderma* -forme dextre surtout-); microfaune de type plus chaud à *Globorotalia inflata* dominant (carotte K₂, mer tyrrhénienne); enfin, assemblage à *Globigerinoides ruber* - *G. conglobatus*, *G. sacculifer*, *Orbulina universa* ... au sud du Péloponèse où la température de l'eau atteint des valeurs élevées.

Ces données sont appliquées à l'étude des carottages. On étudie également les variations de *Globorotalia truncatulinoides*, et le sens d'enroulement de l'espèce *Globigertina pachyderma*.

Les successions climatiques ont été suivies pendant une période estimée à 30 000 ans BP. On constate une bonne correspondance entre ces variations et celles établies en milieu continental, dans la même région : les diverses oscillations froides reconnues en milieu marin ont été attribuées au Würm III (deux oscillations) et au Würm IV (Dryas I, II, III). L'interstade Würm III/IV (interstade de Lascaux-Laugerie) est net, ainsi que le réchauffement de l'Allerød. Un dernier "optimum climatique" récent apparaît sur toutes les carottes (Provence et Corse) ; il pourrait correspondre aux périodes relativement chaudes et humides du Néolithique supérieur et de l'âge de Bronze.

Ces interprétations amènent à avancer des taux de sédimentation allant de 4-7 cm/1 000 ans (S du Cap Sicié) à 18-20 cm/1 000 ans au large d'Antibes. On observe, en outre, un taux de sédimentation légèrement plus élevé dans la partie profonde des carottes (glaciaire) que dans la partie supérieure (post-glaciaire).

III - 1/ L'étude de sédiments pliocènes et quaternaires montre le caractère très général des critères établis dans le milieu actuel :

- zonation bathymétrique appliquée à l'étude des marnes pliocènes.

- interprétation paléocéologique d'un certain nombre d'assemblages pliocènes et quaternaires : reconstitution des biotopes bordant les "rias" pliocènes, faciès à Amphistégines, formations oolitiques du Quaternaire ancien, etc...

2/ Découverte d'affleurements pliocènes immergés au large de Cassis.

3/ Description d'une thanatocoenose à *Paromalina coronata* et *Uvigerina peregrina* dans les sédiments quaternaires régressifs.

Cette thanatocoenose se rencontre régulièrement dans les sédiments würmiens : elle a été trouvée en dragages et en carottages, en Méditerranée occidentale comme en Méditerranée orientale.

SUMMARY

The sediments studied in this work were collected in the following areas : Provence-Corsica, gulf of Genoa, Aegean sea, South of Peloponnesus, Crete, Dodecanese.

I/ The different populations -or associations- of modern benthonic Foraminifera are described and the effects of some ecological factors are discussed.

1/ The infralittoral species can be divided into two groups :

- bottom species, *Buliminidae* (specially on mud or sand-mud), Arenaceous forms (*Eggerella*, *Trochammina*, some *Quinqueloculina*), *Rotalidae*, etc...
- epiphytic species : *Cibicides*, *Planorbulina*, *Rosalina*, numerous porcellaneous *Miliolidae* ... This forms can also be encountered on the sediment, but their relative frequencies show fluctuations according to the bottom vegetation (*Posidonia*, *Cymodocea*, *Halophila*, *Algae*...)

The climatic or seasonal changes are important : increased percentages of *Peneroplidae* on the *Cymodocea* during autumn, occurrence of *Sorites* and *Amphistegina* in the warmer parts of the eastern Mediterranean.

2/ The characteristic species of the circalittoral zone are : *Valvulineria bradyana*, *Quinqueloculina pentagona*, *Eponides repanda* and several species belonging to the genus *Textularia*. They are widely distributed throughout this zone between 50 m and 150-180 m.

The highest concentration of living Foraminifera occurs on muddy bottoms ("terrigenous mud") where lives a *Nontonella turbida* and *Reophax scottii* association.

3/ The bathyal zone : We must distinguish species related to mud, somewhat ubiquitous (*Buliminidae*, *Cassidulinidae*, *Nonton parkeri*, *Hyalinea balthica*...) and species really depending upon depth (*Pyrgo*, *Uvigerina mediterranea*, *Epistomina elegans*, *Lingulina semiauda*...).

On muddy bottoms the bathymetric zonation is clearly marked, with five zones from the coast to the open sea : 0-50 m, 50-150 m, 150-200 m (transitional zone), 200-1000 m, below 1000 m. In addition, some bathymetric criteria are defined : variation of the % *Bolivina* / % *Bulimina* ratio and of the % *Textularia* / % *Bigenerina*

At depths greater than 1000 m, the benthonic species form only 1-5 % of the total assemblage and the species frequencies do not show any systematic variation. Then, there is no reason to discriminate a bathyal and an abyssal population.

4/ Both microfaunistic and sedimentologic criteria enable us to distinguish living populations from mechanical accumulations of empty tests (channel bottoms, detrital sediments on the continental shelf).

Granulometric studies reveal the importance of sorting and transport. The sediment of *Posidonia* beds supplies all but the displaced material occurring in the other environments. However, the contribution of quaternary deposits can be ascertained.

II/ The order of appearance of actual planctonic Foraminifera in sediments collected at different depths provided us the upper limits of the depth range of the species. We must still take in account the effects of currents and of the coast and shelf topography.

The specific composition of the assemblages is also closely related to the climate :

- a "cold-temperate" assemblage with high percentages of *Globigerina pachyderma* (chiefly dextral) is found in the Provence-Corsica area.
- abundance of *Globorotalia inflata* characterises warmer conditions (core K₂, Tyrrhenian Sea).
- Another assemblage, with *Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber*, *G. conglobatus*, *Globigerinella aequilateralis* ..., occurs in the eastern Mediterranean (S. Peloponnese, Crete, Dodecanese) and seems to be characteristic of the warmest climate.

In interpreting the ecologic significance of Foraminifera, along the cores we took in consideration : - the relative importance of "cold" and "warm" assemblages, - the occurrence and abundance of *Globorotalia truncatulinoides*, - the coiling direction of *Globigerina pachyderma*.

The climatic changes observed in the cores during the past 35000 years are in agreement with the sequence established by some authors in continental environments, in the same area.

The successive cold stages recognised in three long cores are assigned to Wurm III (two oscillations) and to Wurm IV (Dryas I, II, III). The warmer periods - Wurm III/IV (Lascaux-Laugerie) and Allerod - are quite distinct. A recent "climatic optimum" occurs in all the cores, we can refer it to the Neolithic and the Bronze Age.

This interpretation implicates rates of sedimentation ranging from 4-7 cm/1000 years (S Cap Sicié) to 18-20 cm/1000 years (off Antibes). The rate of deposition is also somewhat higher in the lower part of the cores (glacial stages) than in the uppermost levels (post-glacial).

III/

1/ The data established in modern environments can be applied to the interpretation of fossil assemblages :

- bathymetric zonation in pliocene (plaisancian) clays

- paleoecological interpretation of some pliocene and quaternary formations (coastal sediments along the pliocene gulfs, *Amphistegina* limestones, pleistocene oolitic formations.

2/ Discovery of submerged pliocene outcrops off Cassis.

3/ Occurrence of a characteristic fossil assemblage ("thanatocoenosis") with *Paromalina coronata* and *Uvigerina peregrina* in regressive quaternary sediments. This assemblage occurs in most of the wurmian sediments (cored or dredged), both in the eastern and the western Mediterranean.

INTRODUCTION

Dans les sédiments marins actuels, comme dans les terrains anciens, les tests de Foraminifères constituent, en général, une importante fraction du matériel d'origine organique. De ce fait, la composition de la microfaune et ses relations avec les données sédimentologiques sont des critères très fréquemment utilisés pour tenter de reconstituer les conditions paléocéologiques qui régnaient lors du dépôt du matériel.

Les interprétations se faisant essentiellement d'après notre connaissance des phénomènes actuels, toute tentative de reconstitution des biotopes anciens ne peut-être entreprise qu'après une étude analytique poussée des types de microfaune et des sédiments récents qui paraissent les plus comparables au matériel fossile qu'il s'agit de caractériser. De même, l'interprétation des microfaunes pélagiques rencontrées au long des carottages doit être envisagée par rapport aux assemblages actuels que l'on observe à la surface du sédiment et qui sont le reflet du climat présent dans la région considérée.

Ce mémoire comporte donc trois parties :

- La première traite de la description de la microfaune benthique trouvée dans les principaux types de fonds : les populations et, le cas échéant, les biocoenoses sont définies par leurs caractéristiques faunistiques et par les facteurs écologiques et biologiques dont elles dépendent.

Par ailleurs, les indications fournies par les Foraminifères remaniés, jointes aux données de la granulométrie, permettent de préciser l'origine des sédiments d'accumulation. Quelques types de thanatocoenoses sont décrits.

Ce travail analytique occupe une place importante dans ce mémoire car j'ai jugé utile d'exposer en détail des résultats dont certains paraissent applicables, non seulement à des niveaux tertiaires ou quaternaires, mais même à des séries plus anciennes. Cette première partie constitue en quelque sorte un étalonnage qui permettra, par comparaison, de préciser la signification des assemblages observés dans les niveaux fossiles.

- La deuxième partie concerne l'étude des carottes : succession des microfaunes (benthiques et, surtout, pélagiques) durant le Quaternaire récent, variations climatiques, parallélisme éventuel avec la chronologie des niveaux continentaux.

- La troisième partie est consacrée à l'interprétation paléocéanographique de sédiments plio-quaternaires. Ce matériel se prête particulièrement bien à une telle étude. En effet, la microfaune méditerranéenne actuelle comporte un stock important d'espèces qui existent depuis le Tertiaire. De plus, la presque totalité des espèces présentes au Quaternaire se retrouve dans les sédiments actuels, à l'exception de quelques formes qui, disparues entre temps, peuvent justement servir de repères stratigraphiques.

On peut ainsi tenter de reconstituer les biotopes correspondant aux différents affleurements émergés ou immergés.

Je n'ai pas la prétention d'avoir épuisé un sujet aussi vaste. J'espère seulement avoir apporté quelques éléments nouveaux à nos connaissances sur les Foraminifères méditerranéens et montré l'intérêt d'une méthode d'étude qui pourra ultérieurement être appliquée à d'autres régions et à d'autres terrains.

Pendant la réalisation de ce travail, j'ai contracté de nombreuses dettes de reconnaissance :

Tout d'abord envers Monsieur le Professeur PERES qui a bien voulu m'accueillir dans son équipe et me confier la réalisation de ce sujet. Je n'oublierai pas ce que je dois à son enseignement. Depuis mon entrée à la Station Marine d'Endoume, son appui et ses encouragements ne m'ont jamais fait défaut. Je lui exprime ma plus sincère gratitude.

Monsieur le Professeur RIVIERE a bien voulu se charger de diriger la partie sédimentologique de ce travail. J'ai toujours trouvé auprès de lui un accueil bienveillant et j'ai pu apprécier l'étendue de son savoir. Qu'il veuille bien recevoir l'expression de mon profond respect et de mon dévouement.

Monsieur SIGAL a accepté de juger ce manuscrit après m'avoir fait bénéficier, à plusieurs reprises, de son expérience. La confiance qu'il m'a toujours témoignée est pour moi un honneur dont je le remercie sincèrement.

Monsieur le Professeur GOUVERNET m'enseigne la Géologie au S. P. C. N. Je tiens à l'assurer de ma reconnaissance pour sa compréhension et pour les conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Parmi ceux qui m'ont permis de mener à bien cette thèse, je dois mentionner particulièrement mon mari. Dans le cadre du Laboratoire de Géologie Marine j'ai bénéficié de son aide et de ses conseils.

Je n'oublierai pas non plus l'aide inestimable que j'ai reçue de Monsieur J. PICARD, Maître de recherches au C. N. R. S. Ses grandes connaissances et ses vues originales sur les problèmes les plus divers m'ont été d'un précieux secours. En outre, je le remercie de m'avoir octroyé de très nombreuses possibilités d'échantillonnage et de prélèvement.

À la Faculté des Sciences de St. Charles, j'ai toujours reçu le meilleur accueil de la part de Monsieur le Doyen CORROY et de Madame TAXY.

MM. E. BONIFAY et H. de LUMLEY m'ont fourni maints sédiments ; mais, de plus, je leur dois une meilleure compréhension du Quaternaire marin de Méditerranée acquise au cours de nombreuses conversations.

Je suis heureuse d'exprimer ici ma reconnaissance à MM. H. CHAMLEY et C. FROGET, à Mme Catherine FROGET, à M. P. MARS, ainsi qu'à tous ceux qui m'ont procuré du matériel : M. DELAUZE, M. IAVORSKY, M. M. GREFFARD et PELLUCHON, M. M. HARMELIN, LABOREL, SARTENAER, VACELET, ZIBROVIUS.

Enfin, je ne voudrais pas oublier M. J.-P. DURAND, Mme WEYDERT, M. MARTIN, M. KLIMECK, Mme RUGGERO, ainsi que le personnel et les marins de la Station Marine d'Endoume.

LE CADRE GEOLOGIQUE ET BIOLOGIQUE

Etant donné la diversité des localités et des points de vue que j'ai été amenée à envisager et à confronter, il serait très difficile de donner, dans ces généralités, un aperçu de l'état de nos connaissances et un historique des recherches couvrant ces différents domaines. Il faudrait en réalité distinguer plusieurs catégories de travaux : écologie des foraminifères, monographies régionales sédimentologie, études des carottes, etc... sans compter les publications traitant du Pliocène ou du Quaternaire ...

Pour éviter une énumération longue et disparate, je pense préférable de citer les divers ouvrages spécialisés à propos de chaque chapitre.

Je mentionnerai toutefois, qu'en ce qui concerne le cadre océanographique et bionomique de cette étude je me suis référée principalement aux ouvrages suivants :

"Océanographie biologique et biologie marine" (PERES 1961) et *"Nouveau manuel de bionomie benthique"* (PERES et PICARD 1964) ainsi qu'aux divers travaux de ces auteurs sur les biocoenoses de Méditerranée occidentale et orientale.

Les indications générales concernant la géologie sous-marine et la sédimentologie sont extraites des différentes publications de J. BOURCART et J. BLANC.

CLASSIFICATION ADOPTEE

La classification adoptée est dans ses grandes lignes celle exposée par J. SIGAL dans le "traité de paléontologie" publiée en 1952 sous la direction de J. PIVETEAU.

Pendant la réalisation de ce mémoire ont paru diverses publications tendant à modifier la systématique des Foraminifères et accordant en particulier une place prépondérante à la nature chimique et à la structure cristalline du test. Ces conceptions, qui présentent incontestablement une grande importance pour le systématicien, n'interviennent pas de façon notable dans une étude de répartition ou d'écologie ; aussi je n'ai pas jugé utile de modifier de fond en comble un texte en

grande partie rédigé. Toutefois, dans l'index des espèces rencontrées, on trouvera, sous forme de remarques entre parenthèses, un certain nombre de références au récent traité de LOEBLICH et TAPPAN (1964).

Par ailleurs, je me suis gardée, de toute controverse purement taxinomique qui serait sortie du cadre de mes recherches. Mon but a été de déterminer aussi exactement que possible les différentes formes, et surtout celles que j'ai jugées caractéristiques au point de vue écologique, qu'elle que soit leur place dans la classification. C'est pour cette raison que je donne, en annexe, la liste des espèces citée dans le cours du travail en indiquant, chaque fois, le ou les ouvrages utilisés pour sa détermination. Autant que possible je me suis référée aux descriptions et figurations originales ou, à défaut, à des photocopies (fichier Ellis et Messina, et fichier A. d'Orbigny de L. LYS (1947) en ce qui concerne les espèces décrites par d'Orbigny).

PREMIÈRE PARTIE

ETUDE DE LA MICROFAUNE BENTHIQUE
CONTENUE DANS LES SÉDIMENTS SUPERFICIELS

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

I - HISTORIQUE.

Les Foraminifères actuels de Méditerranée ont fait l'objet de nombreux travaux auxquels je me suis référée au cours de ce travail. J'ai également comparé mes résultats à ceux obtenus dans d'autres mers. La liste des ouvrages consultés étant donnée dans la bibliographie, j'en mentionnerai ici que les principaux ; en particulier ceux qui traitent plus spécialement de l'écologie et de la répartition des Foraminifères, ou ceux qui concernent les zones que j'ai moi-même étudiées.

Bien que les Baléares soient en dehors de cette aire, on ne peut passer sous silence le travail de COLOM (1942) qui a, dans la baie de Palma de Majorque, décrit des associations de Foraminifères que j'ai retrouvées, avec des caractères très analogues, en divers autres points de Méditerranée.

Citons ensuite, à l'embouchure du Rhône, la thèse de KRUIT (1955) qui s'étend du milieu marin jusqu'aux formations saumâtres. Au passage, mentionnons - bien que les étangs sortent légèrement du cadre de ce mémoire - les travaux de J. et Y. LE CALVEZ (1951) puis de KURC (1959 et 1961) sur les étangs du Languedoc.

Dans le golfe même de Marseille, SCHLUMBERGER (1893) a publié une monographie des *Miliolidae* des contenus stomacaux de Spatangues remontés d'une quarantaine de mètres de profondeur lors des premiers dragages de la Station Marine d'Endoume.

Plus à l'Est, nous devons à LACROIX (1928 à 1933) diverses publications sur les Foraminifères arénacés du plateau continental entre St Raphaël et Monaco qui - comme d'ailleurs celles de SCHLUMBERGER - sont surtout descriptives et n'envisagent qu'assez accessoirement les problèmes de répartition.

A ce point de vue, par contre, la baie de Villefranche est beaucoup mieux connue grâce à J. et Y. LE CALVEZ. Le premier, outre diverses études histologiques, a étudié plus particulièrement la répartition des grands Foraminifères (J. LE CALVEZ, 1938) ; tandis que la répartition des *Miliolidae* entreprise en collaboration par M. et Mme LE CALVEZ était achevée et publiée en 1958 par les soins de cette dernière.

Sur les côtes d'Afrique du Nord, MURAOUR (1955) signale les Foraminifères contenus dans des sédiments de la région de Castiglione et G. GLACON (1963) étudie ceux des côtes de Tunisie Sud-orientale.

Les auteurs italiens contemporains se sont, pour leur part, fréquemment penchés sur la répartition des microfaunes dans les sédiments. Citons entre autres : GIUNTA (1955), FIERO (1959, 1961, 1964), CHIERICI, BUSI et CITA (1962), MONTCHARMONT ZEI (1964) etc... à côté desquels on doit mentionner les études d'HOFKER (1930), 1932, 1960) dans la baie de Naples et d'ALFIREVIC (1960) dans l'Adriatique.

La Méditerranée orientale apparaît beaucoup moins bien connue puisqu'on ne peut guère citer que les travaux de SIDEBOTTOM à Delos (1904 à 1909) puis, plus récemment, l'étude des plages israéliennes (EMERY et NEEV 1960) et des côtes égyptiennes (SAID et KAMEL, 1956 et 1957).

Enfin, il faut ajouter, pour l'ensemble de la Méditerranée, les résultats des campagnes de l'"Albatross" qui ont surtout porté sur des carottages mais ont également fourni un certain nombre de résultats sur les foraminifères benthiques récoltés par dragages (TOODD 1958, PARKER 1958).

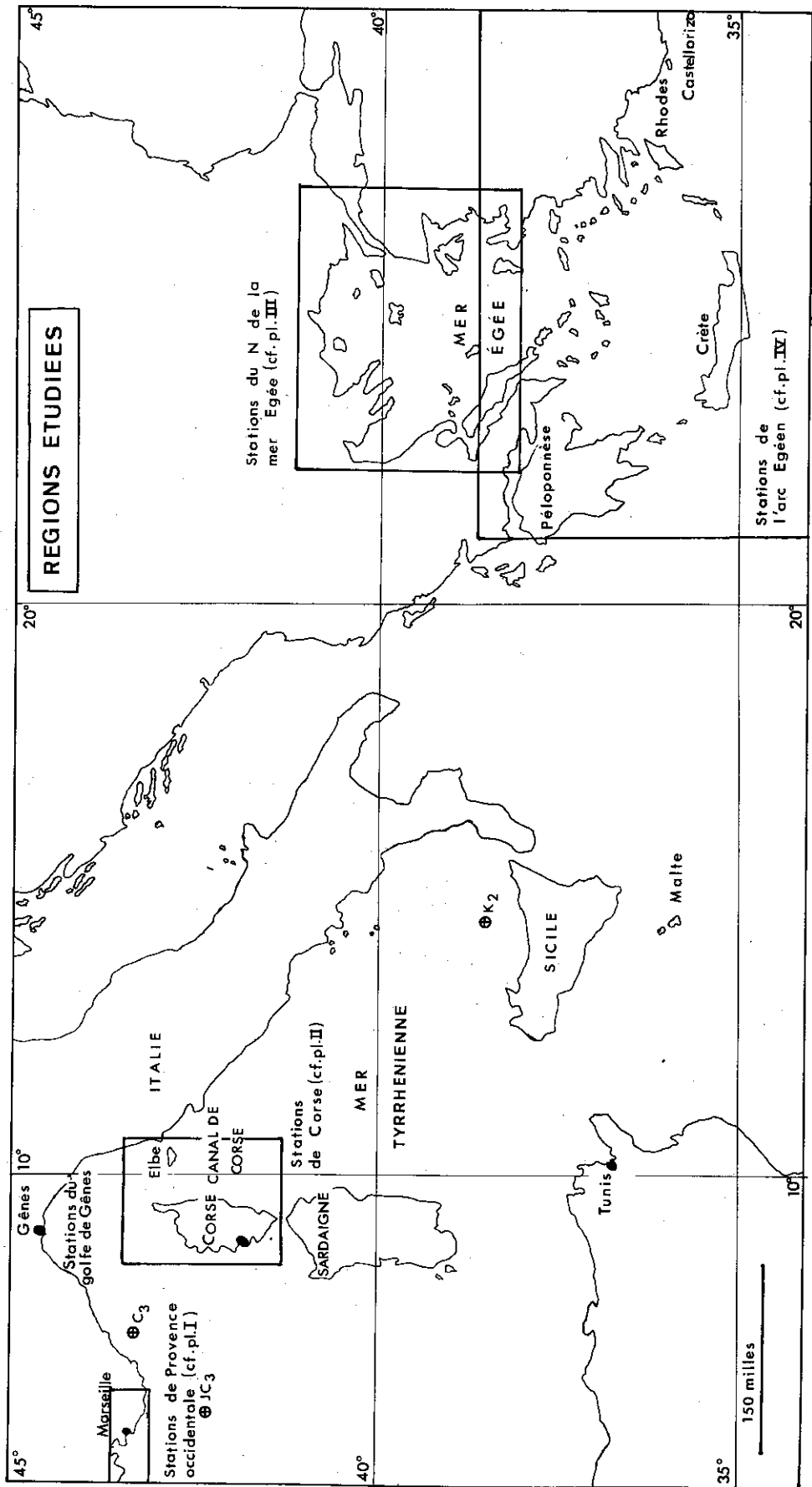


Figure 1

Pour achever ce panorama sur nos connaissances des Foraminifères de Méditerranée, il convient de mentionner que la plupart de ces travaux concernent essentiellement l'ensemble des tests vides, considérés comme une fraction des constituants d'origine organique du sédiment, et non les populations vivantes dans leur contexte tant écologique que sédimentologique.

II - CHOIX DES STATIONS

Les cartes montrent l'emplacement des stations dont la liste est donnée en annexe. Certaines régions proches ont pu être prospectées très soigneusement au moyen de prélèvements répétés tandis que, pour d'autres, j'ai évidemment dû me contenter de dragages plus espacés et effectués à des époques différentes suivant les dates auxquelles des campagnes ont pu être organisées.

Naturellement les côtes de Provence, du Rhône jusqu'aux îles d'Hyères, constituaient une région privilégiée où ont été réalisés tous les travaux nécessitant des observations fréquentes à intervalles réguliers : étude des variations saisonnières, influence des vents et de l'agitation de l'eau. Les peuplements de cette zone ont ainsi fait l'objet d'un étalonnage aussi précis que possible auquel je me suis référée, par la suite, pour interpréter l'ensemble du matériel.

En Méditerranée orientale, les parages de la Crète ont également été étudiés de manière assez détaillée grâce à deux campagnes de la "Calypso" effectuées l'une au printemps et l'autre à l'automne (mai 1964 et septembre 1955). L'échantillonnage très soigneux des divers biotopes et l'abondant matériel fixé que je dois à l'obligeance des divers participants de ces missions, tant biologistes que géologues, a permis une bonne connaissance des populations de Foraminifères de cette région.

Les autres stations mentionnées (Golfe de Gênes, Cap Corse, Canal de Corse, Péloponnèse, mer Egée, Turquie, Dodécannèse, etc...) correspondent à des campagnes effectuées par le "Gyf", "l'Antédon" et surtout la "Calypso" et échelonnées au long des années.

Chaque fois que cela a été possible le sédiment a été fixé à l'alcool et les résultats comparés à ceux obtenus pour le même milieu dans les régions de référence.

Ainsi, par la multiplicité des observations, a pu être dégagé un panorama général des diverses populations de Foraminifères vivant dans les principaux biotopes méditerranéens.

III - METHODES D'ETUDES

1/ Prélèvement

Le prélèvement des sédiments sous-marins pose quelques problèmes surtout lorsqu'on se propose d'étudier les populations vivantes, et la manière dont on procède a alors beaucoup plus d'importance que lorsqu'il s'agit uniquement de recenser l'assemblage total. En effet, on doit s'efforcer de prélever la couche superficielle de sédiment où vivent les foraminifères et la proportion des individus vivants par rapport aux tests vides sera d'autant plus faible que l'engin aura creusé plus profondément. Du même coup, les prélèvements ne pourront être comparables que lorsqu'ils auront été effectués dans des conditions aussi semblables que possible.

L'idéal serait de recueillir toujours le même volume correspondant à une surface et à une épaisseur constante, ce qui est malheureusement difficile à réaliser. En fait, tant qu'il s'agit de prélèvements à la main par petits fonds, il est possible de s'approcher de ces conditions ; c'est le cas des prélèvements correspondant à une partie du chapitre "Infralittoral". Pour des profondeurs plus importantes, lorsqu'il devient nécessaire de draguer, un dispositif donne encore de bons résultats. Il s'agit de la "drague spatangue" mise au point par J. PICARD et utilisée à la Station Marine d'Endoume par de nombreux chercheurs (pl. VII, fig. 1). Pendant le trait, l'engin repose sur l'une des grandes faces latérales rectangulaires et le soc, large de quelques cm "écrème" la surface du sédiment. On trouvera une description et un schéma de cet appareil dans le travail de R. JACQUOTTE (1962).

J'ai, en outre, disposé, dans la vase bathyale notamment, d'un certain nombre de dragages réalisés par d'autres moyens ; "cônes BERTHOIS" ou drague "CHARCOT" modifiée. Les caractéristiques de cette dernière, utilisée pour l'étude du benthos ont été publiées par J. PICARD (1965).

Seuls les résultats obtenus à la "drague spatangue" ont été comparés pour l'étude quantitative des populations vivantes. Les sédiments obtenus par d'autres dispositifs ont cependant, chaque fois

que cela a été possible, été fixés de manière à pouvoir établir la liste des espèces vivantes et à connaître ainsi au moins la composition qualitative du peuplement.

2/ Quantité de sédiment étudiée

Il est souhaitable de prélever une quantité importante de sédiment de manière à pouvoir effectuer toutes les vérifications qui apparaîtront nécessaires et à pouvoir le cas échéant recommencer un comptage ou une coloration. Cependant il n'est pas question d'étudier automatiquement la totalité du prélèvement. Il convient donc de définir la quantité minimum nécessaire pour que l'on puisse évaluer la microfaune sans trop d'erreur et pour que la liste établie soit aussi complète que possible, car, en limitant la quantité examinée, on risque évidemment d'omettre quelques formes peu abondantes. Il importe, en outre, de travailler toujours sur cette même quantité pour que les résultats soient comparables.

Deux théories se rencontrent à ce sujet : certains auteurs travaillant sur un poids constant de matériel, pesé sec (SCHOTT 1935 - SAID 1950 - LE CALVEZ 1958) d'autres sur un volume saturé d'eau de mer (PHLEGER 1952 - HOGLUND 1947 - PARKER 1948 - WALTON 1955 - GLACON 1963).

Ainsi que l'a exposé WALTON, faute de pouvoir dénombrer les Foraminifères sur une surface donnée, c'est certainement le volume, mesuré humide, qui représente l'unité de référence la plus satisfaisante. Reste à définir quel volume. Personnellement j'ai travaillé sur un volume de 30cc, l'expérience m'ayant montré que cette quantité était, la plupart du temps suffisante, et que les chiffres obtenus sur des quantités supérieures ne présentaient pas de variations appréciables.

L'examen de ce volume constant permet d'estimer la richesse totale en Foraminifères des divers prélèvements ainsi que l'importance de la population vivante. Il est en effet intéressant de connaître le rapport du nombre d'individus vivants par rapport au nombre de tests vides (ou par rapport au total de tests) :

Le nombre d'individus vivants définit la production en Foraminifères au point considéré, tandis que le nombre de Foraminifères morts correspond à l'accumulation des tests (la destruction de ces derniers étant en général faible en dehors des zones superficielles). Le rapport V/M (vivants/morts) ou V/T (vivants/total des tests) permet alors d'apprécier les variations de la sédimentation dans un milieu donné. Il faut cependant s'assurer que l'importance de la population varie peu dans l'aire considérée et admettre que l'accumulation des tests d'une part et la sédimentation minérale d'autre part, ayant des sources différentes, sont indépendantes l'une de l'autre. Dans ces conditions, si la sédimentation diminue, le nombre de tests vides par unité de sédiment augmente et V/M ou V/T diminue.

Cette méthode donne des résultats intéressants mais ne peut pas toujours s'appliquer notamment dans les cas suivants :

- zones où les populations vivantes présentent des importances trop variables d'un point à un autre.
- zones où la sédimentation terrigène, devenant très importante, a une action sur les populations vivantes dont elle entrave en général le développement.
- cas où le nombre des arénacés est trop grand (ce genre de tests se conserve mal après la mort de l'animal).

Il est utile, pour certaines stations, de connaître aussi le nombre de Foraminifères contenus dans un poids donné, de préférence à un volume : lorsque l'on doit comparer des sédiments actuels avec des roches anciennes, la notion de volume n'est absolument pas applicable.

De toutes façons, que l'on opère en poids ou en volume, si le sédiment est très pauvre, on est parfois obligé de considérer des quantités plus importantes que la quantité de référence ; mais les chiffres obtenus, lorsque la microfaune est aussi dispersée, sont toujours sujets à caution et doivent être pris tout au plus comme des ordres de grandeur. Il en est ainsi par exemple dans bien des "niveaux marins" quaternaires qui correspondent souvent à d'anciennes plages ou d'anciens cordons littoraux très pauvres en Foraminifères.

3/ Traitement du sédiment

Le sédiment brut une fois mesuré, est rincé sur un tamis (pour éliminer à la fois le fixateur et la fraction fine qui gênerait l'examen de la microfaune) puis coloré au rose bengal suivant la technique de WALTON 1952.

Le numéro du tamis dépend du but recherché. Si on veut connaître le nombre total de Foraminifères contenus dans le volume de référence on peut utiliser un tamis 350 -maille Tyler- dont les mailles retiendront les éléments d'un diamètre supérieur à 45μ (éliminant colloïdes et précolloïdes). Si, par la suite, on se propose d'établir les proportions relatives des différentes espèces, il est préférable d'utiliser un second tamis de maille 74μ (N° 200) et de ne prendre en considération que les individus supérieurs à cette taille. Les exemplaires plus petits, pour la plupart difficilement déterminables, risquent de donner lieu à des confusions d'espèces qui fausseraient les pourcentages.

La méthode de coloration au rosebengal est simple et donne de bons résultats à condition de ne pas attendre trop longtemps après le prélèvement.

Dans le cas où l'on ne considère pas la population vivante mais seulement l'ensemble des tests, il est commode, après passage au tamis 200 de sécher le sédiment à l'air ou à température très douce. Mais il est contre-indiqué de traiter le matériel par H^2O^2 pour éliminer les matières organiques, ce traitement, ainsi d'ailleurs qu'un trop fort chauffage, détruisant un certain nombre d'espèces fragiles et en particulier les tests agglutinés. C'est la raison pour laquelle les sédiments ayant déjà été étudiés au point de vue granulométrique et qui ont justement subis des manipulations plus ou moins brutales (eau oxygénée, étuve à 100° , tamisage mécanique) sont toujours plus pauvres en arénacés que ceux qui ont été spécialement préparés en vue de l'examen de la microfaune.

Lorsque l'on doit examiner du matériel séché il est tentant de procéder à une séparation rapide des foraminifères par flottation dans des liqueurs de densités variables - CCl^4 ou mélanges alcool-bromoforme-. Ces procédés, utiles pour avoir un aperçu rapide de la microfaune d'un sédiment, présentent cependant beaucoup d'inconvénients et ne permettent pas toujours de recueillir la totalité de la microfaune. Certains gros foraminifères (grosses Amphistégines notamment) ne "montent" pas tous au tétrachlorure ; par contre, si on emploie un mélange trop dense on recueille avec la microfaune une quantité gênante de minéraux légers... et il faut compter d'autre part avec les thanatocoenoses, les tests et les remplissages de loges diversement épigénisés. Finalement il est encore plus simple et plus précis de trier le matériel la main, sous la loupe binoculaire !

4/ Evaluations quantitatives

Deux types de grandeurs sont intéressantes à considérer :

- d'une part le nombre de Foraminifères (nombre total ou nombre d'individus d'une même catégorie) contenu dans un volume de référence.

- d'autre part les proportions relatives des différentes catégories (espèces, genres, familles...) les unes par rapport aux autres.

Dans le premier cas se dégage la notion d'abondance. Abondance de la microfaune dans tel ou tel sédiment ("Foraminiferal number" des auteurs de langue anglaise) ou abondance d'une forme particulière.

Dans le second cas, on évalue au contraire la dominance de certaines formes qui, dans un sédiment pauvre, peuvent très bien avoir une abondance faible. Il est commode d'exprimer cette notion en pourcentage et si le nombre d'individus compté est suffisamment important, les proportions relatives deviennent indépendantes de la quantité de sédiment considérée.

La différence, d'ailleurs classique, entre ces deux notions étant bien précisée, les critiques parfois formulées à l'égard des pourcentages (SAID 1950) ne paraissent pas fondées. En fait les deux méthodes se complètent pour donner une idée exacte de l'aspect de la population de foraminifères en un point donné.

a/ L'abondance, ramenée par exemple en nombre de test au cm^3 , permet de comparer la productivité en Foraminifères de plusieurs stations, et de savoir si, dans un biotope donné, les conditions écologiques sont favorables ou non à la microfaune dans son ensemble. Mais là se borne, à mon sens, son intérêt et il n'y a pratiquement plus aucun profit à chiffrer séparément l'abondance, des différentes espèces. En effet, si le milieu convient plus particulièrement à certaines d'entr'elles, ce phénomène ressortira bien plus nettement de la comparaison des pourcentages.

b/ Les pourcentages

Ils permettent une représentation plus concrète de la composition faunistique - surtout s'ils sont présentés sous forme de graphiques. En outre, ils ont l'avantage d'être comparables d'un sédiment à l'autre tandis que les chiffres d'abondance ne sont utilisables que si l'on a opéré dans les mêmes conditions (même poids ou même volume).

Bien entendu les pourcentages ne sont valables qu'à condition d'être établis après comptage d'un grand nombre d'individus, surtout lorsque les fréquences sont peu élevées.

Le problème est donc de déterminer le nombre minimum de Foraminifères qu'il est nécessaire de compter dans un échantillon pris au hasard pour que les valeurs obtenues puissent être considérées comme suffisamment représentatives des proportions réelles existants dans l'ensemble du sédiment.

De nombreux auteurs se sont attachés aux problèmes posés par l'application des méthodes statistiques au dénombrement des espèces animales ou minérales dans des échantillons de populations ou de sédiments (LAMOTTE 1948 - L'HERITIER 1949 - PHLEGER 1960), et il est relativement simple de connaître la marge d'erreur de chaque pourcentage avancé en fonction du nombre d'individus comptés et compte tenu du coefficient de sécurité que l'on s'accorde.

On peut ainsi déterminer le nombre d'individus que l'on doit examiner pour réduire cette marge d'erreur. En outre, on prendra uniquement en considération les variations de fréquence qui apparaîtront vraiment significatives.

La précision des pourcentages s'accroissant comme la racine carrée du nombre d'individus comptés, on voit que l'on n'a pas tellement intérêt à augmenter ce dernier au-delà d'une certaine valeur. WALTON (1955) fait justement remarquer qu'au delà de 300 ou 400 le faible gain de précision obtenu ne compense pas le temps consacré au comptage d'une plus grande quantité de tests. Ceci ressort également de l'examen des courbes d'erreur (PHLEGER 1960, d'après DRYDEN 1931).

Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que l'augmentation de la précision mathématique ne compense pas les multiples causes d'erreurs intervenues lors de l'échantillonnage : erreurs imputables aux divers procédés de prélèvement et de traitement qui n'ont pas toujours été effectués dans des conditions strictement analogues. Erreurs possibles lors du fractionnement du prélèvement initial. Et enfin même, comme le souligne PHLEGER, variations personnelles dans l'interprétation et la détermination des espèces.

Ainsi il ne paraît pas utile de pousser trop loin la précision des chiffres avancés, précision qui ne serait qu'illusoire. Il importe de ne pas considérer la valeur absolue de tel ou tel pourcentage mais surtout l'ordre de grandeur et le sens général des variations observées entre plusieurs stations et plusieurs biotopes. Dans ces conditions les pourcentages demeurent un instrument de travail des plus commode et, en définitive, le meilleur moyen de définition et de comparaison des assemblages et des populations. Les chiffres fournis au cours de ce travail doivent être interprétés suivant cette optique. Ils ont été obtenus après comptage de 300 à 600 individus.

300 est en général un chiffre suffisant ; cependant, dans certains milieux très riches, l'augmentation du nombre des espèces aboutit, pour un grand nombre d'entre elles, à des fréquences relatives très faibles et l'on est alors amené, pour obtenir des résultats valables, à examiner un plus grand nombre de tests ou encore à faire des moyennes entre plusieurs comptages. C'est le cas, notamment de la vase bathyale.

Lorsque la richesse en Foraminifères était suffisante et assez constante, les résultats ont été exprimés en pourcentage. Ceci a été possible pour la plupart des milieux circalittoraux et pour le domaine bathyal. Par contre dans la majorité des peuplements infralittoraux les Foraminifères sont beaucoup plus irrégulièrement répartis et soumis à des variations importantes (dans l'espace et dans le temps). Dans ce cas, leurs fréquences relatives devenaient difficiles à apprécier et surtout à comparer d'une façon rigoureuse. Je les ai alors exprimées de façon globale : rare, abondant, très abondant, etc...

5/ Représentation graphique

J'ai donné au fur et à mesure la totalité des résultats obtenus par comptages dans les diverses stations. En effet, ces tableaux de fréquence établis sans idées préconçues, sont la base même de l'analyse et de la discrimination des diverses populations et assemblages.

Cependant, une fois les notions principales décelées on a le plus souvent intérêt à élaguer cette avalanche de chiffres à éliminer les valeurs non significatives et à trouver certaines données pour les mettre mieux en évidence ou pour pouvoir les comparer plus aisément, ce qui permet d'aboutir à une vue plus synthétique du problème et apporte plus de clarté dans l'exposé des résultats. C'est là le rôle des multiples représentation graphiques.

Principaux diagrammes utilisés

a/ Les histogrammes

Ils constituent la représentation la plus simple, et ont été employés surtout lorsqu'il s'agissait de mettre en évidence la plus ou moins grande diversité - en familles par exemple - de deux milieux à microfaune assez voisine. C'est le cas des sables à Amphioxus et des fonds de maërl. (fig. 9 a et b).

Par contre, l'histogramme met assez peu en évidence l'importance de chaque groupe ou famille par rapport au total de la microfaune ; enfin ces divers groupes peuvent difficilement être eux-mêmes subdivisés (en genre, espèces etc...) sous peine de rendre rapidement le schéma illisible.

b/ Les diagrammes circulaires

Deux principales sortes de diagrammes permettent de pallier ces inconvénients : les diagrammes carrés de DI NAPOLI ALLIATA (1955) et les classiques diagrammes circulaires.

C'est ce dernier type que j'ai adopté. Les pourcentages, figurés par des angles, sont aisément appréciables et comparables aussi bien entr'eux qu'au total de l'assemblage. Le modèle employé est celui qu'utilise le laboratoire de micropaléontologie de la Faculté de Dijon dont j'avais pu apprécier la commodité à l'occasion d'un stage. Les possibilités de subdivisions sont pratiquement illimitées puisqu'il suffit de tracer une série de cercles concentriques pour pouvoir indiquer les proportions des familles, des genres, des espèces, des sous-espèces... voire encore des benthiques ou des pélagiques etc...

c/ Les diagrammes cumulatifs

Répondant à un besoin différent, ces graphiques permettent de comparer, dans plusieurs stations et en fonction d'un facteur donné, les variations de fréquence d'un certain nombre de formes jugées intéressantes.

Très employés par les chercheurs américains, ces figures sont particulièrement représentatives. Je les ai utilisées en particulier pour montrer les variations d'un certain nombre d'espèces en fonction de la profondeur dans les vases côtières, dans les vases bathyales (fig. 17 et 21) ainsi que les marnes pliocènes (fig. 28).

CHAPITRE II

ÉTUDE ANALYTIQUE DE LA MICROFAUNE DESCRIPTION DES PRINCIPAUX BIOTOPES A FORAMINIFÈRES

Cette description des différentes populations a été réalisée en Méditerranée occidentale à partir de l'étude de zones témoins (à la côte comme au large), choisies en raison de leur proximité du laboratoire.

Chaque zone a été suivie à intervalles réguliers pendant 2 ans. Les prélèvements ont été faits avec une fréquence variable suivant qu'il s'agissait d'un biotope côtier soumis à de brusques variations climatiques et à une alternance saisonnière marquée, ou d'un milieu profond, moins sensible aux changements de température et dont le peuplement est beaucoup plus uniforme au long de l'année. C'est ainsi que j'ai été amenée à effectuer des observations tous les 8 ou 15 jours dans les peuplements algaux infralittoraux tandis qu'il suffisait d'un dragage par mois dans les sables à Amphioxus et de 4 à 6 dragages par an pour le matériel circalittoral et bathyal.

Les résultats ainsi obtenus ont été complétés par des séries de prélèvements effectués en d'autres régions (Corse, Golfe de Gênes, etc...) de manière à obtenir un aperçu de portée plus générale sur la microfaune de cette portion de Méditerranée.

Dans le bassin oriental, le problème était tout autre : impossibilité de multiplier à volonté les observations, mais, par contre, présence d'un très riche matériel accumulé au cours de quatre campagnes et couvrant de façon satisfaisante une large portion de la Méditerranée Nord-orientale : Sud du Péloponèse, Crète, ensemble de la mer Egée, côte Turque et Dodécannèse jusqu'à Rhodes et Castellorizo.

Dans ces conditions, l'étude des sédiments a été entreprise dans une optique un peu différente. Les travaux d'analyse, milieu par milieu, ont été moins poussés et je me suis surtout efforcée de définir les ensembles faunistiques caractéristiques de cette portion de Méditerranée, ainsi que les analogies et les différences du peuplement par rapport à celui de Méditerranée occidentale.

I - LES SEDIMENTS INFRALITTORAUX ET LES PEUPELEMENTS VEGETAUX

A - LES SABLES COTIERS DEPOURVUS DE VEGETAUX

L'examen d'un grand nombre de sédiments infralittoraux montre que la microfaune n'est riche et variée que dans les zones peuplées de végétaux sous-marins, algues et surtout phanérogames.

Seul un petit groupe d'espèces peut subsister dans les sables côtiers dépourvus de végétaux. En fait ce type de fond se rencontre essentiellement dans des zones agitées (plages exposées au déferlement) parfois soumises en outre à une hypersédimentation (plages de Camargue), et ces divers facteurs, néfastes à la prolifération des Foraminifères, empêchent, en même temps, l'installation des herbiers. Lorsque leur action est moins sensible, le sable est le plus souvent "colonisé" par les Cymodocées, en pelouse plus ou moins dense, et immédiatement apparaît un stock nouveau d'espèces épiphytes qui viennent s'ajouter aux formes du sédiment, elles-mêmes plus abondantes dans un milieu devenu plus favorable. En outre, ces étendues sableuses sont souvent limitées vers le large par un herbier de Posidonies et le rejet des feuilles et rhizomes à la côte est à l'origine de mélange de faunes.

Par conséquent, si l'on veut connaître la population des sables à l'état pur, il faut se limiter aux portions de côte où de tels sédiments occupent une assez grande superficie et sont ainsi relativement à l'abri des apports étrangers. Les facteurs intervenant alors essentiellement sur la microfaune seront l'envasement, ou au contraire, le lessivage plus ou moins intense du matériel. Il sera intéressant aussi de suivre, par des séries de prélèvements, les modifications de l'assemblage lorsque l'on passe à un peuplement végétal voisin.

L'étude d'un certain nombre de "taches" de sable (cf. liste des stations) échelonnées le long du littoral, depuis le Rhône jusqu'aux fles des Embiez, à des profondeurs allant de 4 à 12 m permet d'établir les points suivants :

1/ Seuls *Ammonia beccarii* et, dans une plus faible proportion *Protelphidium paraliu*m et *Nonion asterizans* arrivent à survivre -en petit nombre- dans des zones comme la plage de Fos, les plages de Camargue et du They de la Gracieuse.

Le sédiment est constitué de sables et de sablons, brassés et lessivés. Le développement de la microfaune y est en outre très certainement entravé par l'apport minéral du Rhône.

2/ Les "taches" de sables situées entre La Ciotat et le Bruscat (par exemple devant les plages de La Ciotat, des Lecques, de Bandol...) présentent des conditions à peine moins défavorables. Les *Ammonia* s'y développent parfois en abondance. A côté des petites formes bombées et assez peu granuleuses répandues dans tous les milieux côtiers on trouve un grand nombre d'exemplaires au test plus épais. Leur face dorsale, aplatie, porte de nombreuses granulations, principalement le long des sutures ("sutures perlées" G. GLACON 1963) tandis que la face ventrale, également granuleuse présente des sutures d'aspect incisé.

Ces formes atteignent de grandes tailles (2 mm) et les gros exemplaires sont remarquables par la compression générale de leur test. Des formes semblables se rencontrent également dans les herbiers à Cymodocées et Posidonies mais elles sont en général plus petites et montrent le plus souvent une face ventrale fortement bombée. Dans les herbiers de Méditerranée orientale, les *Ammonia* seront représentées par de gros individus très ornés et très globuleux, proches de *A. gaimardii* d'Orb.

Ainsi les grosses formes aplaties semblent bien caractéristiques des fonds de sables côtiers, même assez grossiers, à condition toutefois que le sédiment ne soit pas trop lessivé. Dans certaines zones en effet le lessivage est tel que la fraction sablon est elle-même très réduite. Aucun Foraminifère ne peut alors subsister, les petits exemplaires étant entraînés avec les grains de taille équivalente.

3/ Dans les régions où le fond comporte une certaine quantité de colloïdes ou de matières organiques, on voit se développer un cortège faunistique plus varié avec d'abord *Eggerella scabra* et un groupe de Miliolles arénacées (*Quinqueloculina irregularis*, *Q. agglutinans*, *Q. aspera*). Puis, si le sédiment est franchement vaseux, un certain nombre de *Buliminidae* (genre *Bolivina*, plus rarement *Virgulina*). Parfois apparaissent aussi quelques *Trochammina* (*T. squamata*) et *Haplophragmoides* (*H. canariensis*). En général *Rotalia granulata* est assez fréquente dans ces formations ; il s'y ajoute souvent *Elphidium lidoense*.

Ces peuplements, sont bien représentés à la plage du Prado à Marseille ou à celle du Ceinturon à Hyères ; ils atteignent leur maximum de développement dans certaines zones particulièrement abritées, comme, par exemple, le fond de la calanque de Port Miou, ou encore en arrière d'herbiers émergents, sur un sédiment résultant en majeure partie d'une décantation : baie du Bruscat, baie de l'Estanci à Giens, baie de Port Cros dans les fles d'Hyères. Evidemment, dans ces zones calmes, les Cymodocées se développent rapidement rendant plus difficile la distinction entre espèce du sédiment et espèces liées aux végétaux. Comme l'installation des Cymodocées entraîne à la fois la fixation du sédiment et son humification il est normal que la microfaune des sables fins atteigne son apogée dans ce biotope.

La microfaune des sables côtiers apparaît donc, dans les meilleures conditions, composée des espèces suivantes : *Ammonia beccarii*, *Rotalia granulata*, *Nonion asterizans*, *Protelphidium paraliu*m et parfois *Elphidium lidoense* ainsi que de formes arénacées : *Verneuilinidae*, *Miliolidae* principalement, ainsi que quelques *Trochammina*, *Haplophragmoides*, ces dernières assez rares. Ces différentes formes se trouvent plus ou moins bien représentées suivant les conditions locales.

Fréquemment un certain nombre de *Cibicides* s'y rencontrent aussi, en général de petite taille et de forme régulièrement conique (type *C. refulgens*). Ils semblent, au moins en partie, vivre sur place, tandis que les grosses formes, du type *C. lobatulus* (sous ses divers aspects morphologiques) paraissent uniquement liés aux apports des herbiers. De même des *Discorbidae* peuvent se développer en plus ou moins grand nombre.

Si l'on tient compte que la plupart des tests arénacés présents sont rapidement détruits et ne paraissent pas susceptibles de se fossiliser, on s'aperçoit que le reste de la microfaune reproduit assez exactement l'assemblage de nombreux sables (plus ou moins consolidés suivant les gisements) du Pliocène de nos régions et même de certains sédiments quaternaires : par exemple, sables trouvés en bordure de la Durance, sables et calcarénites sableuses de la région de Biot, dans la vallée de la Brague et, également, sables de la transgression quaternaire de Vaugrenier qui a recouvert et remanié les marnes pliocènes jusqu'à l'altitude de 30 m.

Ces divers gisements seront considérés ultérieurement plus en détail ; on pourra y observer -comme dans les milieux actuels- des modifications locales de la microfaune et en particulier un enrichissement en espèces liées à la présence de peuplements végétaux plus ou moins localisés.

En Méditerranée orientale, les sables côtiers présentent les mêmes caractéristiques. Citons par exemple la station 1619, localisée par 9 m de fond dans la baie d'Alexandropolis : le sédiment, un sable minacé assez vaseux contenait : *Ammonia beccarii*, (abondante), *Protelphidium paraliu* (peu abondant), *Elphidium lidoense* (abondant) *Eggerella scabra* (très abondant), *Miliolidae* à test arénacés (très abondantes) et quelques *Bolivina*.

B - LES PELOUSES A CYMODOCEES

Généralement localisées à la partie supérieure de l'étage infralittoral, les Cymodocées, plus tolérantes que les Posidonies, sont susceptibles de s'installer sur divers sédiments ; deux types fréquents de peuplements seront exposés ci-dessous :

- L'un constitue ce que MOLINIER et PICARD (1952) ont nommé une "lagune" à Cymodocées. C'est à dire une pelouse installée dans un fond de baie, en mode calme, à l'abri d'un herbier à Posidonies émergeant qui joue également le rôle de filtre à sédiment. Les Cymodocées se développent sur un matériel fin déposé en majeure partie par décantation (le terme de "lagune" exprime ici une entité topographique et ne doit pas faire oublier qu'il s'agit cependant de milieux à salinité normale).

Ce type de biotope, se rencontre dans un certain nombre de baies abritées du littoral provençal. Les Foraminifères en ont été étudiés en détail, particulièrement dans la baie du Brusc, près de Bandol. L'île de Port Cros (archipel d'Hyères) offre également un bel exemple de cette microfaune - sous un faciès, ici, sensiblement plus "chaud" qu'au Brusc.

- Un autre exemple de pelouse à Cymodocées a été choisi au fond de la calanque de Port d'Alon. Il s'agit là d'un peuplement localisé dans une zone assez peu abritée, sur un matériel plus grossier et moins bien classé. En effet la calanque est très exposée aux vents dominants (Mistral aussi bien que vent d'Est) et l'érosion de l'herbier par les courants liés à ces vents est à l'origine du sédiment qui occupe les chenaux et le fond de la calanque.

Lorsque ce sédiment -trié et brassé sous l'action de facteurs hydrodynamiques assez intenses- a subi une évolution suffisante, ce qui est notamment le cas dans la zone du prisme littoral, il permet l'installation des Cymodocées -en touffes d'ailleurs assez dispersées- et le développement des populations de Foraminifères correspondantes.

- Enfin en Méditerranée orientale, les peuplements à Cymodocées ont été étudiés dans deux baies des côtes de Crète : Baie du Milieu (île Standia) et Baie de Kalo-Limniones où ils se présentent à l'état pur. Cependant, dans ces régions, les Cymodocées se rencontrent souvent en mélange avec les *Halophila* et la microfaune est alors beaucoup plus variée.

1/ La pelouse à Cymodocées de la baie du Brusc

a/ Description - caractères généraux du sédiment et de la microfaune

La figure 2 indique l'emplacement de cette formation, bordée au Sud et à l'Ouest par les îles des Embiez et qui ne se trouve en communication avec la mer ouverte que par 2 étroits chenaux situés de part et d'autre de l'île du Grand Gaou. La profondeur est partout très faible et n'excède pas une cinquantaine de cm.

Cette zone, très abritée, est le siège d'une sédimentation sablo-vaseuse de mode calme où les phénomènes de décantation jouent un rôle important (J.J. BLANC 1955-1957). Le sédiment, très évolué, présente une courbe granulométrique d'allure hyperbolique. Toutefois, lorsqu'on s'éloigne du centre de la lagune on trouve, près des passes, un sable moins évolué (d'allure logarithmique ou intermédiaire entre logarithmique et parabolique) lié à la présence des courants et à une plus grande agitation de l'eau.

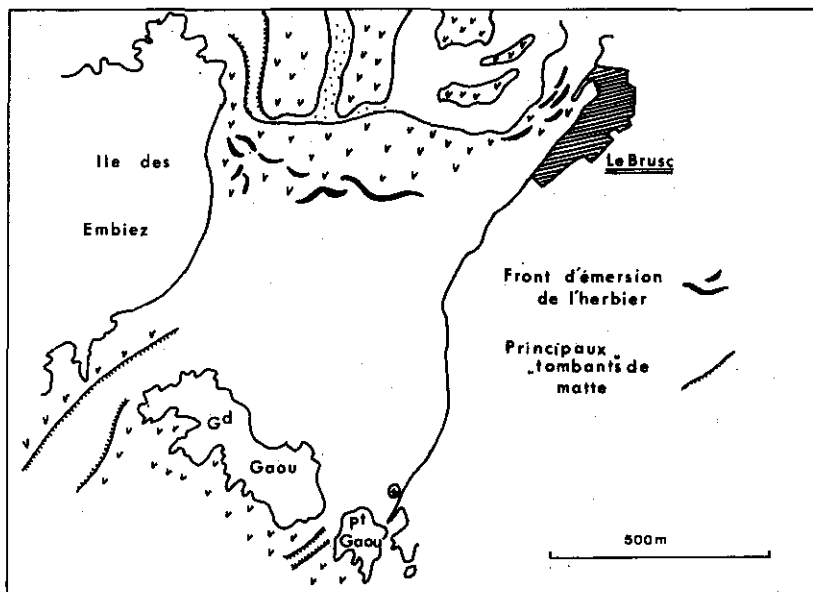


Figure 2 - La Baie du Brusac : Principaux milieux (d'après J. J. BLANC, 1958) :
 ⊗ : emplacement de la station étudiée.

Un premier examen des tests de Foraminifères contenus dans ces sédiments (L. BLANC-VERNET 1958) a déjà montré le caractère très particulier de ces assemblages, dans lesquels la présence d'espèces comme *Protelphidium paradium* et surtout *Ammonia beccarii* L. var. *tepida* indiquent une tendance lagunaire, tandis que les espèces du large (*Globigerinidae*, *Textulariidae*) se raréfient puis disparaissent dès que l'on s'éloigne du débouché des chenaux.

Ces considérations m'ont incité à reprendre plus en détail l'étude de la "lagune" du Brusac de façon à définir avec précision les populations vivantes du biotope à cymodocées et à suivre au long de l'année les variations saisonnières ou accidentelles de cette microfaune.

Les prélèvements ont tous été effectués au même point, le long de la digue du petit Gaou, au niveau du gué conduisant à l'île du grand Gaou, à raison d'un ou deux par mois pendant 2 ans (mai 1961 à mai 1963). La profondeur est en moyenne d'une trentaine de centimètres.

Le sédiment superficiel est très riche en test de Foraminifères, on y trouve notamment :

TROCHAMMINIDAE : *Trochammina squamata* (très rare)

LITUOLIDAE : *Haplophragmoides canariensis* (rare)

VERNEULIDAE : *Eggerella scabra*

OPHTALMIIDAE : *Nubecularia lucifuga*, *Vertebralina striata*

MILIOLIDAE : *Quinqueloculina vulgaris* ; *Q. seminula* ; *Q. stelligera* ; *Q. viennensis* ; *Q. reticulata* var. *carinata* ; *Q. rugosa* ; *Q. agglutinans* ; *Q. aspera* ; *Q. irregularis* ; *Q. berthelotiana* ; *Q. parvula* ; *Q. clarensis* ; *Q. mediterraneensis* ; *Quinqueloculina* (?) *suborbicularis* Schlumb ; *Quinqueloculina* (?) *dilatata* Schlumb ; *Nassilina secans* ; *N. annectens* ; *Triloculina triloculina* ; *T. wiesneri* ; *T. gracilis* ; *T. schreiberiana* ; *T. laevigata* ; *T. oblonga* ; *T. rotunda* ; *T. planiana* ; *T. cuneata* ; *T. gracilis* ; *Sigmoilina costata* ; *S. grata* ; *Spiroloculina ornata* ; *S. ornata* var. *tricarinata* ; *S. antillarum*.

PENEROPLIDAE : Représentés par le genre *Peneroplis* avec les formes *P. pertusus* ; *P. planatus* ; quelques exemplaires référables à *Spirolina arietina*.

BULMININIDAE : *Buliminella elegantissima* (rare)

DISCORBIDAE : *Rosalina* cf. *columbiensis* ; *R. posidonicola* ; *R. globularis* ; *R. globularis* var. *bradyi* ; *R. obtusa* ; *R. vilardeboana* ; *Neoconorbina williamsoni* ; *N. terquemi* ; *Glabratella erecta*.

SPIRILLINIDAE : *Spirillina vivipara*.

ANONALINIDAE : *Cibicides lobatulus* ; *C. refulgens* ; *Cibicidella variabilis* ; *Cyclocibicides vermicularis* ; *Dyocibicides biserialis*.

ELPHIDIIDAE : *Elphidium macellum* ; *E. macellum* var. *aculeatum* ; *E. macellum* var. *granulosum* ; *E. advenum* ; *Protelphidium paraliium*.

PLANORBULINIDAE : *Planorbulina mediterraneensis* ; *P. acervalis*.

ROTALIIDAE : *Rotalia granulata* ; *Ammonia beccarii* ; *A. beccarii* var. *tepida*.

Les proportions des diverses familles sont indiquées sur le diagramme de la figure 3 A.

La richesse de ce milieu, tant en espèces qu'en individus, correspond à l'accumulation à la surface du sédiment de tests ayant trois origines différentes :

- tout d'abord les Foraminifères, qui vivent réellement sur le fond,
- ensuite les formes épiphytes des Cymodocées
- et enfin l'apport de l'herbier qui ferme vers le Nord la baie du Brusé.

En effet, après chaque tempête on trouve, déposées sur le fond, entre les Cymodocées, des touffes entières de Posidonies, avec de nombreuses feuilles et une plus ou moins grande longueur de rhizome retenant une certaine quantité de sédiment. Ces touffes portent une microfaune qui semble rester vivante durant certain temps et dont les tests viendront après la destruction du végétal se sédimenter sur le fond.

La pénétration des espèces de mer ouverte, par les chenaux entre les fles, est négligeable dans la zone considérée ; elle se manifeste seulement au voisinage immédiat des passes sans affecter le centre de la "lagune". Par contre, l'apport des Foraminifères de l'herbier de Posidonies est certainement considérable car les touffes arrachées se rencontrent dans toute l'étendue de la pelouse à Cymodocées où elles viennent s'accumuler après le mauvais temps. Ainsi s'explique la grande similitude des diagrammes de microfaune correspondant d'une part au sédiment à Cymodocées (fig. 3) et d'autre part au sédiment de matte (fig. 5 B). Cette analogie n'est d'ailleurs valable que dans la mesure où l'on considère l'ensemble des tests présents (vivants et morts) car des différences sensibles apparaissent dès que l'on compare les populations vivantes et, plus encore, les espèces trouvées, sur les végétaux eux-mêmes.

b/ Les Foraminifères vivants

Les Foraminifères vivants ont été recherchés, à chaque prélèvements :

- dans le sédiment superficiel ; -sur les feuilles de Cymodocées ; -sur les touffes de Posidonies arrachées et venues s'accumuler au point étudié.

Les principaux résultats sont résumés dans le tableau 1 et l'abondance plus ou moins grande de chaque groupe d'espèces est indiquée par le nombre de croix. Toutefois il faut insister sur le caractère schématique et synthétique de ce tableau destiné essentiellement à donner une vue d'ensemble de la microrfaune au long d'une année.

En effet, une difficulté essentielle pour l'étude de ce peuplement réside dans l'extrême variabilité des populations qui est liée sans doute, en majeure partie, aux changements des conditions atmosphériques (coups de vent, refroidissement de la température, variations de pression entraînant de véritables marées barométriques). Il en résulte des modifications brutales, d'un jour à l'autre, dans l'abondance des Foraminifères et parfois même une disparition temporaire de la quasi-totalité de la microfaune. Dans ces conditions, ce n'est qu'en multipliant les observations, au moins deux par mois pendant deux ans, que l'on a pu distinguer, au delà des phénomènes accidentels qui seront d'ailleurs discutés plus loin, les véritables caractères de la microfaune et les fluctuations saisonnières indiquées sur le tableau.

Il ne faut pas perdre de vue, en outre, que l'apport de l'herbier de Posidonie se fait de façon discontinue lors des tempêtes en général ; l'arrivée massive des espèces de l'herbier se produit donc surtout pendant les périodes de mauvais temps tandis qu'elle demeure à peu près nulle pendant les périodes de calme prolongé.

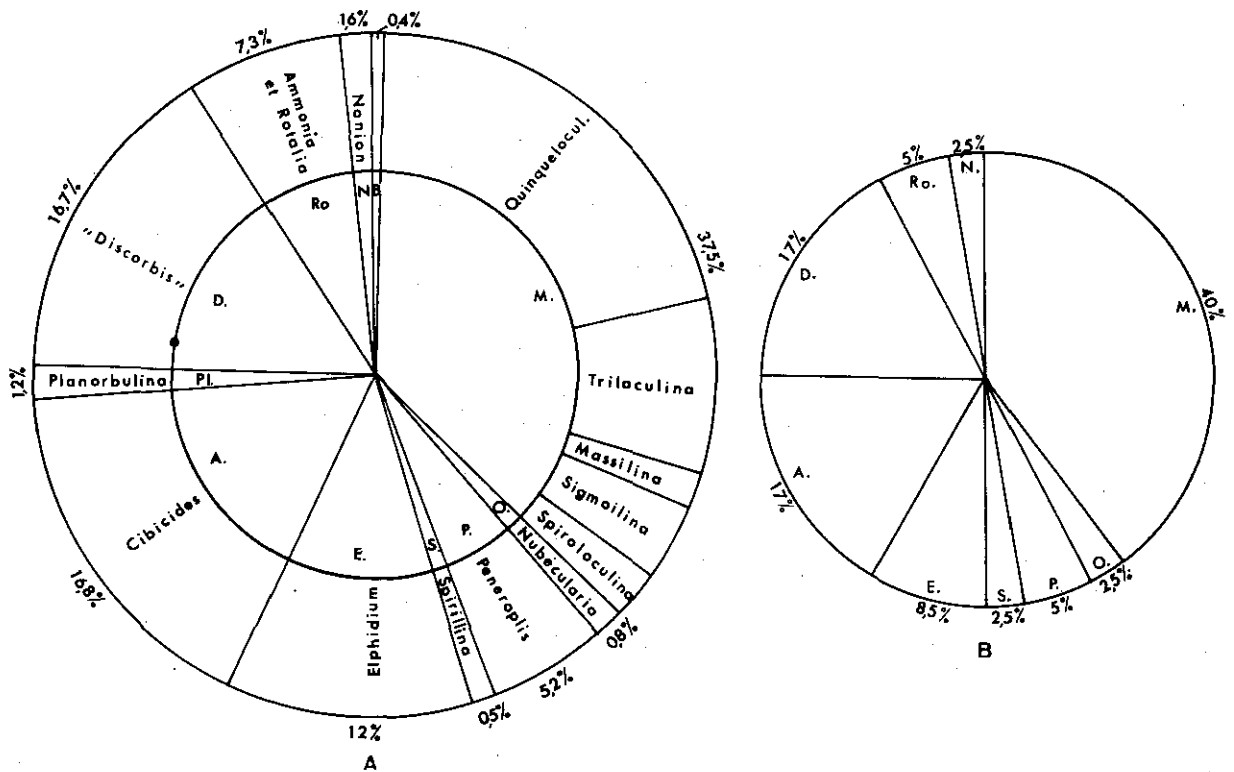


Figure 3 - Microfaune du sédiment de la pelouse à cymodocées :
 A/ Baie du Brus
 B/ Port d'Alon

M : Miliolidae	E : Elphidiidae	Ro : Rotaliidae
O : Ophthalmitidae	A : Anomalinidae	N : Nonionidae
P : Peneroplidae	Pl : Planorbulinidae	B : Buliminidae
S : Spirillinae	D : Discorbidae	

La chute des feuilles de Posidonies à l'automne et leur rejet à la côte intervient aussi mais de façon surement moindre. D'après ISSEL (1912) au moment de la chute des feuilles, le feutre algal, qui les recouvre se raréfie, ce qui entraîne la disparition de la majorité des Foraminifères épiphytes qui se cantonnent justement, pour la plupart, sur les portions de feuilles envahies par ce feutre. Les feuilles brunes déposées au rivage sous forme de banquette n'apportent donc qu'une microfaune très appauvrie.

Enfin il est certain que la présence saisonnière des Cymodocées sur les quelles un certain nombre de Foraminifères trouvent des conditions de vie optimales (divers Discorbidae notamment) détermine un enrichissement du sédiment superficiel en ces mêmes espèces. Celles-ci sont capables de se développer également au fond sur les débris de coquilles et les fragments rocheux.

Les Foraminifères du sédiment :

Le tableau montre l'existence d'un ensemble de formes strictement limitées au sédiment et dont la présence semble continue tout au long de l'année avec évidemment une abondance variable suivant la saison ou les conditions du prélèvement considéré.

Ce sont tout d'abord des *Ammonia beccarii* présentes toute l'année quoique plus rares en hiver. Cette espèce est surtout bien représentée de mai à octobre. De nombreux individus montrent les caractères de la variété *tepida* Cushman (test aminci, diminution de l'ornementation). Il s'y ajoute également quelques exemplaires de *Rotalia granulata*.

L'abondance de *A. beccarii* et surtout la présence de la variété *tepida* Cushman, forme d'habitat en général lagunaire soulignent le caractère très particulier de ce biotope où l'on trouve en outre *Protelphidium paraliu* toujours présent, quoique peu abondant, de mai à octobre. On trouve encore un très petit nombre de *Trochammina* sp.

TABEAU I

Pelouse à Cymodocées de la baie du Brusc
Foraminifères trouvés vivants aux diverses époques de l'année

- dans le sédiment
- sur les feuilles de Cymodocées
- sur les touffes de Posidonies arrachées à l'herbier voisin

	Janvier-Février			Mars-Avril			Mai-Juin			Juillet-Août			Septembre-Octobre			Novembre-Décembre			
	sed.	Cym.	apport H.P.	sed.	Cym.	apport H.P.	sed.	Cym.	apport H.P.	sed.	Cym.	apport H.P.	sed.	Cym.	apport H.P.	sed.	Cym.	apport H.P.	
<i>Verruculinidae</i>
(<i>Eggerella scabra</i>)	.	.	.	++	.	.	++	++	.	.	+	.	.	.
<i>Rotalidae</i>	+	.	.	++	.	.	++	++
<i>Elphidiidae</i>	.	.	.	++	.	.	++	++
<i>Miliolidae</i>	.	.	.	++	.	.	++	++
- <i>Q. aspera</i> , <i>Q. agglutina</i>	+	.	.	+	.	.	+	+
- <i>SP. ornata</i> , <i>SP. antillarum</i>	.	.	.	+++	.	.	+++	++	++
- autres espèces	+	.	.	++	.	.	++	++	++
<i>Peneroplidae</i>	+	.	.	+	.	.	+	+	+
<i>Discorbidae</i>	+	+	+	++	+	+	++	+	+	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anomalinidae</i>
<i>Planorbulinidae</i>
<i>Spirillinidae</i>
<i>Ophthalmitidae</i>
(<i>Rubecularia, Vertebralina</i>)
<i>Saccaminidae</i>
(<i>Iridia</i>)

Eggerella scabra Will. se rencontre presque toute l'année - quoique rare dans les prélèvements effectués en janvier et en février-.

Il faut remarquer que, même lorsque cette espèce est présente à l'état vivant dans un prélèvement, on ne trouve pratiquement pas, dans le même sédiment, de tests vides. Il faut donc admettre que ce dernier se désagrège très rapidement après la mort de l'animal. La même chose se passe aussi pour *Quinqueloculina agglutinans* au test friable et dont les exemplaires vivants sont en général plus nombreux que les exemplaires morts. C'est également, sans doute, ce phénomène qui joue pour les *Trochammina*, ce qui expliquerait leur rareté.

Elphidium macellum a été trouvé de mars à octobre, parfois sous sa variété *aculeatum*. En juillet-août il s'y ajoute *E. excavatum* et *E. advenum*, tous les deux sont rares.

Je n'ai jamais rencontré au Brusca d'*Elphidium* sur les feuilles de Cymodocées et ils semblent vivre exclusivement sur le sédiment. Il faut toutefois signaler que, dans l'étang de Berre, on trouve fréquemment une petite forme d'*Elphidium* (sans doute une variété d'*E. macellum*) à la fois sur les Cymodocées et dans le sable.

Parmi les espèces vivant dans le sédiment, citons également un certain nombre de *Miliolidae* :

Certaines, rarement vivantes, se rencontrent en nombre variables d'un prélèvement à l'autre. Elles paraissent liées aux apports de l'herbier de Posidonies : citons *Signollina costata*, *S. grata* ainsi que la plupart des Triloculines et des Quinqueloculines à test porcellané indiquées sur la liste générale.

D'autres espèces par contre vivent de façon continue dans le sédiment de la pelouse :

- d'abord un ensemble de *Miliolae arénacées* : *Q. aspera*, *Q. irregularis*, *Q. agglutinans*. Leur abondance n'est jamais très considérable : rares l'hiver, elles présentent leur maximum en septembre-octobre. On rencontre parfois *Q. fusca*.

- Ensuite deux Spiroloculines, *S. ornata* et *S. antillarum*.

Je pense pouvoir rapporter à *S. antillarum* une des espèces les plus caractéristiques de ce milieu. Elle devient particulièrement abondante à la fin de l'été dans les sédiments des pelouses à Cymodocées mais se rencontre très rarement dans les biotopes voisins (quelques exemplaires dans les herbiers de Posidonies).

Il faut enfin mentionner quelques représentants du genre *Bolivina*. Ce genre (représenté ici par quelques exemplaires de *Bolivina pseudoplicata* et *Bolivina* cf. *punctata*), se rencontre dans les divers milieux littoraux, lorsque le sédiment est très fin, voire même envasé, tandis qu'il est absent des sables trop lessivés.

Dans ce fond de baie très peu profond, les variations de la pression atmosphérique entraînent parfois des modifications notables du niveau de l'eau. On y observe, en outre, des phénomènes de "marée" assez irréguliers. La profondeur au point étudié oscille généralement entre 20 et 30 cm sans que cela ait une influence sur le peuplement du sédiment :

En mars 1963, pendant une période assez longue de hautes pressions (782 mm à Marseille) la profondeur n'excédait pas 5 cm, cependant la microfaune du sédiment demeurait sans changement.

Par contre, en juillet 1962, on a pu constater un niveau de la mer exceptionnellement élevé : en arrière de la station de prélèvement, le long de la route, une étendue sablo-vaseuse ordinairement émergée a été entièrement recouverte par la mer. Lors des observations, cette étendue avait une vingtaine de cm de profondeur, 50 cm par endroit dans quelques trous, et une pelouse à Cymodocées très dense y était installée. Alors que la station habituelle montrait une population normale, les seuls Foraminifères vivants observés dans le nouveau peuplement étaient *Ammonia beccari* et *A. beccarii tepida* qui, pour leur part, pullulaient littéralement.

Les espèces susceptibles de vivre sur les feuilles :

Le tableau montre la variété de ces formes et l'étroite relation qui existe entre leur abondance dans le sédiment et leur abondance sur les feuilles.

Outre les Miliolae porcelanées dont il a déjà été question au paragraphe précédent, il faut citer surtout les *Peneroplidae* avec les formes *Peneroplis planatus*, *P. pertusus*, *Spirolina* ... etc... qui tiennent une place très importante dans la microfaune du Brusca. Epars dans les sédiments pendant l'hiver, les représentants de cette famille se développent brutalement dès le début de l'été aussi bien sur le fond que sur les phanérogames et atteignent leur maximum en septembre, parfois

même en octobre. Les *Peneroplis planatus* sont alors de grande dimension et sont bien visibles à l'oeil nu. De grands individus se rencontrent jusqu'en décembre dans le sable alors même que les Cymodocées ont disparu. L'abondance considérable de ce genre au fond de la baie du Brusco est certainement liée à la température élevée atteinte par la faible couche d'eau de la "lagune" qui se trouve surchauffée en été et au début de l'automne, généralement encore bien ensoleillé. A la même période apparaissent sur les Cymodocées un grand nombre de *Vertebralina striata* (*Ophialmididae*).

A Port Cros, il faut ajouter à cette liste *Sorites variabilis* Lacroix traduisant un faciès particulièrement "chaud" de cette population. Cette espèce existe aussi sur la côte d'Azur et notamment dans les peuplements à *Penicillus mediterraneus* et *Caulerpa olivieri* du Cap d'Antibes (station à la base du Cap-côte W).

Signalons dès à présent que dans les portions les plus chaudes de Méditerranée orientale (Crète, S. mer Egée et Dodécannèse), ces espèces présentent un développement considérable dans tous les biotopes infralittoraux tandis que la présence d'*Amphistegina madagascariensis* leur confère un caractère presque "subtropical".

Mentionnons enfin l'ensemble des formes adhérentes telles que *Planorbulina mediterraneensis*, *P. acervalis*, *Cibicides lobatulus* etc... ainsi que de nombreux *Discorbidae* qui semblent surtout vivre sur les feuilles mais peuvent se rencontrer aussi, vivants, sur le fond (libres ou fixés à des galets ou des fragments de coquille).

On assiste à une nette diminution de ces stocks, dans le sédiment, lors de la disparition des Cymodocées à l'automne, tandis que leur nombre augmente brusquement après chaque tempête qui apporte dans la lagune de nombreux pieds de Posidonies.

Les feuilles de Cymodocées, pour leur part, semblent surtout porter des individus de *Discorbis* et *Cibicides*. Ces espèces sont toujours de petite taille et ne présentent jamais les dimensions habituellement indiquées par les auteurs. On peut penser, soit que ces Foraminifères sont uniquement représentés par des jeunes qui meurent avant la fin de leur croissance -ce qui paraît difficile à expliquer- soit, plus vraisemblablement qu'en raison des conditions écologiques locales, en particulier la température élevée de l'eau, ils se reproduisent très vite sans atteindre une taille normale.

Ce fait a déjà été signalé pour les herbiers de la région de Portofino par ISSEL (1912) qui y voit une confirmation de la proposition de RHUMBLER suivant laquelle les Foraminifères calcaires se reproduisent d'autant plus vite que la température est plus élevée. Ils présenteraient de ce fait, dans les eaux chaudes, des tailles moins élevées que dans les eaux froides.

BRADSHAW (1961) a étudié expérimentalement les conditions de croissance et de reproduction de *Ammonia beccarii* var. *tepida* et conclut, de même, que plus la température est élevée, plus la croissance est rapide, mais l'animal se reproduit alors plus tôt et n'atteint jamais une grande taille.

Au contraire, aux basses températures, la croissance est lente mais les phénomènes de reproduction apparaissent plus tardivement et l'animal atteint des dimensions plus importantes sans se multiplier.

La salinité aurait aussi une influence : les individus sont plus petits dans des eaux à salinité normale et plus gros dans les eaux à faible salinité.

Ainsi des conditions optimales, salinité normale et température élevée, aurait pour résultat la présence d'une population de taille réduite. Ce phénomène pourrait bien jouer, au Brusco, non seulement pour les *Rotaliidae* qui n'atteignent jamais de grandes tailles mais aussi pour les *Discorbidae*.

L'apport de l'herbier de Posidonies :

Après chaque période de mauvais temps, l'apport au fond de la baie de pieds entiers de Posidonies détermine un enrichissement du sédiment en Foraminifères de l'herbier que l'on peut trouver vivants mais qui ne font cependant pas partie du peuplement normal et caractéristique de la pelouse à Cymodocées. Ces formes sont nettement plus variées en espèces que celles de la population en place ; en outre, elles sont fréquemment de grande taille. Telle est par exemple l'origine des gros *Discorbidae* dont on trouve les tests dans le sédiment alors que les individus vivants sur les Cymodocées sont toujours petits. De même les *Planorbulina* se rencontrent rarement sur les Cymodocées mais leurs tests vides, et d'ailleurs souvent brisés, ne sont pas rares sur le fond.

On peut connaître la nature des apports de l'herbier en observant, par exemple, la microfaune épiphyte vivante trouvée sur des souches de Posidonies (fig. 5 A). En effet il s'agit ici d'un

ensemble de Foraminifères déplacés avec la plante entière et comprenant non seulement les formes adhérentes mais aussi une certaine quantité de sédiment retenu entre les ramifications de la souche à la base des feuilles. C'est ainsi que le nombre des *Miliolidae* est nettement plus important que celui que l'on observe uniquement sur les feuilles. D'autre part, il faut ajouter une grande quantité de *Miniacina miniacina* qui n'ont pas été portés sur le diagramme. Ces derniers sont fixés en grand nombre sur les rhizomes et correspondent à l'installation d'un peuplement précoraligène sciaphile.

L'herbier est encore responsable de la totalité des tests de *Nubecularia* (*N. lucifuga* notamment) qui sont assez fréquents dans le sédiment mais se trouvent vivantes uniquement sur les feuilles de Posidonies.

Signalons enfin la présence de très nombreuses *Iridia* (essentiellement *Iridia diaphana*) dont le test se détruit à la mort de l'animal.

2/ Le peuplements à Cymodocées à la Calanque de Port d'Alon

Le peuplement à Cymodocées de Port d'Alon est installé en arrière de l'herbier de Posidonies (cf. (3), carte fig. 4), dans des conditions beaucoup moins abritées que dans la station précédente et sur un sédiment plus grossier et plus hétérogène. Les touffes de Cymodocées sont assez clairsemées. La profondeur est en moyenne de 1 à 2 m. Au mois de Septembre 1961, à la fin d'un été particulièrement chaud, certaines portions du fond de la calanque étaient envahies par des Caulerpes. Ces dernières ont été également récoltées.

La microfaune, assez pauvre, est voisine de celle du Brusco (fig. 3 B). On retrouve l'abondance des espèces de petits fonds : *Ammonia beccarii* essentiellement, sous sa forme typique exclusivement, ainsi que *N. asterizans*, *E. advenum*. Les Miliolites arenacées et notamment *Q. aspera* sont abondantes dans le sédiment superficiel. Enfin, les apports de l'herbier sont aussi considérables. La présence locale et temporaire des Caulerpes n'a pas modifié l'assemblage de façon sensible.

Le tableau n° 2 donne une idée des variations des principales familles au long de la saison chaude.

TABLEAU II

Les Foraminifères vivants des peuplements à Cymodocées de Port d'Alon : variations saisonnières de quelques familles

Familles	Juin		Juillet-Août		Septembre		
	Séd.	Cym.	Séd.	Cym.	Séd.	Cym.	Caulerpe
<i>Miliolidae</i>	++	.	+++	.	++++	++	++
<i>Peneroplidae</i>	.	.	+	+	+	+	.
<i>Elphidiidae</i>	+	++
<i>Anomalinidae</i>	+	.	+	++	.	+	++
<i>Discorbidae</i>	++	++	+	++++	+++	++++	++++
<i>Rotaliidae</i>	+	.	+	.	+	.	.
<i>Saccaminidae</i>	.	.	.	++++	.	++++	++++

En hiver, avec la disparition des Cymodocées et des Caulerpes on note la diminution des formes d'habitat essentiellement épiphyte : *Discorbidae*, *Cibicides*, *Saccaminidae* (*Iridia*).

Les variations saisonnières sont très sensibles en ce qui concerne aussi les *Miliolidae*. Comparons les proportions de quelques familles dans le sédiment en juin et en septembre.

	Miliol.	Ophtal.	Pener.	Spiril.	Elph.	Anomal.	Disc.	Rotal.	Nonion.	Planor.
30.6.61	40	2,5	5	2,5	8,5	17	17	5	2,5	
14.9.61	74,7	1,7	2,7	0,5	4	14	9,2	2,7		0,5

Calanque de Port d'Alon (d'après J.J. Blanc 1958)

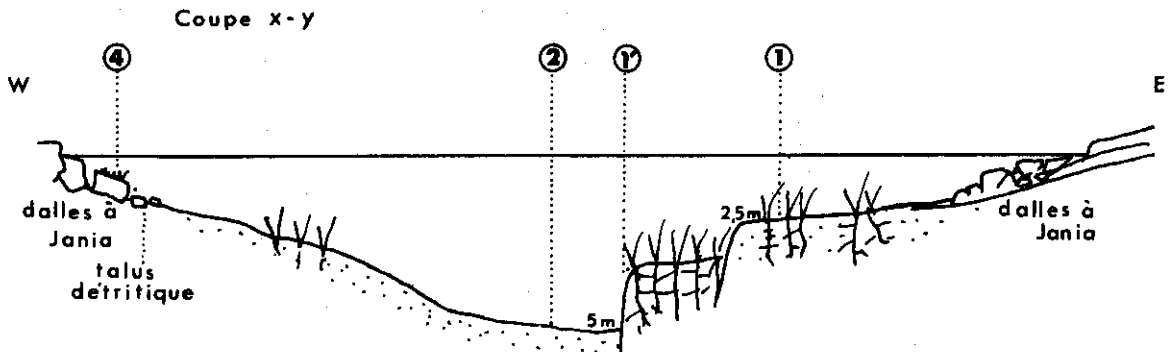
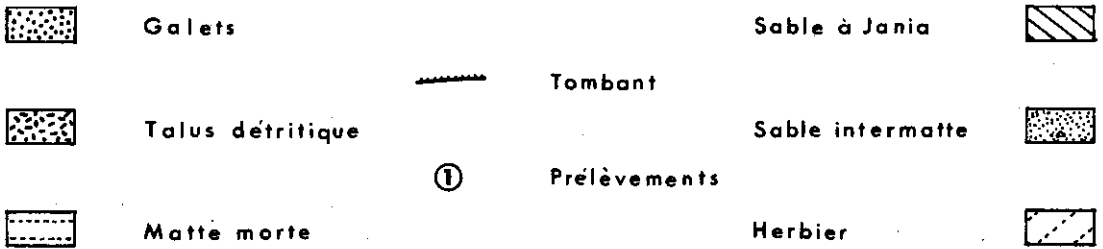
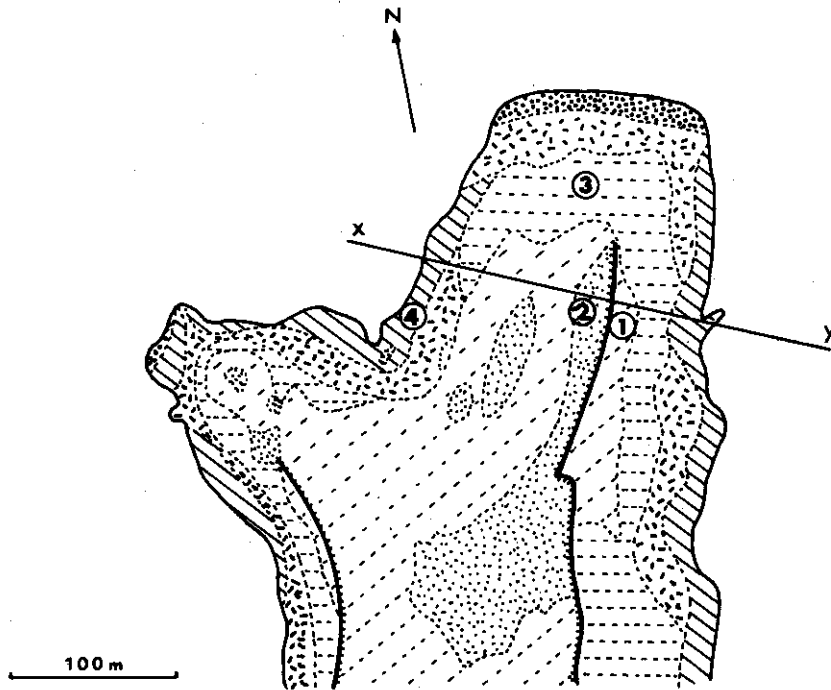


Figure 4 - La Calanque de Port d'Alon (d'après J.J. BLANC, 1958) : Localisation des prélèvements.

Ainsi entre Juin et Septembre le pourcentage des *Miliolidae*, est passé de 40 % à 74,7 %. La comparaison des proportions de chaque espèce à l'intérieur de cette famille montre la présence de 80 % de *Quinqueloculina aspera*, toutes vivantes au moment du prélèvement.

Contrairement aux herbiers de Posidonies où des variations qualitatives de la microfaune, d'ailleurs faibles, se compensent au long de l'année sans que la composition moyenne des assemblages de Foraminifères dans la "matte" en soit sensiblement transformée, on assiste, dans le cas du sédiment à Cymodocées, à une pullulation particulière d'une espèce susceptible de modifier considérablement en l'espace d'un été, l'aspect du sédiment.

Mais ce phénomène, répété chaque année, devrait normalement déterminer un enrichissement du matériel en tests vides de cette espèce, or il n'en n'est rien et, au bout de quelques mois, la répartition des tests redevient à peu de choses près identique à celle indiquée fig. 7.

On peut admettre comme explication l'influence des actions hydrodynamiques plus intenses qui s'exercent une fois les feuilles disparues, vers octobre ou novembre. Elles détermineraient dans le sédiment, où la microfaune vivante est alors peu abondante, un classement et un tri des tests aussi bien que des grains minéraux. Ceci pourrait aboutir à un état d'équilibre correspondant à un aspect de la microfaune (représentée alors par des tests vides) différent de celui de la véritable population vivante. Cette hypothèse semble toutefois ne pas devoir être retenue car l'allure des courbes granulométriques correspondant aux deux prélèvements comparés plus haut est très identique et ne révèle pas une modification des conditions hydrodynamiques locales entre ces deux dates.

Une autre possibilité reste à envisager : la destruction des tests de quelques *Q. aspera* dès la mort de l'animal, comme cela a pu être constaté au Brusca pour *Eggerella scabra*. La Miliole semble à première vue avoir un test beaucoup plus robuste et bien moins friable que l'*Eggerella* ce qui rend l'explication moins évidente mais il faut remarquer qu'il s'agit encore d'une espèce arénacée et que la cohésion des grains agglutinés doit être amoindrie à mesure que se détruit la couche interne.

3/ Les peuplements à Cymodocées en Méditerranée orientale

Deux stations de la campagne 1964 concernent des pelouses à Cymodocées exclusivement, c'est à dire sans *Halophila* : l'une dans la baie du Milieu (côte Sud de l'île Standia) correspond à un prélèvement fait à la main près du rivage (50 cm à 1 m de profondeur), l'autre provient de la côte Sud de la Crète, baie de Kalo-Limniones, -7 m.

La microfaune est identique dans les deux cas :

- Les feuilles portent de nombreux *Discorbidae*, la plupart de petite taille ; des *Cibicides* souvent recouverts d'un revêtement sableux ; des *Iridia*. Il faut y ajouter des *Peneroplis* et des *Sorites*, toutefois assez peu abondants, et quelques *Nubecularia* et *Vertebralina*. En somme, peu de différence avec les peuplements de Provence, à l'exception des *Sorites* qui ont ici une répartition plus générale.

- Dans le sédiment, les formes vivantes étaient peu abondantes - fait qui est peut-être dû à la saison du prélèvement (mois de mai). On note quelques *Peneroplis*, des Milioles à test arénacé, quelques *Bolivina* une ou deux *Ammonia beccarii*. Cependant la liste totale des espèces établie à partir des tests vides ne présente pas de différence appréciable avec celle des pelouses de Méditerranée occidentale : les *Ammonia beccarii* se présentent sous la même forme petite, bombée et assez peu granuleuse. On y remarque également *Rotalia granulata*.

Signalons la présence d'assez nombreuses formes pélagiques à la station 42', ce qui peut traduire soit un apport d'eaux du large, soit un milieu propice au développement des jeunes. Cette alternative sera discutée à propos des herbiers de Posidonies.

On trouve ici surtout *Globigerinoides ruber* et quelques *Tretomphalus bulloides*. Le sédiment renferme également quelques formes benthiques de *Cymbaloporidae*.

Les formes à test agglutiné (*Miliolidae*, *Verneuilinidae*...) sont peu nombreuses. Ces tests étant très fragiles et étant détruits rapidement après la mort de l'animal, il est certain qu'on peut difficilement se faire une idée de leur abondance durant les mois les plus chauds. Dans l'ensemble, cependant, toutes les espèces - même celles dont le test robuste se conserve bien - sont assez peu abondantes et il semble que les populations soient, d'une manière générale, plus pauvres que leurs homologues de la région marseillaise.

4/ Conclusions

En résumé, la microfaune des pelouses à Cymodocées, quelle qu'en soit la localité, comporte 2 ensembles faunistiques :

a/ Une microfaune vivant dans le sédiment : assez riche elle est composée en grande partie de formes à test arénacé (*Miliolidae*, *Verneuilinidae*, *Trochamminidae* ... etc...) et de *Rotaliidae*. Elle est assez constante dans sa composition d'un jour à l'autre et d'une saison à l'autre, mais les diverses formes ne sont jamais très abondantes. Le refroidissement hivernal a surtout pour effet un appauvrissement en individus sans que la liste des espèces soit sensiblement modifiée.

b/ Des espèces épiphytes (fixées ou non) sur les Cymodocées (*Iridia*, *Nubecularia*, *Vertebralina*, *Peneroplis*, *Planorbulina*, *Cibicides*, *Rosalina* ... etc...) qui sont, au contraire, très étroitement soumises au rythme saisonnier des végétaux qui les supportent ainsi qu'aux variations climatiques. La température de l'eau paraît être un facteur très important entraînant une véritable pullulation de ces formes à la fin de l'été.

c/ Enfin il faut signaler, éventuellement, un enrichissement discontinu en espèces des herbiers de Posidonies (apports liés essentiellement aux périodes de mauvais temps). En Méditerranée orientale, on doit tenir compte de la contribution des formes épiphytes sur les *Halophila* souvent mêlées aux Cymodocées.

C - LES HERBIERS A *HALOPHILA STIPULACEA*

Ces phanérogames peuvent former des herbiers ou se trouver mêlées aux Cymodocées ou aux Posidonies ; elles présentent une extension géographique assez limitée. Dans la portion du bassin oriental considérée dans le présent travail, leur localisation est la suivante : côtes S et E du Péloponèse, côtes de Crète, portion méridionale de la mer Egée -elles disparaissent vers le Nord à peu près au niveau du parallèle de 38°. A l'Est, les campagnes de la "Calypso" les ont retrouvées dans le Dodécannèse : golfe et île de Kos, Kalimno, Rhodes et jusqu'à Castellorizo, limite orientale de ces campagnes.

A ce peuplement végétal, localisé dans des régions de climat assez chaud se superpose une microfaune de type subtropical dont les chefs de file sont *Amphistegina madagascariensis* et *Sorites variabilis*. Il faut noter, d'ailleurs, que les Amphistégines sont signalées dans d'autres régions où la température de l'eau atteint des valeurs au moins aussi élevées : notamment côtes d'Israël (EMERY et NEEV 1960) et d'Egypte (SAID et KAMEL 1957) mais sans que les conditions du milieu et le peuplement végétal éventuel qui les accompagne soient précisés.

Localement, les *Halophila* se rencontrent mêlées à des Caulerpes. Bien que ces chlorophycées soient elles aussi indicatrices d'un climat chaud, leur présence ou leur absence ne modifient en rien les caractères de la microfaune. Ce fait a d'ailleurs déjà été signalé le long des côtes de Provence où les Caulerpes peuvent se développer localement, au milieu des Cymodocées, en période estivale.

La microfaune des peuplements à *Halophila* a été étudiée particulièrement à la Station de la Baie Grande -côte E de la Crète- profondeur -10 m. Le matériel fixé comprenait : du sédiment, des plants d'*Halophila*, des Caulerpes, des touffes d'algues brunes et rouges.

La liste générale des espèces est très proches de celle qui a été donnée pour les sédiments à Cymodocées et les modifications ci-dessous paraissent imputables à la différence de climat bien plus qu'au changement de biotope. Il convient en effet d'ajouter à la liste précédente un certain nombre d'espèces indicatrices, pour la plupart, de climat chaud :

Amphistegina madagascariensis, *Sorites variabilis* ainsi que de nombreuses espèces de *Glabratella*: *G. pulvinata*, *G. imperatoria*, *Glabratella* cf. *australensis*, *G. erecta*, *G. patelliformis*, *G. elegantissima*... Parmi les *Elphidiidae*, citons également *Parrellina verriculata*.

Les formes pélagiques ne sont pas rares avec notamment *Orbulina universa* d'Orb., *Globige-rinoides ruber* d'Orb. et quelques *Tretomphalus bulloides* d'Orb.

Cette liste est donc très voisine de celle du sédiment à Cymodocées. Par contre, la population vivante au moment de la récolte est infiniment plus riche.

Foraminifères vivant sur les végétaux : Ils sont très abondants et se répartissent de la façon indiquée sur le tableau suivant :

TABLEAU III

+++ = TA ++ = A + = PA	Halophila	Caulerpe	Rhodophycée
<i>Amphistegina</i>	+++	+	+++
<i>Peneroplis</i>	++	++	++
<i>Niliolidae</i> (porcellanées)	+	+	+++
<i>Planorbulina</i>	++	++	.
<i>Cibicides</i>	++	++	.
<i>Discorbidae</i>	++	++	.
<i>Nubecularia</i> (<i>lucifuga</i> , <i>massutiana</i>)	++	++	++
<i>Iridia</i>	++	++	++
<i>Elphidium</i>	++	++	++

Nota : aucun *Sorites* vivant n'a été trouvé mais la présence de tests morts dans le sédiment montre que cette espèce vit à un certain moment dans ce biotope.

Foraminifères vivant dans le sédiment :

La population vivante est surtout riche en *Amphisteginidae* et en *Rotaliidae*.

En ce qui concerne les Amphistégines, les exemplaires contenant du protoplasme sont cependant sensiblement moins nombreux que sur les végétaux, sur lesquels cette espèce paraît trouver son habitat préférentiel. Quant aux *Rotaliidae* ils sont représentés par *R. granulata* et *Ammonia beccarii* sous une forme très granuleuse et très fortement bombée.

Le long des côtes de Provence on a vu la grande variabilité morphologique des *Ammonia* du groupe *beccarii*, variabilité étudiée également dans le golfe de Gabès par G. GLAÇON.

Il est difficile sans une étude biologique ou statistique poussée de préciser si on a affaire véritablement à des espèces distinctes. On trouvera en annexe (index des espèces) une description des diverses formes morphologiques rencontrées dans les différents biotopes de Méditerranée occidentale ou orientale. Elles sont, pour le moment, considérées comme autant de "variants". Quoiqu'il en soit, la forme de Méditerranée orientale paraît proche de *A. gaimardii* d'Orb.

Des populations analogues, dominées par un ensemble faunistique à caractère "chaud" (*Amphistegina*, *Sorites*, *Ammonia* cf. *gaimardii* ...) se rencontrent dans tous les peuplements à *Halophila* examinés : station 42 (-15 m), station 2 (-10 m), station 14 (-5 m), station 21 (-20 m) etc... On les retrouve également dans les herbiers à Posidonies, d'ailleurs souvent mêlés d'*Halophila*, des côtes de Crète, du Péloponèse et des îles du Sud de la mer Egée, conférant à ces milieux un aspect presque "subtropical". Parmi ces formes, l'*Ammonia* paraît être la plus tolérante aux variations climatiques : elle est encore très abondante dans la région du canal d'Egrippo où les *Amphistegines* ne se rencontrent plus. On en trouve également quelques exemplaires jusqu'à Samothrace, mêlées à des individus plus ou moins bombés et plus ou moins granuleux, comparables à ceux des côtes de France.

Les relations entre la salinité de l'eau de mer et l'ornementation des *Ammonia beccarii* ont été maintes fois signalées. Il est intéressant d'indiquer que la mer de Crète où abondent les grosses formes granuleuses est, d'après LACOMBE et TCHERNIA (1958), une des portions les plus chaudes et les plus salées de Méditerranée. Cette remarque n'est toutefois pas suffisante pour affirmer que la localisation de ces formes se trouve uniquement régie par la température et la concentration saline des eaux.

D - LES HERBIERS A POSIDONIES

1/ Les herbiers le long des côtes de Provence

La station témoin pour les côtes de Provence est située dans la calanque de Port d'Alon. Elle sera décrite ci-dessous et comparée en même temps à divers autres herbiers de la même région.

La figure 4 montre la disposition des principaux biotopes représentés à Port d'Alon d'après J.J. BLANC (1958), auquel sont empruntées également les indications suivantes sur la sédimentologie et l'évolution de ces milieux.

Le centre de la calanque est occupé par un herbier à Posidonies qui s'engage également dans la petite crique W. La matre, érodée par des courants, est entaillée par deux tombants liés l'un au vent d'Est et l'autre au Mistral. Le second -important- ne s'étend pas jusqu'au fond de la baie et n'existe plus dans la zone étudiée ici.

D'une façon générale, dans les calanques provençales, pour la plupart exposées seulement au vent d'Est, le front d'érosion des mattes progresse d'W en E depuis le Flandrien et le degré d'évolution relatif de ces calanques est indiqué par la position du tombant de l'herbier perpendiculairement à l'axe de la baie.

A port d'Alon, le degré d'évolution de l'herbier à Posidonies est très poussé et le tombant situé nettement dans la moitié E, peut atteindre une hauteur de six mètres.

J'ai prélevé, toutes les trois semaines environ, d'une part, des touffes de Posidonies (1) et d'autre part des échantillons de la couche superficielle de la matre (1'). Cette matre est constituée par un sédiment coquiller grossier, en général mal classé, à granulométrie logarithmique.

L'érosion de l'herbier est à l'origine du sédiment qui se dépose au pied du tombant. Le sable de ce chenal est peu différent de la matre elle-même (prélèvement (2)). Par contre, vers le fond de la calanque, il passe à un matériel plus fin, mieux classé, plus évolué en raison des stations hydrodynamiques plus intenses qui s'exercent dans la zone du prisme littoral. On passe à la pelouse à Cymodocées décrite précédemment (prélèvement (3)).

Enfin, un dernier groupe de prélèvements concerne les peuplements algaux qui recouvrent les blocs rocheux du talus détritique des deux côtés de la baie : (4) dalles à Jania. Ce peuplement sera considéré plus loin.

a/ La microfaune de l'herbier proprement dit

La matre de l'herbier à Posidonies est un sédiment essentiellement organogène constitué en grande partie par des tests, coquilles et divers débris provenant des organismes qui vivent dans ce milieu, soit sur le fond, soit sur les végétaux. Les tests de Foraminifères sont nombreux et ont été fréquemment étudiés. En ce qui concerne notamment les *Miliolidae* on se référera au travail détaillé de J. et Y. LE CALVEZ dans la baie de Villefranche (1958). Je citerai donc seulement ici les espèces rencontrées le plus couramment :

OPHTALMIDIIDAE : *Nubecularia lucifuga*, *Vertebralina striata*, *Cornuspira involvens*.

MILIOLIDAE : *Quinqueloculina vulgaris*, *Q. seminulum* ; *Q. stelligera* ; *Q. disparilis* ; *Q. undulata* ; *Q. viennensis* ; *Q. reticulata* var. *carinata* ; *Q. variolata* ; *Q. rhodiensis* ; *Q. rugosa* ; *Q. agglutinans* (rare) ; *Q. aspera* (rare) ; *Q. irregularis* (rare) ; *Q. berthelotiana* ; *Q. parvula* ; *Q. cliarensis* ; *Q. mediterraneensis* ; *Q. ungeriana* ; *Quinqueloculina* (?) *suborbicularis* Schlumb. ; *Quinqueloculina* (?) *dilatata* Schlumb. ; *Massilina secans* ; *M. annectens* ; *Triloculina triloculina* ; *T. wiesneri* ; *T. gracilis* ; *T. schreibertiana* ; *T. laevigata* ; *T. oblonga* ; *T. rotunda* ; *T. planctana* ; *T. cuneata* ; *T. gracilis* ; *T. marioni* ; *T. semicostata* ; *Sigmoilina costata* ; *S. grata* ; *Spiroloculina ornata* ; *S. ornata* var. *tricarinata* ; *S. depressa* ; *S. disparilis*.

PENEROPLIDAE : Comme dans les peuplements à Cymodocées, ils sont représentés par le genre *Peneroplis* (*P. planatus* et *P. pertusus*). On trouve, plus rarement, quelques formes déroulées (*Spirolina arctica*, *S. semilitus*).

NONIONIDAE : *Astrononion sidebottomi* ; *Nonion asterizans*.

DISCORBIDAE : *Rosalina* cf. *columbiensis* ; *R. posidonicola* ; *R. globularis* ; *R. globularis* var. *bradyi* ; *R. obtusa* ; *R. vilardeboana* ; *Discorbinella bertheloti* ; *Neconorbina williamsi* ; *N. terquemii*.

SPIRILLINIDAE : *Spirillina vivipara*.

ANOMALINIDAE : *Cibicides lobatulus* ; *C. refulgens* ; *Cibicidella variabilis* ; *Cyclocibicides vermiculatus* ; *Dyocibicides biserialis*.

CERATOBULININIDAE : *Asterigerinata mamilla*.

ELPHIDIIDAE : *Elphidium macellum* ; *E. macellum* var. *aculeatum* ; *E. macellum* var. *granulosum* ; *E. advenum*.

PLANORBULINIDAE : *Planorbulina mediterraneensis* ; *P. acervalis* ; *Acervulina inhaerens*.

ROTALIIDAE : *Ammonia beccarii*.

HOMOTRENIDAE : *Mintacina mintacea*.

A cet assemblage il faut ajouter quelques espèces rencontrées plus accidentellement : *Bolivina* sp. ; *Siphotextularia concava* ; *Eggerella scabra* ; *Lagena* sp. ; *Lagena laevis*.

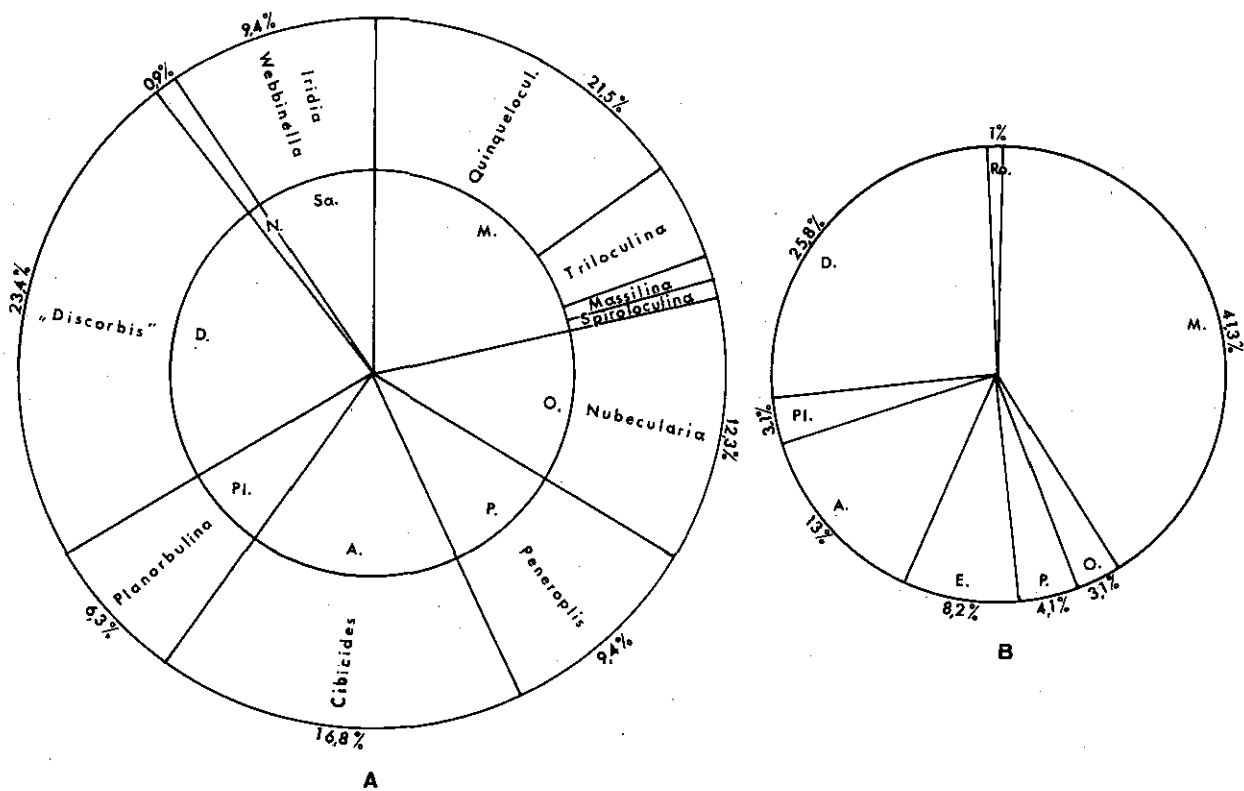


Figure 5 - Microfaune de l'herbier (Port d'Alon) :
 A/ Foraminifères vivants sur les Posidonies
 B/ Ensemble des tests dans le sédiment de la Matte.

M : Miliolidae	Pl : Planorbulinidae	E : Elphidiidae
O : Ophtalmidiidae	D : Discorbidae	Ro : Rotaliidae
P : Peneroplidae	N : Nontonidae	
A : Anomalinidae	Sa : Saccaminidae	

Les pourcentages des diverses familles (fig. 5) correspondent, à peu de choses près, aux proportions des individus trouvés vivants au même point sur les feuilles et sur le fond ce qui exclut toute accumulation de tests vides venus de l'extérieur. D'autre part, la composition de la microfaune des sédiments de matte est constante aussi bien dans toute l'étendue d'un même herbier que dans des herbiers de localités différentes (cf. tableau 4). Ce milieu apparaît donc bien individualisé et caractérisé par une population originale où l'apport des milieux voisins est négligeable. Le tableau suivant groupe des résultats obtenus dans différents herbiers de la région et à des profondeurs diverses.

TABLEAU IV

Proportion des principales familles dans quelques sédiments d'herbier

	passee Riou Calseragne	Calanque de l'Oule -29 m	Calanque de Sormiou -15 m	Calanque Port d'Alon -3 m	Calanque Port Miou -24 m
% <i>Miliolidae</i>	20	22	26	41,3	42
% <i>Discorbidae</i>	8	11,5	14	25,8	13
% <i>Anomalinidae</i>	23	25,5	22	13	10
% <i>Planorbulinidae</i>	9	9,5	8	3	2

Ce tableau indique la présence de variations locales en sens opposé, d'une part des *Miliolidae*, (espèces libres), et d'autre part, des *Cibicides* et des *Planorbulina*, espèces fixées aux feuilles. Toutefois il ne paraît pas que l'on puisse relier ce phénomène ni à une modification saisonnière de la population, ni à une influence de la profondeur. En effet, à Port d'Alon en particulier, dès que la température de l'eau s'élève, on constate une augmentation progressive du nombre d'individus de chaque espèce sans que leurs proportions relatives en soient sensiblement modifiées. Seuls les *Peneropliidae* ont une période de vie assez limitée : fin de l'été et automne.

Les résultats sont indiqués sur le tableau 5 qui donne, en outre, une idée de la composition de la microfaune sur le fond et sur les feuilles de Posidonies au cours des trois mois d'été. Il ne concerne que les principaux groupes. Les familles représentées exceptionnellement par un ou deux individus, ou dans un prélèvement seulement, n'ont pas été mentionnées.

TABLEAU V

	Juillet		Août		Septembre	
	sédim.	feuil.	sédim.	feuil.	sédim.	feuil.
<i>Miliolidae</i>	+++	+	+++	+	+++	++
<i>Anomalinidae</i>	+	++	+	++	+	+++
<i>Planorbulinidae</i>	.	+	.	+	.	++
<i>Discorbidae</i>	++	++++	++	++++	++	++++
<i>Rotalidae</i>	.	.	+	.	+	.
<i>Elphidiidae</i>	+	+
<i>Peneropliidae</i>	+	.	+	.	++	++
<i>Scamminidae</i>	.	++	.	++	.	++

Le nombre de croix indique approximativement l'abondance plus ou moins grande de la famille considérée. Il n'est pas possible de chiffrer exactement cette abondance car des pourcentages établis, d'une part dans le sédiment et d'autre part sur les feuilles ne seraient pas comparables. En effet, la répartition des Foraminifères vivants dans le sédiment est assez homogène dans chaque échantillon tandis que celle des individus épiphytes est beaucoup plus discontinue :

- Toutes les portions de feuille n'ont pas la même densité de peuplement, il faut remarquer que les zones les plus peuplées sont celles qui sont recouvertes par un feutre algal dense ou par une croûte de Mélobésiées (nourriture plus abondante, protection mécanique contre les frottements) c'est-à-dire essentiellement la partie supérieure des feuilles, surtout vers leur extrémité.

- Les formes adhérentes aux feuilles sont souvent représentées par des jeunes que l'on rencontre par groupe de plusieurs individus de la même espèce (jusqu'à sept ou huit souvent) ce qui nécessiterait, pour établir un pourcentage valable, d'en compter un très grand nombre.

Tel qu'il est établi, le tableau, montre cependant, globalement, l'augmentation générale de la population de Foraminifères au cours de l'été. On voit que les feuilles représentent un milieu ex-

trêmement riche, groupant la majorité des espèces fixées et dans lequel sont capables de prospérer également la plupart des autres formes. Les *Elphidium* sont aussi fréquents sur les feuilles que sur le fond. Les *Miliolae* y sont aussi bien représentées et forment jusqu'à 5 % de cette faune épiphyte. Seules les *Rotaliidae* ont été trouvées uniquement dans le sédiment mais il faut noter que celles-ci sont bien moins abondantes dans le sédiment de la matre que dans les sables à Cymodocées.

Il convient enfin de rappeler l'importance des herbiers de Posidonies comme milieu de reproduction des Foraminifères ou tout au moins de croissance des jeunes.

ISSEL (1912) a décrit dans la région de Portofino, dans le Golfe de Gènes, la pullulation des embryons de diverses espèces (y compris *Globigerina bulloides*) sur les feuilles de Posidonies. Il signale également qu'il n'a jamais trouvé, dans ces herbiers, de *Rosalina bertheloti* dépassant 0,3 mm et que ces individus -d'une taille très inférieure à la taille moyenne généralement constatée pour les exemplaires adultes- étaient cependant capables de se reproduire par amœbospores. L'auteur attribue ce phénomène à la température élevée de l'eau de mer, en été, dans cette région, qui accélérerait la reproduction.

A Port d'Alon les diverses espèces de *Discorbidae* rencontrées sont représentées pour une certaine partie par des individus de taille normale. Ceux-ci se rencontrent essentiellement sur le fond, tandis que les jeunes (0,04 à 0,05 mm) étaient seuls représentés et toujours en très grand nombre, sur les feuilles pendant toute la période considérée.

Parmi les autres espèces rencontrées, à l'état plus ou moins embryonnaire, sur les Posidonies il faut citer de nombreuses jeunes Miliolae (0,02 à 0,04 mm) et de nombreuses Globigérines -celles-ci sont toujours de taille inférieure à 45 microns. Ainsi, comme dans le Golfe de Gènes, l'herbier d'une calanque, baie relativement fermée, abrite des jeunes d'espèces pélagiques, ordinairement peu représentées au voisinage des côtes.

Remarquons que toutes ces formes de petite taille, y compris les Globigérines, se rencontrent aussi, moins abondantes toutefois, sur les feuilles de Cymodocées.

b/ La microfaune du chenal inter-matré

Le sédiment prélevé immédiatement au pied du tombant représente le premier stade de destruction de celle-ci (prélèvement n° 2). La granulométrie en est identique. Les assemblages de Foraminifères sont les mêmes mais la plupart sont des tests vides. Il ne semble pas qu'il puisse, à ce stade, s'établir une population caractéristique. Celle-ci n'apparaîtra que sur un matériel plus évolué, comme celui sur lequel s'installent les Cymodocées.

Par son caractère de sédiment d'accumulation, le sable des chenaux inter-matres est très proche de celui des "sables à Amphioxus" ou "sables grossiers" sous l'influence des courants de fond. La microfaune, exclusivement formée d'espèces de l'herbier y présente encore cependant les mêmes fréquences des différentes formes que celles que l'on observe dans la matre.

Dans les zones soumises à de forts courants, ce matériel, roulé et trié, voit sa composition faunistique se modifier progressivement avec usure des tests les plus fragiles et lessivages des éléments les plus fins pour aboutir finalement à l'assemblage caractéristique des "sables à Amphioxus" qui sera décrit ultérieurement.

Lorsque l'on effectue des prélèvements dans l'herbier par dragage il est certain que la drague, travaillant surtout dans les zones dépourvues de végétation, ramènera surtout le matériel des chenaux ; matériel qui pourra, suivant les cas, présenter un degré d'usure et de tri plus ou moins poussé et comporter parfois uniquement des tests brisés et roulés (cas de la station 939 - Banc de Centuri).

2/ Les herbiers à Posidonies en Méditerranée orientale

Un grand nombre de dragages ont été effectués dans les herbiers à Posidonies. Parfois mêlés d'*Halophila* -dans les limites géographiques de l'extension de cette espèce- ils en sont évidemment dépourvus dans la partie N de la mer Egée. Il est intéressant de comparer la microfaune correspondant à ces deux faciès du peuplement.

a/ Les herbiers de faciès "chaud" (Péloponnèse, Crète, S de la mer Egée, Dodécannèse).

Ils ont été étudiés grâce à plusieurs prélèvements dont certains -notamment ceux de la baie de Kalo- Limniones (Crète) ont été fixés. Dans cette localité la présence des *Halophila* est signalée mais ces dernières, étudiées séparément dans une autre portion de la baie, n'ont pas été recueillies ici ; le matériel comportait du sédiment et des Posidonies.

La microfaune de ce peuplement se caractérise, comme celles des herbiers à *Halophila* par la présence de l'association : *Amphistegina* - *Sorites* - *Ammonia* cf. *gaimardii*.

Les Amphistéginés - abondantes dans tous les sédiments de matre de l'aire considérée, n'étaient cependant pas très fréquentes à l'état vivant dans le matériel fixé (sédiment et feuilles de Posidonies). Or, on les a vu littéralement pulluler - à la même époque - sur les *Halophila* et diverses algues. On peut donc penser que ce sont sur ces dernières formes qu'elles trouvent leurs conditions de vie optimales plutôt que sur les Posidonies elles-mêmes.

Sorites et *Peneroplis* appellent peu de remarques, leur habitat ayant déjà été considéré. Notons toutefois que, limités en Provence aux petits fonds surchauffés, surtout en ce qui concerne les *Sorites*, ils envahissent ici tout l'étage infralittoral jusqu'à la limite inférieure des herbiers.

Les autres familles présentent peu de différences qualitatives avec les peuplements de climat tempéré plus frais mais leurs fréquences relatives sont en général moindres du fait de l'importance prise par le stock "chaud". Ce fait est net en particulier pour les genres *Cibicides* et *Planorbulina* qui ne sont plus dominants.

Notons la diversité des *Miliolidae* avec la présence du genre *Articulina* typique de ces climats, l'abondance des *Elphidiidae* (*Elphidium* et *Parrelina*) et, parmi les *Discorbidae*, le grand développement des *Glabratella*. Les diverses espèces de ce genre sont d'ailleurs figurées dans le travail de SIDEBOTTOM (1904-1909) qui en a lui-même décrit plusieurs.

Ces traits principaux de la microfaune se retrouvent dans les diverses autres stations d'herbiers réparties de la Crête jusqu'à la côte Turque. A titre d'exemple, donnons des pourcentages des diverses familles à la station 807 (fig. 6 A).

Ces microfaunes d'herbiers, sous cet aspect typique, se rencontrent jusqu'à une quarantaine de mètres et les dragages effectués à ces profondeurs permettent de suivre le passage de ces peuplements aux formations circalittorales qui leur font suite : citons par exemple la station 1964-20 (-35 m) où l'on note la présence de formes circalittorales : *Nonionella*, *turgida*, *Valvulinera bradyana* ; dans certains dragages (fig. 6 B) apparaissent des *Cassidulinidae* (1 044, -35 m, S. de l'île Kalimno). Enfin d'autres séries de stations montrent la transition avec divers types de fonds détritiques côtiers, éboulis de pied de falaises, fonds de grotte, etc... Les principaux stades de cette succession sont mis en évidence dans le tableau n° 9 qui sera commenté à propos des faciès d'accumulation.

b/ Les herbiers du N de la mer Egée : (stations d'Egripo, Talante, Golfes de Salonique et de Cassandre, île Thaso, île Samothrace, etc...).

Les herbiers du Nord de la mer Egée ne présentent plus le caractère "subtropical" de ceux de la zone méridionale. Amphistéginés et *Sorites* disparaissent, les *Peneroplis* sont moins abondants, surtout lorsque l'on considère des sédiments dragués à plus de vingt mètres.

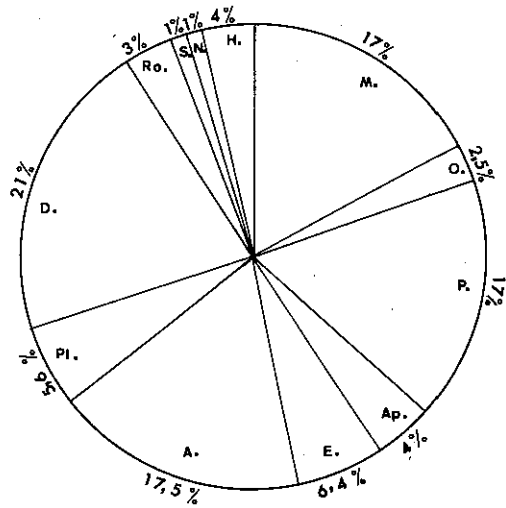
Les *Ammonia* cf. *gaimardii* se rencontrent, par contre, en grand nombre, dans le canal de Talante mais se raréfient ailleurs. Le genre est alors représenté par des *Ammonia beccarti* d'allure typique, beaucoup moins granuleuses, ainsi que par une forme très conique référable à *A. convexa* Collins.

Le diagramme de la fig. 6 C montre la répartition des familles à la station 1601 (S de Samothrace). On voit que *Miliolidae*, *Discorbidae*, *Cibicides* et *Planorbulina* reprennent leur importance caractéristique des herbiers de Posidonies de type tempéré. L'aspect de l'assemblage se rapproche beaucoup plus de celui des côtes de Provence (cf. fig. 5 B) que de celui des parages de la Crête.

E - LES PEUPELEMENTS ALGAUX

Il existe le long de nos côtes une grande variété de peuplements algaux, s'étageant de quelques cm au-dessous du niveau de la mer, à 40 m environ. Etablis sur des substrats solides, ils sont d'après PERES et PICARD (1964) autant de faciès d'une seule biocoenose, dite "Biocoenose des algues photophiles". Ces peuplements occupent à eux seuls des surfaces plus ou moins étendues tandis que, par ailleurs, diverses algues se rencontrent également mêlées aux *Posidonies*, aux *Cy-modocées*, aux *Halophila*.

Certains thalles portent, durant les mois d'été, une microfaune épiphyte, souvent importante, et il était intéressant de savoir si cette microfaune présentait des caractères originaux et se différenciait, par exemple, de celles des herbiers. J'ai été ainsi amenée à examiner un certain nombre de peuplements algaux, les uns de façon suivie, les autres occasionnellement.



A

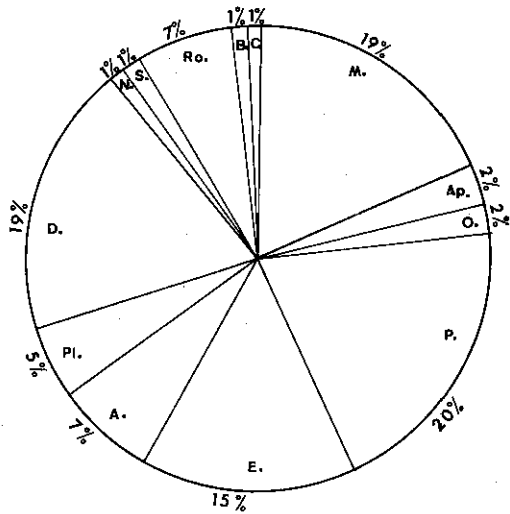
Figure 6 - Herbiers de Méditerranée orientale

A : Ile Syra, St. 820, (-15 m)

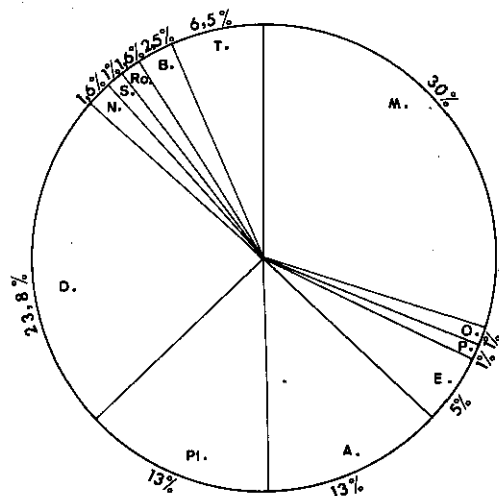
B : Ile Kalimno, St. 1044 (-35 km)

C : Ile Samothrace, St. 1601 (-30 m)

- M : *Miliolidae*
- O : *Ophthalmidiidae*
- P : *Peneroplidae*
- Ap : *Amphisteginidae*
- E : *Elphidiidae*
- A : *Anomalinidae*
- Pl : *Planorbulinidae*
- D : *Discorbidae*
- Ro : *Rotaliidae*
- S : *Spirillinidae*
- N : *Nonionidae*
- H : *Homotremidae*
- B : *Bulminidae*
- C : *Cassidulinidae*
- T : *Textulariidae*



B



C

1/ Les faciès à Cystoseira

Très répandues en bordure des côtes rocheuses, dans les eaux superficielles, ces algues sont surtout citées ici pour mémoire car les Foraminifères sont pratiquement inexistantes dans ce milieu sans doute trop agité. On y trouve occasionnellement quelques *Cibicides*, ou quelques *Miliolae*. Seul *Miniacina miniacina* trouve, en sous-strate, des conditions d'ombre lui convenant parfaitement.

2/ Les peuplements à Jania rubens

Ce peuplement a été étudié à Port d'Alon, sur les blocs éboulés de part et d'autre de la calanque. Les dalles rocheuses sont recouvertes d'une mince couche de sédiment formée en grande partie de fragments de *Jania* ainsi que de tests de Foraminifères ; beaucoup d'entr'eux sont vides. Les espèces sont les mêmes que celles de la matre. Sur les végétaux on note surtout l'abondance des diverses sortes de *Miliolidae* et des formes encroûtant les thalles

Ainsi, mise à part l'influence de l'herbier voisin qui apparaît considérable (dissémination des embryons ou plus vraisemblablement transfert de sédiment), les espèces préférentielles de ce biotope, d'ailleurs presque toutes localisées sur les algues, sont essentiellement des *Miliolae* à l'exclusion des *Cibicides*, *Planorbulinae*, *Rosalinae* etc... qui abondent sur les feuilles de Posidonies.

3/ Les peuplements à Halopteris

Ce peuplement qui s'installe dans des conditions toujours plus abritées que les deux précédents, présente, sans doute de ce fait, une population des Foraminifères plus variée et, en outre bien individualisée.

La zone étudiée est située au fond de la baie de la Ciotat, au lieu dit "Villa des Tours", immédiatement à l'Est du petit port désaffecté.

Le fond est formé par des dalles rocheuses (grès coniaciens) recouvertes d'une faible couche de sable, quelques centimètres à peine, portant des peuplements algaux variés sous 50 à 80 cm d'eau (cf. MOLINIER R. et J. PICARD - 1952). En s'éloignant de la côte, tandis que la profondeur augmente, la quantité de sédiment devient plus importante. On passe à une pelouse à Cymodocées puis à un Herbier à Posidonies, terminé vers le large par un "tombant".

J'ai effectué un prélèvement tous les 8 ou 10 jours, de mai à décembre 1961, toujours au même point, en récoltant séparément le sédiment d'une part et les touffes végétales d'autre part.

Le peuplement à *Halopteris* s'est révélé particulièrement intéressant par la riche microfaune qui s'y développe. Cette population est presque exclusivement cantonnée sur les Algues. En effet, si la faible couche de sable (2 à 3 cm environ) qui recouvre le rocher apparaît comme constituée pour une grande partie par des tests, ceux-ci sont vides dans la plupart des cas et correspondent aux espèces que l'on observe, vivantes dans la faune épiphyte.

Donnons la liste des principales espèces présentes dans le sédiment en juillet 1961 :

OPHTALMIDIIDAE : *Cornuspira involvens* ; *Nubecularia lucifuga* ; *N. massutiana* ; *Vertebralina striata*.

MILIOLIDAE : *Quinqueloculina parvula* ; *Q. rugosa* ; *Q. vulgaris* ; *Q. aspera* ; *Q. seminula* ; *Q. stelligera* ; *Q. berthelottiana* ; *Q. agglutinans* ; *Q. viennensis* ; *Quinqueloculina* (?) *dilatata* Schlumb ; *Quinqueloculina* (?) *suborbicularis* Schlumb ; *Quinqueloculina* (?) *sidebottomi* Martinotti. *Triculina rotunda* ; *T. planicina* ; *T. trigonula* ; *T. laevigata* ; *T. oblonga* ; *T. semi-costata* ; *Hassilina annectens* ; *H. secans* ; *Spiroloculina ornata* ; *S. depressa* ; *Stigmollina costata* ; *S. grata*.

PENEROPLIDAE : *Peneroplis planatus* ; *P. pertusus*.

DISCORBIDAE : *Rosalina* cf. *columbiensis* ; *R. globularis* ; *R. globularis* var. *bradyi* ; *R. vilardeboana* ; *Neoconorbina williamsoni*

SPIRILLINIDAE : *Spirillina vivipara* ; *Patellina corrugata*.

ANOMALINIDAE : *Cibicides lobatulus* ; *C. refulgens*.

CERATOBULININIDAE : *Asterigerinata mamilla*.

ELPHIDIIDAE : *Elphidium advenum* ; *E. macellum* ; *Elphidium* sp.

PLANORBULINIDAE : *Planorbulina mediterraneensis*.

On trouve également quelques rares *Buliminidae* (*Fissurina marginata*, *Fissurina cf. orbignyana*; *Bolivina* sp.; *Virgulina* sp.); ainsi qu'un exemplaire ou deux de *Lagena striata* (*Lagendae*) et *Globulina gibba* (*Polymorphinidae*).

Ces six dernières formes sont les seules qui aient été trouvées uniquement dans le sédiment mais leur très faible quantité, toujours inférieure à 1 % du total des Foraminifères, oblige à les considérer comme accidentelles et ne permet pas d'en tenir compte.

Toutes les autres espèces ont été rencontrées, sur les *Halopteris* recueillies au même point et à la même époque. Il semble bien qu'ici les Foraminifères vivent presque exclusivement sur les végétaux; les tests vides s'accumulant ensuite sur le fond.

Les proportions des divers genres et des diverses familles vivant sur les algues au début de l'été sont indiquées dans les diagrammes de la fig. 7 A qui correspond à un prélèvement du 6 juillet 1961.

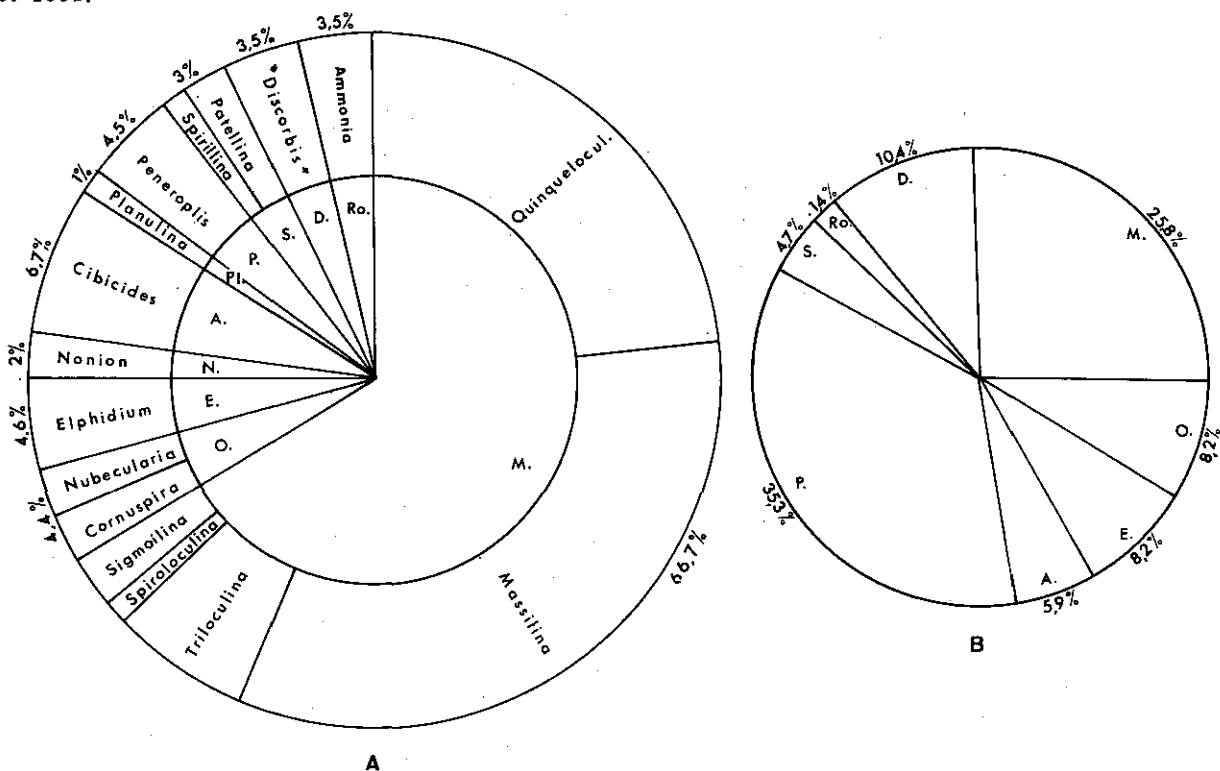


Figure 7 - Microfaune vivante des peuplements à *Halopteris* :
 A/ Mois de Juillet 1961
 B/ Mois de Septembre 1961

M : Niliolidae	A : Anomalinidae	D : Discorbidae
O : Ophthalmitidae	Pl : Planorbulinidae	Ro : Rotalidae
E : Elphidiidae	P : Peneroplidae	
N : Nonionidae	S : Spirillinidae	

Il faut insister sur le nombre d'espèces beaucoup plus réduit dans ce biotope que dans les autres peuplements végétaux considérés. Il y a ici notamment une diminution considérable -ou même une disparition complète- des formes du sédiment, arénacés et *Rotalidae*. Les Foraminifères adhérents aux végétaux sont nettement moins abondants : les *Discorbidae*, bien que variés en espèces, ne constituent qu'un faible pourcentage de la population; il en est de même des *Planorbulinidae*; tandis que les *Anomalinidae* ne comportent que deux espèces. On remarque, par contre, l'importance des *Niliolidae* qui donnent à cette période de l'année, un aspect particulier aux algues en piquetant de blanc le thalle brunâtre. En effet, les espèces les mieux représentées alors sont toutes de grande taille : *Massilina secans* (T.A.); *Quinqueloculina cf. dilatata* (T.A.) *Triloculina rotunda* (A.).

L'évolution saisonnière de cette population se marque surtout par le grand développement des *Peneroplidae* à la fin de l'été et pendant l'automne, cette famille passe en effet de 4,5 % dans le

prélèvement précédent à 35,5 % le 12 septembre 1961 (fig. 7 B). Proportionnellement les *Milolidae* ont regressé d'autant et ne représentent plus que 25,8 % mais la liste des espèces reste identique.

Les autres familles ont subi peu de changement aussi bien au point de vue des espèces présentes qu'au point de vue de leur fréquence.

Enfin, il faut noter que chaque tempête entraîne la mort de la plus grande partie et même parfois de la totalité des Foraminifères épiphytes et la chute des tests sur le fond. C'est ce qui s'est passé au mois d'Août par exemple ; après un fort coup de vent d'Est, je n'ai plus trouvé un seul Foraminifère vivant sur les algues tandis que le sédiment superficiel était, sur plusieurs millimètres d'épaisseur à peu près exclusivement formé de coquilles vides accumulées. Une semaine après, on retrouvait quelques espèces sur les *Halopteris* mais leur taille était très petite : divers *Discorbidae* compris entre 0,05 et 0,2 mm ; d'assez nombreuses miliolles (0,1 à 0,6 mm) et des *Spirillina* (0,1 mm en moyenne). Dix jours après, la population était redevenue normale et les Foraminifères en majorité de grande taille.

Ainsi se forment des "laminations" singulières, véritables horizons bio-détritiques, de l'ordre du millimètre, liés à des rythmes saisonniers ou à des phénomènes exceptionnels d'origine mécanique contre le fond (tempête). On retrouve une telle micro-séquence bio-détritique dans les carottes effectuées en Méditerranée (baie d'Iraklion, Grand Congloué, etc...) et dans certaines formations anciennes (Crétacé supérieur, Tertiaire).

4/ Méditerranée orientale

En Méditerranée orientale, aucun peuplement algal bien défini n'a été échantillonné isolément. Cependant, on a vu que diverses algues, *Rhodophycées* ou *Phéophycées*, ont été prélevées et fixées en même temps que les *Posidonies* ou les *Halophila*. Le tableau n° 3, donné à propos des herbiers, d'*Halophila*, montre que les caractères de la microfaune de ces algues sont peu différents de ceux décrits en Provence pour les peuplements à *Halopteris* : dominance des *Milolidae* et des *Peneropliidae* auxquelles s'ajoutent ici les *Amphisteginidae* ; abondance des espèces encroûtantes (*Nubecularia*, *Iridia*) ; assez faible développement des *Discorbidae*, *Cibicides*, *Planorbulina* qui abondent, au contraire, sur les feuilles des Phanérogames.

F - CONCLUSIONS SUR LES PEUPELEMENTS INFRALITTORaux

1/ De tous les milieux côtiers, l'herbier de *Posidonies* apparaît nettement comme le mieux individualisé.

Les Foraminifères y trouvent d'excellentes conditions de vie, c'est également un lieu de reproduction et de développement pour de nombreuses espèces.

- La composition de la microfaune de l'herbier est très constante d'une région à une autre. Elle est caractérisée par l'abondance des *Milolidae* et surtout par le grand nombre de formes adhérentes aux feuilles : *Cibicides* ; *Planorbulines*, divers *Discorbidae*. Les espèces encroûtantes (*Nubéculaires*) sont nombreuses.

- Les variations saisonnières ne modifient pas notablement la composition de l'assemblage.

- Enfin l'influence de l'herbier sur les milieux voisins est considérable. La "matte" (talus sédimentaire en voie d'exhaussement) est formée d'un sédiment riche en Foraminifères vivants et en tests vides. Ceux-ci proviennent exclusivement de la mort des espèces vivants sur place et non d'apports extérieurs. Par contre, après destruction de la matte, le matériel mis en circulation et dispersé, disséminera ces tests dans les milieux voisins (chenaux, sables des fonds de calanques ou même circalittoral). Le plus souvent ce sédiment ne conviendra pas à l'installation d'une nouvelle population de Foraminifères et la microfaune s'y présentera comme une accumulation de tests remaniés où l'on reconnaîtra encore les assemblages de l'herbier.

Il s'établira un sable biodétritique à éléments polygéniques. Des radiales de prélèvements systématiquement étagés mettent en évidence des gradients granulométriques (affinement du triage et diminution de la médiane). Les Foraminifères se présenteront alors comme de véritables "extra-clasts" (FOLK R. L. 1959, 1962) épousant la distribution dynamique du sédiment et amenant un mélange et une certaine dispersion des assemblages.

Dans certains cas cependant -fonds de calanques notamment- le sédiment, après une évolution plus ou moins poussée, pourra être colonisé par les Cymodocées dont l'installation entraînera l'apparition d'un nouveau type de peuplement de Foraminifères qui se superposera aux stocks remaniés de la "matte".

De même, les Posidonies arrachées lors des tempêtes ou à un moindre degré, les feuilles tombées à l'automne, seront transportées à une certaine distance avec les Foraminifères qu'elles portent -aussi bien sur leurs feuilles que sur leurs tiges (*Miniacina miniacea*) ce qui sera la cause des mélanges de tests observables dans les biotopes voisins.

La microfaune des herbiers à Posidonies du Nord de la mer Egée est peu différente de celle observée sur les côtes de Provence ; par contre, plus au Sud, la population prend un caractère "chaud" avec abondance des *Peneroplis*, *Sorites*, *Amphistegina* ...

2/ Ces espèces présentent leur maximum de développement dans les herbiers à *Halophila*, caractéristiques de ces régions. La microfaune, presque "subtropicale" de ces peuplements se rapproche de celle des côtes israéliennes, égyptiennes et même de la mer Rouge (LACROIX 1941, SAID 1949-1950).

3/ Les peuplements à Cymodocées apparaissent comme un milieu moins homogène et moins constant que les herbiers à Posidonies. Leur population vivante présente certaines similitudes avec celle de ces derniers mais s'en différencie toutefois par la présence plus élevée des Miliolés arénacés (*Q. aspera* et *Q. agglutinans* notamment) ainsi que d'espèces très littorales : *A. beccarii*, *F. advenum*, *Eggerella scabra*.

Lorsqu'il est situé en arrière d'un herbier à Posidonies émergeant, ce peuplement montre souvent un faciès plus ou moins lagunaire (*A. beccarii* var. *tepida*).

La répartition des espèces dans les sédiments ne reflète pas strictement l'aspect et la population vivante en raison de la destruction rapide d'un certain nombre de tests fragiles (*Eggerella*, certaines Miliolés).

Enfin, ce peuplement présente un caractère discontinu lié à la disparition saisonnière des Cymodocées. L'on assiste ainsi à l'alternance d'une période d'été correspondant à la pullulation de la microfaune vivante, suivie d'une diminution hivernale de cette dernière qui se manifeste dès le mois de novembre, et s'accompagne ainsi qu'il vient d'être dit, d'une modification considérable des pourcentages de certains tests dans le sédiment.

En Méditerranée orientale, les pelouses à Cymodocées présentent peu de différences avec celles de Méditerranée occidentale. Ces peuplements paraissent toutefois assez pauvres.

4/ Les sables côtiers dépourvus de végétation. Lorsqu'ils sont trop grossiers, avec apport détritique d'origine minérale, ces sables ne contiennent pas de microfaune. Plus fins et mieux triés, ils permettent l'installation d'une population -pauvre en espèces et le plus souvent en individus- à *Ammonia beccarii* dominante, parfois accompagnée de quelques *Nonionidae* et *Elphidiidae*. *Ammonia beccarii* est quelquefois localement abondante sous une forme de grande taille et de forme aplatie. Enfin, lorsque la fraction colloïdale est importante on constate la présence de peuplement plus riches où, aux formes précédentes, viennent s'ajouter *Verneuilinidae*, *Miliolidae* à test arénacé et *Bolivina*. Cette microfaune n'est pas sans rappeler celle de certains sédiments pliocènes à *Bullinidae*.

Ces sédiments contiennent fréquemment un stock plus ou moins considérable d'espèces venues d'éventuels peuplements végétaux voisins, ils sont en outre fréquemment colonisés par les Cymodocées.

5/ Les peuplements algaux. La microfaune des peuplements algaux peut se définir essentiellement comme une microfaune à Miliolés. Cette dernière ne peut cependant prospérer que dans des zones relativement abritées ou l'hydrodynamisme n'est pas trop intense.

A l'exception des *Miliolidae* la plupart des familles banales de l'Infralittoral (*Rotalidae*, *Anomaliniidae*, *Planorbulinidae*, *Nonionidae*, *Elphidiidae*) sont peu fréquentes ou mêmes absentes. Seules certaines d'entre elles prennent localement ou temporairement un grand développement, en relation notamment avec l'élévation de la température de l'eau : *Peneroplis* en Provence pendant les mois d'été, *Peneropliidae* et *Amphisteginiidae* dans les portions chaudes de Méditerranée orientale.

II - LES SABLES A AMPHIOXUS. LES FONDS DE PASSES - LE MAERL

Je grouperai dans ce paragraphe quelques sédiments dont la microfaune présente un certain nombre de caractères communs liés à des conditions particulières et plus spécialement à la présence de courants de fonds. Ceux-ci exercent leur influence aussi bien sur le matériel sédimentaire -qui subit une évolution très analogue et toujours assez poussée- que sur les assemblages de Foraminifères, formés en grande partie de formes déplacées, remaniées et triées.

L'étude comparée de ces microfaunes permet de se rendre compte du rôle joué par les facteurs hydrodynamiques, d'une part dans la répartition des tests vides de Foraminifères, et d'autre part dans l'évolution des populations en place. Ces populations étant bien distinctes et référables à différents biotopes.

A - LES "SABLES A AMPHIOXUS" - ou "sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fond"

Bien qu'ils se rencontrent généralement dans les limites de l'étage infralittoral, les sables Amphioxus n'ont pas une position bathymétrique fixe. En Méditerranée, ils peuvent en effet empiéter sur l'étage circalittoral, puisqu'ils descendent jusqu'à 100 m dans la grande passe des Iles d'Hyères ; dans d'autres régions, région de Roscoff par exemple, ils peuvent même parfois se trouver en-dessous du maërl.

Ce sont des sables coquilliers, souvent grossiers, très lessivés, localisés dans des zones soumises à des courants. On les rencontre fréquemment dans les chenaux intermatte.

Je les ai étudiés en trois stations, situées dans l'archipel de Riou (cf. figure 8) ; les prélèvements ont été effectués tous les mois pendant 1 an au moyen de la drague type "spatange".

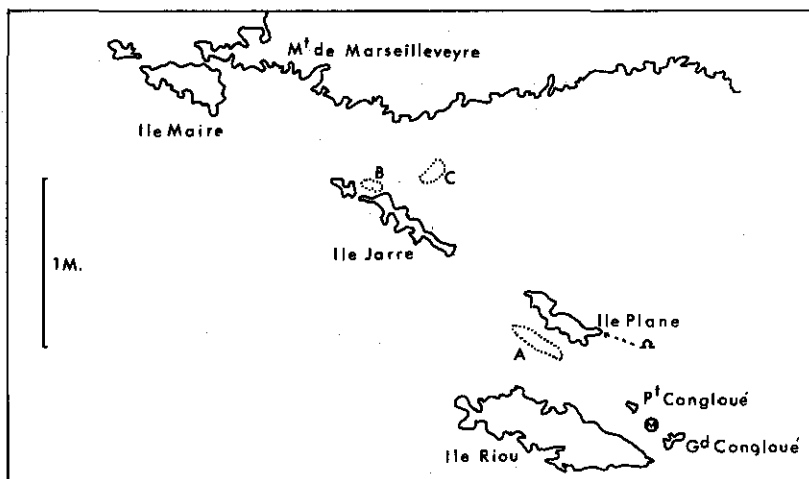


Figure 8 - Archipel de Riou

- A, B, C : Sables à Amphioxus
- M : Fonds de "maërl"
- Ω : Grotte sous-marine de l'Ile Plane (ou Ile Calseraigne).

- La station A, entre l'Ile de Riou et l'Ile de Calseraigne correspond à une profondeur de 18 m environ.

- La station B, située au NW de l'Ile Jarre correspond à un fond de 7 ou 8 m.

- Le sable du plateau des Chèvres (station C) a été dragué à une dizaine de mètres de profondeur entre l'Ile Jarre et la côte de Marseilleveyre.

Dans les trois zones considérées, le sédiment est composé en grande partie de débris de coquilles, d'oursins et de Bryozoaires. On y trouve aussi des fragments de concrétions coralligènes et de Lithothamnées. Tous ces débris sont très usés et très roulés ainsi que la plupart des Foraminifères.

1/ Description de la microfaune

Les Foraminifères ne sont pas très abondants (200 à 300 en moyenne dans 10 cc de sédiment). Il s'agit en général d'espèces de grande taille parmi lesquelles les Miliolles sont toujours bien représentées à quelques variations locales près.

L'aspect de ces assemblages est identique dans les trois stations. On y trouve les espèces suivantes :

TEXTULARIIDAE : *Textularia pseudorugosa* ; *T. sagittula* ; *Textularia* du groupe *agglutinans* d'Orb. ;

VERNEULINIDAE : *Gaudryina rudis* ; *Gaudryina* cf. *pseudoturris*.

OPHTALMIDIIDAE : *Nubecularia lucifuga* (assez rare - n'est pas mentionnée sur les histogrammes).

MILIOLIDAE (T.A.) : *Quinqueloculina seminulum* ; *Q. rhodiensis* ; *Q. disparilis* ; *Q. costata* ; *Q. vulgaris* ; *Q. viennensis* ; *Q. parvula* ; *Q. cliarensis* ; *Q. cf. italica* ; *Q. mediterraneensis* ; *Q. phoenicia* ; *Q. duthiersi* ; *Q. reticulata* var. *carinata* ; *Q. villafranca* ; *Q. bradyana* ; *Q. williamsoni* ; *Q. berthelottiana* ; *Q. aspera* (R) ; *Quinqueloculina* (?) *suborbicularis* Schlumb ; *Massilina secans* ; *Triloculina laevigata* ; *T. marioni* ; *T. webbiana* ; *T. semi-costata* ; *Spiroloculina depressa* ; *S. excavata*.

POLYNORPHINIDAE : *Guttulina lactea* var. *earlandi*.

NONIONIDAE : *Astrononion stelligerum*.

DISCORBIIDAE (T.A.) : *Rosalina globularis* ; *R. globularis* var. *bradyi* ; *R. vilardeboanus* ; *R. cf. columbiensis* ; *Eponides repanda* ; *E. repanda* var. *concomerata*.

SPIRILLINIDAE (P.A.) : *Spirillina vivipara* ; *Patellina corrugata*.

ANOMALINIDAE (A.) : *Cibicides lobatulus* ; *C. refulgens* ; *Cyclocibicides vermiculatus*.

CERATOBULININIDAE : *Asterigerinata mamilla*.

ELPHIDIIDAE : *Elphidium crispum* ; *E. macellum* ; *E. complanatum* ; *E. advenum*.

PLANORBULINIDAE (P.A.) : *Planorbulina mediterraneensis* ; *P. acervalis* ; *Acervulina inhaerens*.

ROTALIIDAE (Rares) : *Ammonia beccarii*.

HOMOTREMIDAE : *Mintacina miniacea*.

On retrouve donc, dans les sables à *Amphioxus*, la plupart des espèces de l'herbier de Posidonies. Toutefois, il faut mentionner la présence d'un groupe de formes qui n'étaient que peu ou pas représentées dans ce dernier peuplement et qui prennent ici une importance beaucoup plus considérable : Il s'agit essentiellement du groupe des grosses Miliolles costulées, telles que *Q. duthiersi*, *Q. pulchella*, *Q. cf. italica*, *Q. intricata*, *Q. phoenicia*, etc...

Ces espèces sont d'ailleurs assez voisines et parfois difficiles à déterminer en raison de leur variabilité et de l'existence de formes intermédiaires (C. GLACON 1963).

Y. LE CALVEZ a remarqué dans la baie de Villefranche, que ces Miliolles se localisaient entre 40 et 100 m ou 200 m environ. Dans la région de Riou, on les trouve assez rarement dans l'herbier tandis qu'elles sont générales et bien représentées dans les sables à *Amphioxus* pourtant souvent peu profonds. Il faut toutefois remarquer que les individus vivants sont relativement peu nombreux en comparaison des tests vides. Par contre, ces formes semblent vivre surtout dans les peuplements coralligènes environnants (surplombs et grottes des îles voisines).

En réalité, il est difficile d'effectuer des comptages de Foraminifères dans les peuplements coralligènes qui se développent sous les surplombs et sur les parois rocheuses. Les grattages de parois en contiennent toujours quelques uns mais, en l'absence de sédiments, ils sont épars, fixés sur les algues et divers organismes ou retenus par eux (on les trouve parfois dans les éponges) et trop peu nombreux pour donner lieu à des évaluations numériques.

Par contre, on peut étudier la microfaune contenue dans le sédiment des grottes sous-marines. Un aspect de ces assemblages a déjà été donné à propos de la grotte de Port Miou (L. BLANC-VERNET 1958). Au voisinage des stations étudiées ici, P. SARTENAER a trouvé une riche faune de Foraminifères dans le sédiment de la grotte de Calseragne (fig. 8). D'après cet auteur, la topographie des lieux rend peu probable un apport extérieur et il est vraisemblable que les espèces que l'on y rencontre ont vécu là, soit dans le sédiment, soit sur les parois. Cette micro-

faune comprend plus de 50 % de *Miliolidae* dont la moitié environ appartiennent aux espèces citées plus haut. Il y a également 10 à 15 % d'*Eponides repanda*. Le matériel n'ayant pas été fixé on ne peut préciser l'abondance des individus vivants par rapports aux tests vides.

Les Quinqueloculines considérées sont également fréquentes dans les fonds à Mélobésiées, ou "maërl" qui s'étendent à proximité, entre le grand et le petit Congloué (fig. 8). Aussi il est probable que l'abondance de leurs tests, souvent très usés, dans les sables à Amphioxus est, en partie au moins, le résultat d'un transport et d'une accumulation par les courants.

Il en est sans doute de même pour l'*Eponides repanda* (surtout présent sous sa variété *concamerata*) assez fréquent, mais presque toujours vide, dans les sables à Amphioxus et que l'on ne trouve pas dans l'herbier, tandis qu'il est souvent vivant dans le Circalittoral (notamment Détritique côtier et maërl).

Ajoutons enfin que ces tests remaniés ont certainement, en outre, une origine fossile. En effet, lors de violentes tempêtes, le sable à Amphioxus de la passe Riou-Calseragne est parfois en grande partie entraîné et la roche sous-jacente affleure alors par place. Un fragment de ce fond, arraché par la drague, se présente sous l'aspect d'une calcarénite formée de thalles de Lithothamnion enchevêtrés, véritable "maërl" consolidé. Or, la profondeur actuelle (18 m) est trop faible pour permettre l'installation de ce peuplement. Il s'agit là d'une formation fossile datant d'une période transgressive du Quaternaire (Tyrrhénien ?) et correspondant à un niveau de la mer supérieur à l'actuel d'au moins 15 à 20 m. (J. BLANC et L. BLANC-VERNET 1966).

Les Foraminifères pris dans cette roche sont assez nombreux : ils sont détachés facilement par un léger broyage au mortier. Il s'agit d'un assemblage composé surtout de Miliolles et de Textulaires aux quelles s'ajoutent quelques *Cibicides lobatulus* ; *Planorbulina mediterraneensis* et d'assez nombreux *Discorbidae*, parmi lesquels on retrouve justement l'*Eponides repanda*. Le matériel est assez usé ; toutefois on retrouve la plupart des espèces rencontrées dans les sables à Amphioxus et il est vraisemblable que le démantèlement de cette dalle, lors des périodes de mauvais temps, est à l'origine du stock assez considérable de tests remaniés que l'on rencontre dans les sables à Amphioxus. Cette formation, d'ailleurs, n'est certainement pas limitée à la passe Riou-Calseragne et elle doit également affleurer en d'autres points de l'archipel.

2/ La population vivante des sables à Amphioxus (cf. histogramme fig. 9 A) est pauvre en espèces comme en individus. On compte, en moyenne, dans les mois les plus favorables, 30 à 40 Foraminifères vivants dans 10 cc de sédiment.

Une espèce : *Buliminella elegantissima* d'Orb. est très généralement présente mais toujours en petit nombre. Son test fragile doit être détruit rapidement car il est rare à l'état vide.

Les familles les mieux représentées sont :

- Tout d'abord les *Miliolidae* (on rencontre irrégulièrement et peu nombreuses, la plupart des espèces citées dans la liste générale, à l'exception des grosses Miliolles dont il a déjà été question, et qui ne contiennent qu'exceptionnellement du protoplasme.

- Viennent ensuite les *Discorbidae* ; le genre *Eponides* est rare. Les *Anomalinidae* (*Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*), les *Planorbulinidae* (*P. mediterraneensis*) sont assez fréquents, soit fixés à des pierres et fragments de coquilles, soit, plus souvent détachés - ce qui fait penser à des Foraminifères arrachés aux feuilles de Posidonies et transportés dans les zones de sable à Amphioxus où ils ne doivent pas subsister longtemps.

- On trouve en outre des Textulaires en proportions variables (*Textularia* du groupe "agglutinans" et *T. sagittula* sont les mieux représentées), ainsi qu'un assez grand nombre de *Spirillinidae* et des *Elphidium* (surtout *E. crispum*).

L'importance de cette population varie beaucoup d'un prélèvement à l'autre. Il s'agit dans l'ensemble d'une microfaune analogue à celle de l'herbier de Posidonies mais appauvrie et végétant dans un milieu où elle ne rencontre pas de conditions favorables. Seules les Textulaires semblent en place et témoignent d'influences circalittorales.

En résumé, la microfaune vivante des sables à Amphioxus ne présente pas grande originalité et ne peut guère être distinguée de celle de l'herbier environnant. Au contraire si l'on considère l'ensemble des tests, on peut mettre en évidence une accumulation de formes venues en grande partie de la matte mais aussi des peuplements circalittoraux voisins et même de grès quaternaires sous-marins.

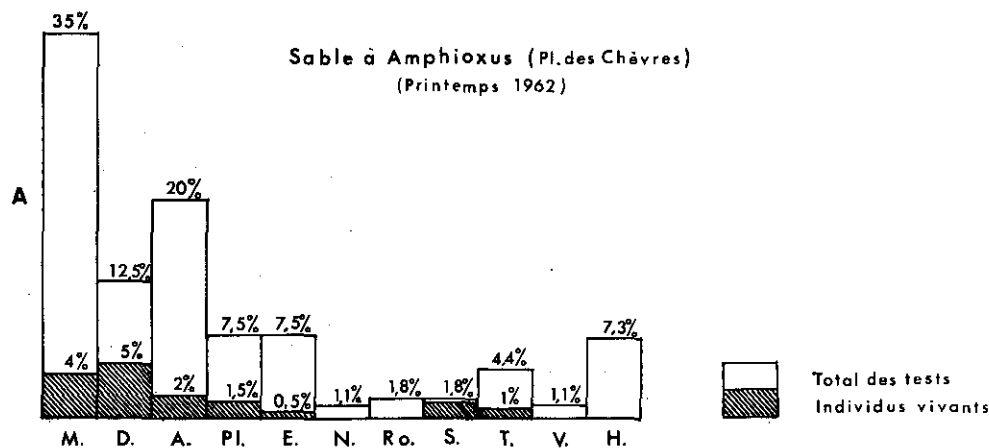
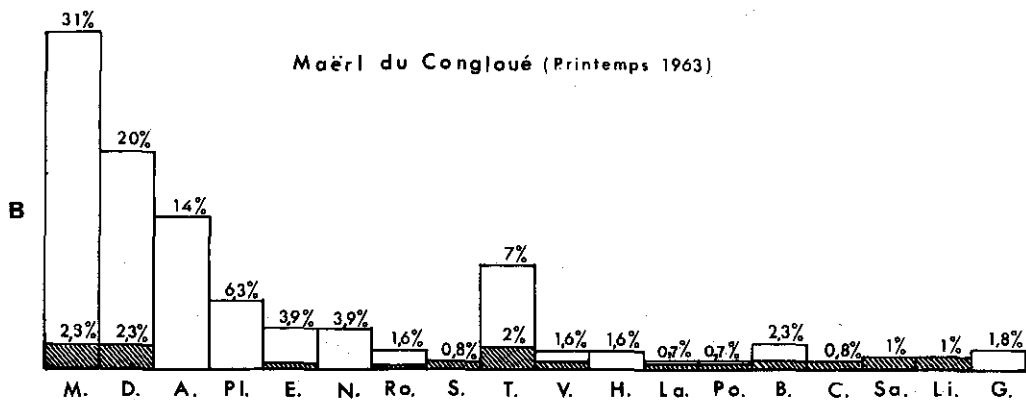


Figure 9 - Foraminifères vivants et tests vides dans les sables à Amphioxus et les fonds de "maërl"

Nombre de vivants	A	{	37	B	{	34
Nombre total des tests	A	{	260	B	{	256

3/ L'étude granulométrique de ces sédiments rend également compte de l'origine hétérogène de ce matériel ainsi que des phénomènes de brassage, lessivage et triage qui ont conditionné son dépôt.

Il est vraisemblable que l'abondance de certaines formes remaniées, toutes de grande taille, (0,5 et 1,5 mm en moyenne) est le résultat d'un tri granulométrique du sédiment sous l'action des facteurs hydrodynamiques qui ont déterminé l'élimination de la fraction fine et abouti à la concentration des grains minéraux et des Foraminifères de diamètres donnés. Les sables à Amphioxus sont, en effet, des sédiments ayant subi une évolution importante sous l'influence des courants qui érodent et ramènent le matériel issu des formations voisines, mattes d'herbiers et coralligène. Ces actions aboutissent à un sable grossier, bien classé, d'allure logarithmique et d'où les fractions les plus fines ont disparu.

Dans le cas du sédiment de la Station B (NW de Jarre) on a les valeurs suivantes (courbe fig. 10) :

dm	P ₁₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	P ₉₀	dM
0,3	0,59	0,69	0,92	1,3	1,66	2

On voit que la médiane présente une valeur élevée et que 90 % du sédiment (entre les valeurs P₅ et P₉₅) est compris entre les diamètres 0,54 et 1,8 mm ce qui représente bien les dimensions extrêmes des Foraminifères les plus fréquents : grosses Miliolés, Eponides, Textulaires, Gaudryina. Ceci expliquerait l'accumulation de grosses espèces en proportions beaucoup plus importantes que dans les autres milieux.

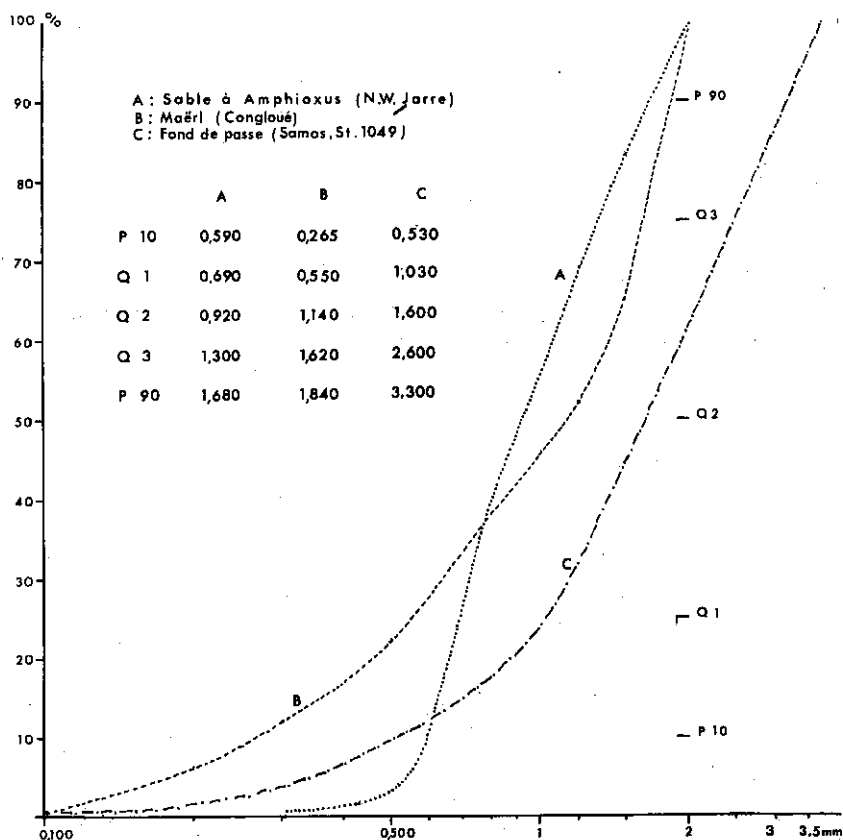


Figure 10 - Courbes granulométriques cumulatives à ordonnées semi-logarithmiques.

Ce phénomène serait analogue à celui qui se passe en certaines zones de Méditerranée orientale où le sédiment est en grande partie composé de tests remaniés d'*Amphistegina madagascariensis* dont les tailles se répartissent suivant une courbe de fréquence parallèle à celle du sédiment et dont la proportion peut atteindre jusqu'à 80 % du total des grains du sédiment. (L. BLANC-VERNET 1961).

B - LE "MAERL"

Dans un travail précédent (L. BLANC-VERNET 1958) j'ai indiqué les principaux caractères de ces fonds de passe, dans l'ensemble voisins des précédents, tant au point de vue assemblage de tests qu'au point de vue granulométrique.

J'ai repris ici l'étude détaillée d'une station (entre le Grand et le Petit Congloué - profondeur 35 à 40 m) afin de connaître également la population vivante et la comparer avec celle des sables à *Amphioxus*.

Il s'agit d'un fond de graviers sur lequel se développe un peuplement à Mélobésiées libres et remaniées. La macrofaune conduit à rattacher cette formation au Détritique côtier dont on retrouve bon nombre d'espèces ; toutefois, en ce qui concerne la microfaune il est difficile de séparer ces fonds des sables à *Amphioxus*. En effet il s'agit d'un peuplement localisé dans une passe et lié essentiellement à la présence de courants ainsi que l'a souligné R. JACQUOTTE (1962). Ce fait entraîne une évolution granulométrique, du même type que précédemment, qui conditionne, ici aussi, à la fois le sédiment et les tests de Foraminifères.

On a des courbes d'allure souvent logarithmique (fig. 10) mais qui tendent aussi parfois à devenir paraboliques par évolution régressive du sédiment (J.J. BLANC 1958). Il subsiste une importante fraction fine, caractère qui conditionne la présence d'un nouveau groupe d'espèces.

dm	P ₁₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	P ₉₀	dM
0,075	0,25	0,55	1,14	1,62	1,8	2

Les assemblages de tests que l'on rencontre dans ce matériel sont à première vue identiques à ceux des sables à *Amphioxus*.

Mais de notables différences apparaissent si l'on considère la population vivante (cf. histogramme B fig. 9) :

Les *Discorbidae* et les *Miliolidae* sont relativement moins abondants, ces derniers appartenant aux espèces déjà citées et surtout à *Q. phoenicia* Colom. Dans l'ensemble les espèces infralittorales ont diminué et notamment les formes généralement épiphytes comme les *Cibicides* et les *Planorbulina*. L'apport du sédiment d'herbier est cependant certain puisque les tests de ces espèces sont présents dans le matériel, mais il faut admettre que les conditions écologiques ne leur permettent pas d'y survivre.

Enfin il faut noter l'étalement de l'histogramme dM à l'apparition des familles à caractère plus profond et d'habitat en général vasicole qui sont presque toujours vivantes : *Lagenidae*, *Polymorphinidae*, *Bulminidae*, (avec le genre *Bolivina* ; surtout *B. dilatata*), *Cassidulinidae*, (*Cassidulina crassa*) et enfin arénacés : Textulaires mais aussi *Lituolidae* et *Saccaminidae* (*Protonina difflugiformis*). Toutes ces espèces, de petite taille, se rencontrent dans la fraction fine du sédiment qui, ici, n'est pas lessivée comme dans les sables à *Amphioxus*.

La microfaune du maërl apparaît donc sous la dépendance étroite à la fois de la bathymétrie et des conditions sédimentologiques. Il est certain que le cortège des formes "profondes" ne peut se maintenir, dès 40 m, que dans la mesure où la granulométrie du sédiment lui est convenable. On verra, de même, ces formes apparaître dans le détritique côtier, lorsque celui-ci sera suffisamment vaseux, et être absentes des autres stations, aussi profondes, dont le sédiment beaucoup plus grossiers est soumis à une lévigation trop intense.

C - LES FONDS DE PASSES EN MEDITERRANEE ORIENTALE

Les sédiments des passes, ainsi que les sables à *Amphioxus*, présentent en Méditerranée orientale les mêmes caractères que dans le bassin occidental.

Au point de vue granulométrie, on note l'allure généralement logarithmique, parfois parabolique, des courbes cumulatives. Débris coquillers, Bryozoaires, Ostracodes, fragments de radioles sont roulés, triés et souvent très usés tandis que la fraction fine est en général lessivée. De tels sédiments ont été étudiés et décrits par J.J. BLANC (1958 b) dans les passes de la mer Egée (Syra-La-Nata, Andros-Tinos, Paros-Naxos, Paros-Antiparos, Strongilo-Despotiko) et dans les sables à *Amphioxus* de la région de Santorin. Les listes données dans ce travail montrent dans ces fonds la dominance des Miliolés ainsi que des genres *Elphidium* et *Cibicides*.

Dans le Dodécanèse, j'ai étudié les passes entre Kos et Kalimno (Station 1042 et 1043) et entre Samos et le continent (Station 1049 et 1050). La microfaune est voisine de celle des passes de l'archipel de Riou ou encore fles d'Hyères (station 349) ; elle comporte de nombreux éléments remaniés venus de l'herbier ainsi que le cortège habituel de ces fonds : *Elphidium crispum*, *Eponides repanda*, *Textulariidae* et grosses quinqueloculines. Les fragments de *Miniacina minitacea* sont nombreux.

Dans toutes ces stations où le lessivage du sédiment est extrêmement poussé, *Bulminidae* et *Cassidulinidae* sont totalement absentes en dépit d'une profondeur déjà élevée (50 m à Kos, 70 à 170 m à Samos) ce qui confirme l'existence d'une relation entre l'abondance de ces formes et l'importance de la fraction fine dans le sédiment. En outre, la station 1049, la plus profonde (160 à 170 m) présente l'aspect d'un "Détritique du large" et apparaît comme un sédiment en grande partie fossile où les Foraminifères sont très usés et limonitisés

D - CONCLUSIONS

1/ Dans les divers types de fonds considérés, le facteur prépondérant est la présence de courants de fond. Ceci explique les analogies que présente la microfaune des sables à *Amphioxus* avec

celles des gravelles à Lithothammiées que l'on drague dans les passes. Dans les deux cas, le matériel accumulé et remanié sous l'influence d'actions hydrodynamiques intenses, a son origine dans les milieux sus-jacents et provient le plus souvent de l'érosion des mattes.

Le résultat est un sable grossier, trié, lessivé. L'étude granulométrique montre tous les degrés d'évolution de parabolique à logarithmique, avec parfois évolution régressive vers le premier type.

2/ Les assemblages de tests vides proviennent essentiellement du démantèlement des herbiers voisins, aussi la liste et les proportions des espèces sont proches de celles décrites dans les sédiments des mattes. Il s'y ajoute de plus, un stock important d'espèces très usées, grosses Miliolies notamment et *Eponides repanda*, que l'on rencontre exceptionnellement vivantes dans les sables à Amphioxus. Ces espèces sont plus abondantes dans les peuplements circalittoraux : "maërl", coralligène et même, dans certains cas, Détritique côtier ; elles paraissent liées exclusivement aux faciès grossiers et sont totalement absentes des vases circalittorales.

Les mêmes formes se rencontrent dans un "maërl" fossile découvert sous les sables à Amphioxus de la passe Riou-Calseragne. L'extension de cette formation est inconnue mais sa destruction alimente très certainement en Foraminifères remaniés les divers fonds de passe de l'archipel.

Elphidium crispum est également abondant dans ces fonds.

3/ La microfaune vivante des sables à Amphioxus est pauvre en espèces comme en individus. Il s'agit essentiellement de formes venues de l'herbier environnant mais qui ne peuvent s'y développer normalement. Ces espèces deviennent plus rares dans le maërl qui leur offre des conditions écologiques encore moins favorables ; il en est de même dans tous les types de fonds où intervient, outre l'agitation du sédiment et la présence de courants, une profondeur trop importante pour les espèces infralittorales. Dans ces derniers, par contre, apparaissent, souvent en très petit nombre, un ensemble de familles d'habitat plus profond que l'on retrouvera en plus grande quantité dans les vases ou les sables vaseux circalittoraux : *Cassidulinidae* ; *Buliminidae*, diverses formes arénacées. Ces divers Foraminifères sont également liés à la granulométrie du matériel et leur importance dépend de la proportion de sables et d'éléments fins dans le sédiment, ils peuvent, de ce fait, être totalement absents dans certaines formations aussi profondes mais trop lessivées (passe de Samos).

4/ Le principal intérêt de l'étude microfaunistique de ces fonds est d'ordre géologique. Il s'agit essentiellement de faciès d'accumulation où convergent les apports des milieux voisins et où se juxtaposent des Foraminifères de provenances diverses. L'étude de tels sédiments doit faire appel aussi bien à la biologie et à l'écologie des espèces qu'à la sédimentologie qui met en évidence le caractère hétérogène du matériel.

L'examen isolé des listes de microfaune conduirait évidemment, dans ce cas, à des conclusions absolument erronées. Ces réserves doivent, de même, s'appliquer à l'interprétation de certaines calcarénites anciennes (Barrémien du S.E de la France, formations tertiaires bio-détritiques, etc...).

III - LE DETRITIQUE COTIER ET LE DETRITIQUE DU LARGE-

En dessous des herbiers et des peuplements végétaux photophiles, l'étage circalittoral correspond à deux principaux types de fonds : d'une part les vases-vases terrigènes côtières- qui contiennent une microfaune originale (étudiée au paragraphe suivant) et d'autre part des fonds de sables d'origine détritique, parfois plus ou moins envasés, mais où la fraction grossière est toujours importante.

Ces sables détritiques circalittoraux, résultat du démantèlement et du remaniement des horizons sus-jacents, se caractérisent essentiellement par :

- l'hétérogénéité de leur matériel sédimentaire où les mélanges de stocks sont facilement décelables et l'évolution granulométrique en général faible.

- l'aspect particulier de leur microfaune, formée en majeure partie de tests vides, usés, souvent fossiles, appartenant à des espèces d'habitat sensiblement moins profond ; tandis que la population vivante est au contraire très réduite.

Les fonds détritiques côtiers s'étendent de la limite inférieure des herbiers -une quarantaine de mètres- jusque vers 100 mètres environ. Ils font place alors à un sédiment de constitution très analogue mais correspondant à un dépôt fossile, véritable détritique côtier ancien déposé au cours de périodes régressives du quaternaire récent. Cette zone, ceinturant la limite du plateau continental, de 100 à 200 mètres en gros, présente donc une extension bathymétrique plus importante que le détritique côtier actuel. Sa partie profonde est particulièrement intéressante tant par les thanatocoenoses particulières qu'elle recèle que par la microfaune actuelle où apparaissent, dans un matériel souvent plus fin et mieux classé, les premiers représentants de la population des vases bathyales.

Les stations étudiées sont indiquées dans la liste générale et pointées sur les cartes (pl. I, II, III). En dépit de leur nombre assez élevée, les résultats sont très homogènes et les caractères généraux de ces fonds se sont révélés identiques dans les trois régions considérées : côtes de Provence, parages du Cap Corse et Méditerranée orientale.

A - LE DETRITIQUE COTIER

1/ La population vivante

L'étude du sédiment des diverses stations fait apparaître, dès le premier examen, la pauvreté de ce milieu en Foraminifères vivants. On s'aperçoit en effet rapidement qu'il s'agit, là encore, d'un faciès d'accumulation où les tests déplacés et remaniés constituent une part très importante du sédiment tandis que la population vivante se réduit - soit à des apports intermittents de Foraminifères infra-littoraux (entraînés en profondeur par des courants ou lors de tempêtes).

- soit à un petit groupe d'espèces dont l'optimum se situe dans les vases voisines et qui se développent dans la fraction fine du sédiment.

Les Foraminifères du premier lot, dont l'origine rappelle celle des populations vivantes des sables à Amphioxus sont cependant ici beaucoup moins nombreux.

On trouve :

Des *Anomaliniidae*, avec *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *Cibicidella variabilis*, parfois des *Planorbulinidae* (*P. mediterraneensis*) toujours peu abondantes, des *Miliolidae* (appartenant à diverses espèces des genres *Quinqueloculina* et *Triloculina* et surtout une grande variété de *Discorbidae*.

Par contre, la fréquence des espèces vasicoles, *Cassidulina*, *Bulimina*, *Bolivina* et surtout *Nonion parkeri* Le Calvez, reste assez constante au long de l'année et dépend de la proportion de vase constituant le sédiment.

C'est ainsi que dans une quantité analogue (10 cc) de sédiments provenant de 4 dragages effectués le même jour dans la baie de Marseille, en mars 1963, (voir localisation sur la carte et dans la liste des stations) on a recueilli les Foraminifères suivants : (tableau 6).

Seules quelques espèces se retrouvent assez régulièrement : parmi les *Textulariidae*, les espèces du genre *Textularia* sont souvent vivantes, mais les *Bigenerina* le sont plus rarement. On trouve aussi *Gaudryina rudis*, *G. pseudoturris* et presque toujours, *Valvulineria bradyana*. Ces formes ont d'ailleurs une répartition très générale dans tout le Circalittoral et présentent leur optimum entre les limites bathymétriques de cet étage. La Miliole *Quinqueloculina pentagona*, accompagne en général les formes précédentes.

Parmi les *Bulminidae*, le genre *Bolivina* est le mieux représenté à ces profondeurs où il atteint des pourcentages très importants dès que le sédiment est un peu vaseux.

Eponides repanda par contre, semble la seule espèce qui se rencontre plus fréquemment en milieu grossier qu'en milieu vaseux. Il est totalement absent en effet de la vase terrigène côtière. Toutefois il n'est jamais bien abondant à l'état vivant dans le Détritique côtier.

Dans l'ensemble les chiffres sont trop faibles et trop fluctuants pour pouvoir établir des pourcentages ou des diagrammes de répartition.

2/ La microfaune remaniée

Beaucoup plus intéressante est l'étude des tests vides, très abondants dans le Détritique côtier dont ils permettent de préciser l'origine. En outre, ils finissent par constituer, comme dans

le cas des sables à Amphioxus, des assemblages tout à fait caractéristiques de ces fonds, bien qu'ils ne correspondent absolument pas à un fait biologique.

TABLEAU VI

STATION	3	4	5	6
Profondeur	55 m	75 m	60 m	67-69 m
% éléments 0,045 mm	5,4 %	8,5 %	27 %	39 %
nb. individus vivants	2	1	23	18
<i>Asterigerinata mamilla</i>	.	.	.	1
<i>Neoconorbina williamsoni</i>	.	.	3	.
<i>Ammonia beccarii</i>	.	.	.	1
<i>Valvulineria bradyana</i>	1	1	1	.
<i>Cancris oblongus</i>	.	.	1	.
<i>Cassidulina crassa</i>	.	.	1	1
<i>C. laevigata</i>	.	.	1	1
<i>Angulogerina angulosa</i>	.	.	2	.
<i>Bulimina aculeata</i>	.	.	1	1
<i>Bolivina punctata</i>	1	.	1	1
<i>B. spathulata</i>	.	.	1	2
<i>Fissurina orbignyana</i>	.	.	.	2
<i>Nonion parkeri</i>	.	.	8	3
<i>Elphidium lidoense</i>	.	.	.	1
<i>Cibicides lobatulus</i>	.	1	.	1
<i>C. refulgens</i>	.	1	1	2
<i>Quinqueloculina stelligera</i>	.	.	1	.
<i>Adercotryma glomerata</i>	.	.	1	.
<i>Proteonina difflugiformis</i>	.	.	.	1

La liste des espèces les plus généralement rencontrées est donnée dans le tableau 7 placé à la fin du chapitre concernant les fonds détritiques.

a/ On peut remarquer la dominance très nette des formes infralittorales ce qui s'explique aisément si l'on tient compte que la majeure partie de la fraction sableuse du sédiment provient de la destruction des horizons supérieurs et notamment de l'érosion des mattes de l'herbier.

Cependant les proportions relatives des diverses familles sont quelque peu modifiées par rapport à celles des herbiers en raison des remaniements subis par cette microfaune : tri, brassage, usure et transport sur une plus ou moins grande distance.

D'autre part, il n'y a que fort peu de ressemblance entre ces assemblages et ceux de la vase terrigène côtière qui s'étend pourtant à des profondeurs comparables et en des zones souvent contiguës.

La figure 11 illustre les principaux caractères des assemblages du Détritique côtier pour deux stations situées l'une dans la baie de Marseille, l'autre dans le Dodécanèse. On voit que les familles dominantes sont les *Miliolidae* et les *Discorbidae*.

Parmi les premières, on retrouve une trentaine d'espèces des herbiers à l'exception des formes à tests agglutinés, trop fragiles. Les grosses *Quinqueloculines* ne sont pas rares mais elles sont le plus souvent en mauvais état.

Les *Discorbidae* présentent une grande diversité et toutes les espèces citées dans l'infralittoral s'y trouvent représentées. Elles sont assez souvent vivantes. On trouve en outre *Valvulineria bradyana* et de très fréquents *Eponides repanda* et *E. repanda concolorata*. Cette espèce au test robuste, d'ailleurs souvent roulé, semble cependant vivre assez bien dans ce biotope.

Les *Elphidiidae* sont en général abondants, ils comprennent surtout de très nombreux *Elphidium crispum*, et *E. cf. complanatum*. Citons encore *E. macellum* sous sa forme typique et sous ses formes *aculeatum*, et *granulosum*; *E. advenum*, et *E. lidoense*. Notons que l'abondance des *Elphidium crispum* est tout à fait caractéristique des fonds du Détritique côtier et se retrouve dans les niveaux quaternaires référables à ce peuplement.

Les *Anomaliniidae*, parfois très abondants aussi, sont en général limités au genre *Cibicides* avec *C. lobatulus* et *C. refulgens*, parfois *Cibicidella variabilis*.

Il faut y ajouter quelques familles moins abondantes : une grande variété de *Spirilliniidae* (*Spirillina vivipara*, *S. limbata*, *S. wrightii*, *S. inaequalis*) des *Ophalmidiidae*, des *Planorbulinidae*, des *Rotaliidae* (*A. beccarii* et *R. granulata*) ainsi que des *Nontonidae* (*N. asterizans*, *Astrononton sidebotomi*).

Dans les zones les plus chaudes de Méditerranée (fig. 11 B et tableau 8), les espèces infralittorales caractéristiques de ces climats jouent un grand rôle, à l'état remanié, dans les fonds du Détritique Côtier et même du Détritique du Large. On trouve dans les parages de la Crête, dans le Sud de la Mer Egée et le Dodécanèse, de forts pourcentages de *Peneroplidae* remaniés ; les *Discorbidae* comportent un grand nombre d'espèces du genre *Glabratella*, tandis que les *Amphisteginidae* forment à elles seules une importante fraction du sédiment. Dans le Nord de la Mer Egée, par contre, l'aspect des assemblages redevient identique à celui représenté fig. 11 A. Citons, par exemple, les stations 1592 ou 1692.

De nombreux fragments de *Miniacina miniacea* s'ajoutent également souvent à cette microfaune. Ils proviennent des peuplements coralligènes des surplombs voisins ou même des formations scia-philes installées à la base des rhizomes de *Posidonies*.

b/ A côté des espèces infralittorales, plus ou moins remaniées, qui forment au moins les trois quarts de l'assemblage, les tests des formes susceptibles de vivre sur place ne représentent paradoxalement qu'une infime proportion de la microfaune. Citons : des *Cassiduliniidae* (*Cassidulina crassa* et *C. laevigata*) ; des *Buliminidae* avec surtout des *Bolivina* (*B. difformis*, *B. pseudoplicata*, *B. punctata*, *B. spathulata*), quelques *Reussella spinulosa*, de nombreuses *Entosolenia*, et des *Lagenidae* (*Lagena*). Enfin il faut mentionner une grande quantité de *Textulariidae* (*Textularia* et *Bigenerina*), des *Verneuilliniidae* (*Gandrytna rudis* et *G. pseudoturrhis*), parfois des *Lituoliidae* (*Haplophragmoides*), etc...

B - LE DETRITIQUE DU LARGE

Cette zone de sables coquilliers, à nombreux débris remaniés, forme une ceinture sur le rebord du plateau continental, au-dessus des vases bathyales. Au point de vue de la microfaune, son intérêt est surtout d'ordre géologique beaucoup plus que biologique ou écologique. En effet, comme le Détritique côtier auquel il fait suite, le Détritique du Large ne contient aucune biocoenose de Foraminifères. D'ailleurs, les Foraminifères vivants y sont rares, irréguliers en nombre et en espèces et consistent uniquement en formes vasicoles liées à la petite quantité d'éléments fins constituant le sédiment. Cette population présente donc, à la partie supérieure du moins, les mêmes caractères que celles du Détritique côtier précédemment décrit (*Bolivina*, *Textularia*, *Valvulineria* etc...). Dans la zone profonde, à partir de 150 m, environ on passe par contre, dans un sédiment souvent plus envasé, à un ensemble voisin de celui des vases bathyales.

La fraction grossière des sables du large est d'origine essentiellement détritique. Les assemblages ressemblent beaucoup à ceux du Détritique côtier, surtout dans la zone supérieure. Ils s'en différencient cependant par le fait qu'ils s'agit ici presque exclusivement d'un matériel beaucoup plus ancien, toujours très usé, épigénisé, dans lequel on peut mettre en évidence de véritables thanatocoenoses.

D'après les caractères de la microfaune fossile, on peut distinguer deux zones dans le Détritique du Large ; l'une de 100 m à 140-150 m environ, l'autre en dessous, noyée d'ailleurs dans sa partie inférieure, par le sommet de la vase bathyale actuelle.

1/ La zone supérieure : le Détritique côtier fossile :

La microfaune des stations effectuées entre 100 et 150 m présente une remarquable homogénéité. Ses principaux caractères apparaissent sur le diagramme circulaire de la fig. 12 (station 8-101 m). Je me suis efforcée, par la représentation adoptée, de donner une idée aussi représentative que possible de l'aspect de la microfaune, en indiquant approximativement l'importance des tests remaniés.

a/ On constate qu'une partie des Foraminifères (environ 30-40 %) sont en excellent état.

Il correspondent soit à des individus ayant vécu sur place (il y en a, en fait, très peu), soit à des individus des milieux environnants -vase terrigène, détritique côtier- transportés sur de plus ou moins grandes distances. Il s'agit donc d'un ensemble de formes locales ou déplacées mais toujours actuelles.

TABLEAU VIII

Fréquences des familles dans quelques sédiments infra- et circalittoraux de Méditerranée nord-orientale

Type de Fond	Infralittoral					Circalittoral					
	Peuplements végétaux					Détritique côtier			Fonds apparentés au D. C.		
									pied de falaise	grotte	grotte
Station	1 035	1 044	1 022	807	820	750	1 029	1 028	735	724	1 015
Profondeur	20-30 m	35 m	37 m	15 m	15 m	54 m	40 m	45 m	50 m	30 m	40 m
<i>Amphisteginidae</i>	2,5	2	5,5	4	9	6,4	15	13	20,5	26,0	42,6
<i>Peneroplidae</i>	51,5	20	14,8	17	13,7	14,8	31,5	12	15	0,9	3
<i>Miliolidae</i>	23	19	28	17	24,5	17,5	15	22	8,5	14,0	22
<i>Discorbidae</i>	9	19	23	21	17	20,7	9	27	5,5	11,5	11
<i>Anomalinidae</i>	4,5	7	5,2	17,5	5,9	13,1	8	8	15	14	9
<i>Planorbulinidae</i>	3	5	2	5,6	5,5	9,6	11	2	13,7	11	2
<i>Ophthalmitidae</i>	2	2	1	2,5	3,7	2,4	3,5	2	4	3,1	2
<i>Elphidiidae</i>	3,5	15	10,5	6,4	8,5	5,7	4	3	2,7	6,5	3
<i>Nontonidae</i>	0,5	1	4	1		0,5	0,5	1,5			1,4
<i>Rotalidae</i>	0,5	7	1,7	3				1,5			1
<i>Spirillinidae</i>		1	1	1		1,6		1,5			
<i>Homotremidae</i>			1,4	4	8,5	5	1,5	2,5	13,5	12	1
<i>Buliminidae</i>		1				0,8		2	1,6		1
<i>Textulariidae</i>			0,5		3,7			1			1
<i>Cassidulinidae</i>		1	0,5					1			
<i>Polymorphinidae</i>			0,9				1				

On remarquera le nombre assez faible d'espèces infralittorales, bien moindre évidemment que dans le Détritique côtier. Quelques Textulaires et quelques *Valvulineria bradyana*, formes caractéristiques de l'étage, continuent, quoique très rarement, à se trouver vivantes.

On peut noter, par contre, l'augmentation de *Nonton parkeri*, des *Buliminidae*, *Cassidulinidae*, *Lagenidae*. L'apparition des *Pyrgo*, d'*Epistomina elegans*, d'*Uvigerina mediterranea*, *Lagenodosaria scalaris*, *Sphaeroidina bulloides* etc... Toutes ces formes dont, la plupart comportent quelquefois des exemplaires vivants, sont en rapport avec la situation bathymétrique de ces fonds. Leur fréquence est, de plus, inversement proportionnelle au lessivage du sédiment.

b/ L'autre partie des tests est manifestement fossile

Les tests toujours usés et souvent ferrugineux contiennent un remplissage épigénisé par de la glauconie ou parfois de la limonite.

La répartition des familles, genres et espèces y est sensiblement différente et reproduit assez exactement celle des fonds détritiques côtiers, comme le fait ressortir une comparaison avec la figure 11.

On y retrouve les Miliolés côtiers (notamment *Quinqueloculina* et *Triloculina*), les diverses espèces d'*Elphidium* (*E. crispum*, T.A.), de *Discorbidae*, les *Cibicides*, *Planorbulina*, *Rotalia*, *Eponides*, de nombreuses *Textularia* et *Gaudryina* et une plus faible proportion de *Bolivina*, *Cassidulina*, *Lagena*.

L'importance de cette microfaune, sa faible variabilité d'un dragage à l'autre et l'identité remarquable des pourcentages avec ceux du Détritique côtier actuel permettent de conclure qu'il ne s'agit pas là d'un matériel "descendu" sous l'influence d'actions hydrodynamiques variées - courants, transferts - qui n'auraient pas manqué de modifier les fréquences relatives et de trier différentiellement les débris coquilliers.

On se trouve en présence d'un matériel en place, Détritique côtier fossile constitué au cours d'un stationnement de la mer à un niveau plus bas qu'actuellement. Il peut s'agir d'un stade remontée de la mer à la fin de la période würmienne (Würm III, Würm IV ...).

Ce dépôt semble correspondre à une tranche d'eau inférieure de 40 à 60 m par rapport au 0 actuel, et à des conditions écologiques peu différentes de celles qui règnent actuellement : la microfauve est identique à une exception près ; la présence d'*Uvigerina peregrina*, espèce très répandue dans tout le Détritique du Large fossile mais que je n'ai jamais trouvée actuellement dans aucun sédiment.

Ce type de fond forme une bande continue le long des côtes étudiées et se retrouve même au large du golfe de Fos, dans une zone largement envasée par les apports du Rhône. Au milieu d'une radiale ou les autres prélèvements sont tous très argileux, on drague, à 119 m (station F 15) un sédiment beaucoup plus grossier, comportant 38 à 40 % d'éléments d'un diamètre supérieur à 45 μ et où l'on retrouve très exactement l'assemblage fossile décrit ci-dessus. Il est vraisemblable que les éléments fins ne peuvent s'accumuler sur le rebord du plateau continental où est située cette formation qui, de ce fait, n'est que très peu ennoyée par la vase.

2/ La zone profonde du Détritique du Large : les thanatocoenoses würmiennes

Aux environs de 180 à 200 m de profondeur, l'aspect de la microfauve change sensiblement. La station la plus typique est la station A, effectuée à -190 m sur un interfluve du canyon de Planier (fig. 13).

Ce sédiment très lessivé, ne contient pratiquement pas de microfauve vivante à l'exception de rares *Nonion parkeri*. L'essentiel du prélèvement est constitué de tests et débris fossilisés.

L'assemblage de Foraminifères, assez différent de celui que l'on distingue aux environs de 100 m, ne peut plus être homologué au Détritique côtier. L'allure du diagramme circulaire évoque un ensemble nettement plus profond ; les formes littorales n'en représentent plus qu'une faible partie, (10 à 15 %) tandis qu'un nouvel ensemble d'espèces bathyales fait son apparition : *Nonion pompilioides*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Hyalinea balthica* et de nombreuses *Lenticulina* viennent s'ajouter aux *Nonion parkeri*, *Lagenodosaria scalaris* et autres, qui étaient déjà représentées dès 100 m.

Remarquons l'importance prise ici par *Uvigerina peregrina* toujours fossile. Il s'y ajoute une autre espèce que je n'ai, nous plus, jamais trouvée vivante : *Paromalina coronata*. On sait que cette forme existait en Méditerranée pendant le Quaternaire. Elle est présente dans les séries Calabriennes d'Italie (comme par exemple à Le Castella - en Calabre - où son apparition, comme celle de *Hyalinea balthica* est considérée comme l'indice d'un changement écologique et climatique permettant de préciser la limite Plio-Pleistocène. Au large des côtes de Provence, on trouve également *Paromalina coronata* dans des affleurements de grès et de calcarénites révéralbles au Quaternaire ancien découverts par C. FROGET (1966), notamment au sud des fles des Embiez. La microfauve de ces divers niveaux sera considérée dans la troisième partie de ce mémoire.

Paromalina coronata a dû persister en Méditerranée pendant une grande partie du Quaternaire mais elle paraît éteinte actuellement alors qu'elle vit encore dans les eaux froides et peu salées de l'Atlantique Nord.

En ce qui concerne les sédiments meubles, susceptibles d'être dragués, remarquons la présence très générale de cette forme associée à *Uvigerina peregrina* dans tous les sédiments würmiens où elle est très souvent associée aux faunes "celtiques" décrites par PICARD et MARS (1960). C'est le cas pour le gisement du Planier, où le sédiment contenait *Chlamys septemradiata*. C'est également le cas pour les stations du canyon de Cassidagne à -220 m, ainsi que pour la station 1270 située entre 160 et 210 m sur le banc de Santa Lucia.

MARS et PICARD rattachent ce type de gisement au Quaternaire récent en raison de l'absence de toute survivante Pliocène à caractère tropical - ce qui est également vrai pour la microfauve. D'autre part, on sait que, pour ces auteurs, les faunes à éléments celtiques, apparues en Méditerranée au début du Quaternaire, ont été liées, non pas nécessairement à une température plus froide des eaux, mais plutôt à un abaissement de la salinité. Or il est certain que la majeure partie de la microfauve qui leur est associée et constituée d'espèces qui vivent encore actuellement en Méditerranée dans des eaux qui n'ont pas un caractère "arctique". De plus, certaines espèces, souvent considérées comme "froides" ou "profondes" - comme *Hyalinea balthica* - se rencontrent par exemple, dans la vase terrigène côtière dès 70-80 m et même localement dès 25 m comme par exemple dans le golfe de Salonique.

La composition de cette thanatocoenose, si l'on tient compte de la répartition des espèces qui vivent encore de nos jours, amène à penser que le sédiment correspondant devait être plus vaseux que celui dans lequel on la trouve actuellement et qu'il a dû être ensuite lessivé.

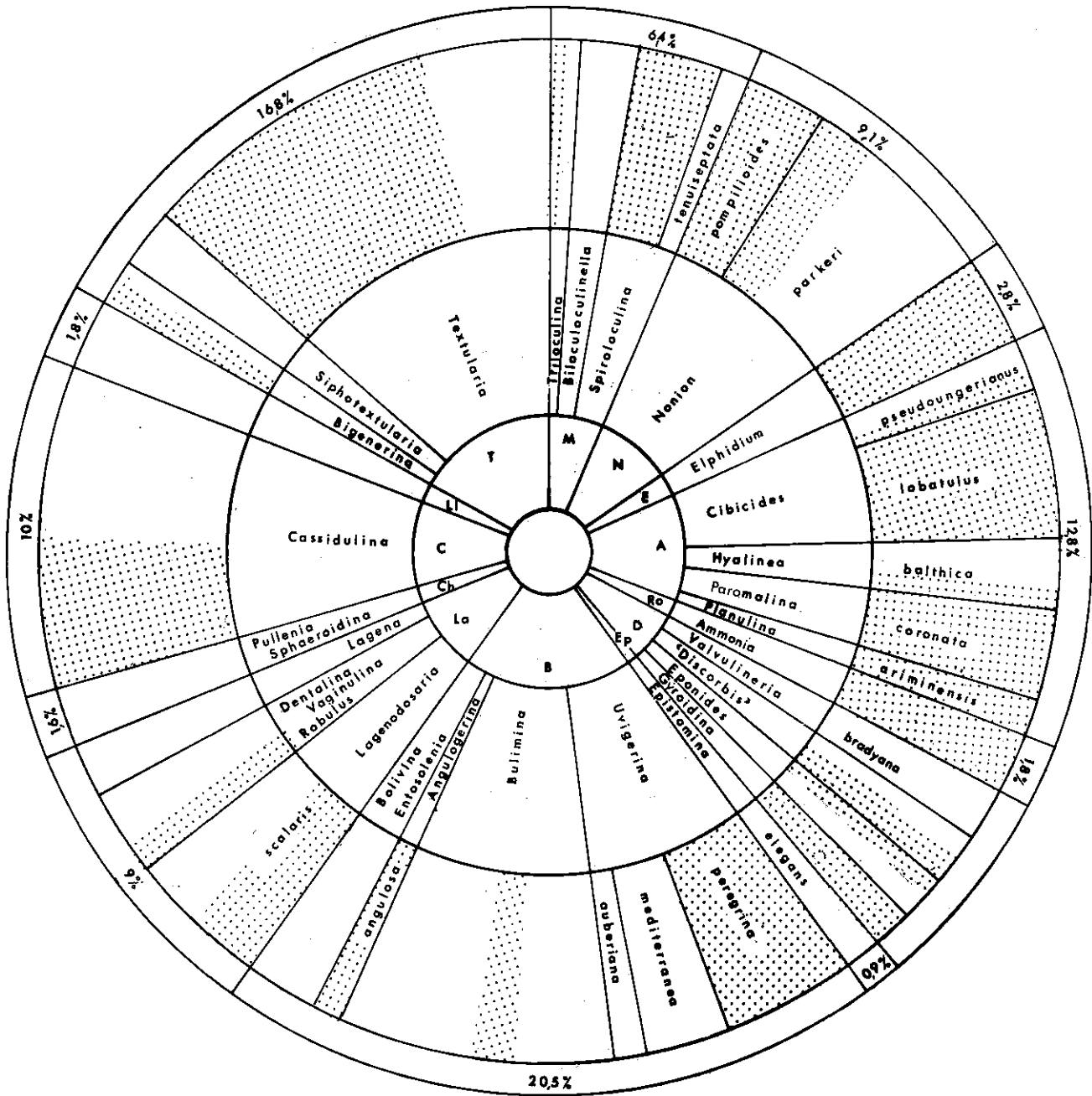


Figure 13 - Détritique du large : Composition de la microfaune a -190 m (St. A)

- | | | |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
| M : <i>Miliolidae</i> | D : <i>Discorbidae</i> | C : <i>Cassidulinidae</i> |
| N : <i>Nonionidae</i> | Ep : <i>Epistominidae</i> | Li : <i>Lituolidae</i> |
| E : <i>Elphidiidae</i> | B : <i>Buliminidae</i> | T : <i>Textulariidae</i> |
| A : <i>Anomalinidae</i> | La : <i>Lagenidae</i> | |
| Ro : <i>Rotaliidae</i> | Ch : <i>Chilostomellidae</i> | |

Dans les carottes, la dernière glaciation est bien reconnaissable par l'abondance des foraminifères planctoniques froids (cf. 2ème partie). Les sédiments fins d'origine pélagiques correspondant à cette période sont entrecoupés par endroits par des passées à éléments plus grossiers d'origine turbide et correspondant à des "descentes" dans la zone abyssale de sédiments déposés à la même époque sur le plateau continental. Certaines de ces passées contiennent *Paromalina coronata* et *Uvigerina peregrina*, mêlées aux diverses autres espèces qui les accompagnent régulièrement dans les sables du large. Ces formes, enfouies depuis le Würm, sont en excellent état de conservation et leur position intercalée dans des vases parfaitement datées confirme leur âge.

Il est, par contre, plus délicat d'évaluer la profondeur à laquelle vivait ce peuplement. La présence d'une population très analogue, dans les vases actuelles, dès une centaine de mètres, laisse la possibilité d'une régression assez importante mais il faudrait, en ce cas, admettre que les deux faunes fossiles que l'on drague, superposées, dans le Détritique du Large ne sont pas strictement contemporaines.

Enfin, la distribution verticale de ces gisements quaternaire est difficile à établir en raison du caractère discontinu des dragages et du fait que la topographie du fond n'est pas toujours également favorable à leur conservation en place. Il semble toutefois que cette faune descende plus bas que l'actuelle limite des sables du large et soit, dans sa partie inférieure, envahie par la vase bathyale actuelle. A la station L, effectuée à plus de 300 m sur la pente du Canyon de Planier on retrouve, mêlé à la population actuelle profonde, l'assemblage fossile bien reconnaissable mais, toutefois, sans *Paromalina coronata*. Les plongées en soucoupe, effectuées par le professeur DANGEARD et son équipe dans le Canyon du Planier, et par C. FROGET dans le Canyon de Casidagne et au Sud de l'île Riou, ont permis également de reconnaître la présence des thanatocoenoses würmiennes jusqu'à la profondeur de 250 m.

Plus bas, certains prélèvements de vase bathyale en comportent encore quelques éléments isolés mais il s'agit ici manifestement de glissements et non d'un matériel en place. Citons, par exemple, les sédiments à microfaune fossile et notamment à *Paromalina coronata* échelonnés jusqu'à 500 m sur les flancs de la dépression de Capraja (Est de la Corse).

En Méditerranée orientale, des thanatocoenoses à *Chlamys septemradiata* ont été signalées en certains points de mer Egée dans des sédiments du Détritique du Large. (J.J. BLANC - 1964). De tels sédiments ont été rencontrés notamment au Sud de l'île Thaso (station 1583 et 1585) et dans le canal Pelago (station 1544, 1545). A la station 1544 (270 m) on retrouve *Paromalina coronata* à l'état fossile.

C - RELATIONS ENTRE LA MICROFAUNE ET LA GRANULOMETRIE DU SEDIMENT

Les fonds du Détritique Côtier et du Détritique du Large sont ceux où les relations entre la microfaune et la sédimentologie sont les plus étroites puisque les facteurs sédimentologiques et notamment la granulométrie tiennent sous leur dépendance à la fois la population vivante et l'assemblage des tests remaniés. En effet :

- D'une part la population vivante est essentiellement une population vasicole dont la richesse est directement proportionnelle à l'importance de la fraction fine dans le sédiment.

- D'autre part, la composition de l'assemblage remanié dépend des phénomènes de tri, d'usure et de dispersion du matériel qui se sont exercés dans la zone considérée.

La figure 14 réunit quelques courbes granulométriques correspondant à des sédiments du Détritique Côtier et du Détritique du Large.

Dans l'ensemble, les sables du Détritique Côtier sont mal classés, les courbes montrent des paliers traduisant l'origine hétérogène du matériel et les mélanges de stocks en place ou remaniés. La dispersion aléatoire est forte. L'évolution peu importante ou nulle se manifeste par des courbes cumulatives d'allure parabolique ou tendant vers la forme logarithmique. La proportion des colloïdes et précolloïdes varie considérablement entre 40 % environ (station 6) et 3 ou 6 % (5,47 % à la station 3). Elle est même parfois nulle (station 2, 6, 1) dans le cas de sédiments très lessivés, ce qui entraîne alors un appauvrissement considérable des populations vivantes suivant un phénomène analogue à celui que l'on a décrit pour les fonds de passe.

En ce qui concerne le Détritique du Large, les courbes montrent plus de variété (J.J. BLANC 1958 à 1964). L'évolution en effet, souvent nulle ou faible sur le précontinent, se traduit par des

courbes d'allure paraboliques (station H et I, 107 et 134 m) ou logarithmique (station F, 110 m au Sud des Impériaux). On trouve aussi parfois des faciès plus évolués dans les zones profondes avec localement des sédiments à granulométrie hyperbolique.

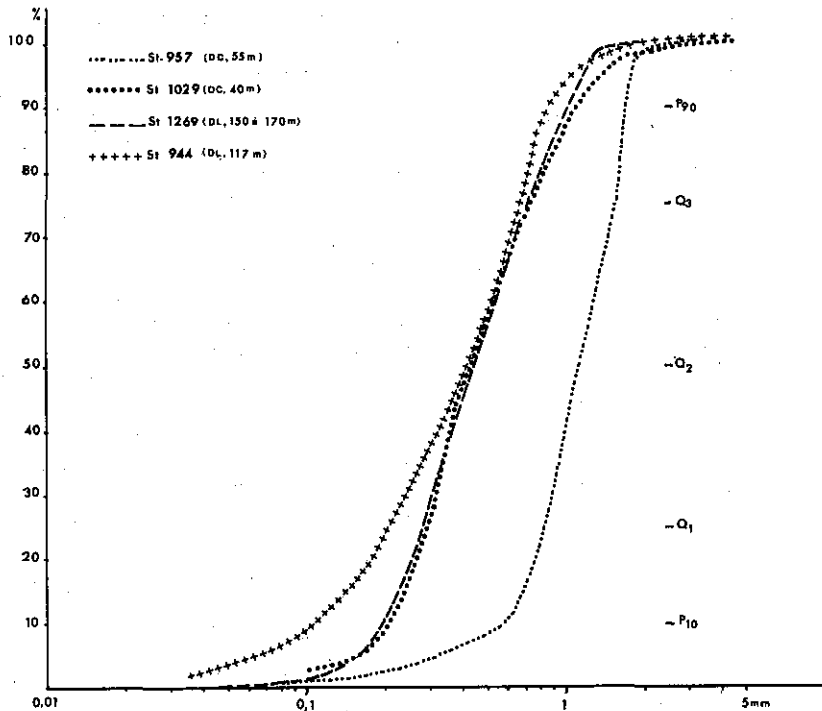


Figure 14 - Détritique côtier et Détritique du large. Courbes cumulatives semi-logarithmiques.

Par ailleurs, bien que la taille des débris organiques soit indépendante de la profondeur, on remarque dans les zones profondes du précontinent une augmentation sensible de la proportion des éléments fins et cet envasement permet l'installation de populations peu différentes de celles qui vivent au sommet des bases bathyales. L'indice de classement présente des valeurs variables ; il est souvent bon.

L'étude simultanée de la granulométrie et de la microfaune d'une série de sédiments permet souvent de préciser les phénomènes de tri et d'accumulation des tests vides. Tel est notamment le cas des sédiments à Amphistégines de Méditerranée orientale. J'ai insisté dans une note préliminaire sur la nécessité de déceler ces accumulations mécaniques et de les distinguer des populations en place sous peine d'aboutir à des interprétations écologiques erronées (L. BLANC-VERNET 1961). L'étude d'une série de dragages effectuée dans la même région a permis, depuis, de mieux préciser ces phénomènes et de reconnaître avec suffisamment de certitude les sédiments où cette microfaune est en place. En effet l'étude directe des populations vivantes n'est pas toujours possible -notamment en l'absence de matériel fixé- tandis que l'étude granulométrique est beaucoup plus aisément réalisable dans la plupart des cas.

Considérons par exemple le tableau n° 9. Pour chaque station sont indiquées :

- le pourcentage des Amphistégines par rapport au nombre total de Foraminifères benthiques.

- les principaux paramètres granulométriques caractéristiques du sédiment et notamment - l'indice de classement ($S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$) d'autant plus petit que le classement est meilleur.

TABLEAU - VII

Liste des espèces présentes dans le Détritique côtier
et le Détritique du Large

	Détritique côtier	Détritique du Large
<i>Amodiscus planorbis</i>	.	+
<i>Amodiscus catinus</i>	.	+
<i>Reophax sabulosus</i>	+	.
<i>Adercotryma glomerata</i>	+	+
<i>Cribrostomoides scitulum</i>	.	+
<i>Siphotextularia concava</i>		+
<i>Textularia sagittula</i>	A	A
<i>T. agglutinans</i>	A	A
<i>T. pseudorugosa</i>	+	+
<i>T. cf. pseudogramen</i>	+	+
<i>T. conica</i>		
<i>Bigennerina nodosaria</i>		+
<i>Gaudryina rudis</i>	+	.
<i>G. pseudoturris</i>	+	.
<i>Cornuspira carinata</i>	.	+
<i>Quinqueloculina stelligera</i>	+	+
<i>Q. rugosa</i>	+	+
<i>Q. rhodiensis</i>	+	+
<i>Q. undulata</i>	+	+
<i>Q. disparilis</i>	+	+
<i>Q. vulgaris</i>	+	+
<i>Q. williamsoni</i>	+	.
<i>Q. pulchella</i>	+	+
<i>Q. duthiersi</i>	+	.
<i>Q. mediterraneensis</i>	+	+
<i>Q. viennensis</i>	+	+
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	+	.
<i>Q. cliarensis</i>	+	.
<i>Q. phoenicia</i>	+	.
<i>Q. parvula</i>	+	.
<i>Q. pentagona</i>	+	+
<i>Quinqueloculina (?) suborbicularis</i>		
<i>Triloculina trigonula</i>	+	+
<i>T. marioni</i>	+	+
<i>T. tricarinata</i>	+	+
<i>T. rotunda</i>	+	.
<i>T. laevigata</i>	+	.
<i>Spiroloculina excavata</i>	+	+
<i>S. depressa</i>	+	+
<i>S. tenuiseptata</i>	.	+
<i>Sigmollina grata</i>	+	.
<i>S. costata</i>	+	+
<i>S. tenuis</i>	.	+
<i>S. schlumbergeri</i>	.	+

	Détritique côtier	Détritique du Large
<i>Biloculinella labiata</i>	.	+
<i>B. globula</i>	.	+
<i>Pyrgo anomala</i>	.	+
<i>P. elongata</i>	.	+
<i>P. depressa</i>	.	+
<i>P. bradyi</i>	.	+
<i>Peneroplis planatus</i>	+	.
<i>P. pertusus</i>	+	.
(surtout Méditerranée orientale)		
<i>Lagena striata</i>	.	+
<i>L. laevis</i>	.	+
<i>L. semistriata</i>	+	+
<i>L. williamsoni</i>	.	+
<i>Lagenodosaria scalaris</i>	.	+
<i>Nodosaria cf. vertebralis</i>	.	+
<i>Dentalina cf. subemaciata</i>	.	+
<i>Saracenaria italica</i>	.	+
<i>Marginulina glabra</i>	.	+
<i>Lenticulina vortex</i>	.	+
<i>L. calcar</i>	.	+
<i>L. cultrata</i>	.	+
<i>L. cf. orbicularis</i>	.	+
<i>Uvigerina mediterranea</i>	.	+
<i>Angulogerina angulosa</i>	+	+
<i>Bolivina pseudoplicata</i>	+	+
<i>B. difformis</i>	+	+
<i>B. punctata</i>	+	+
<i>B. spathulata</i>	+	+
<i>B. cf. aenariensis</i>		+
<i>Loxostomum alatum</i>	.	+
<i>Bulimina aculeata</i>	.	+
<i>B. marginata</i>	.	+
<i>B. elegans</i>	.	+
<i>B. costata</i>	.	+
<i>Virgulina schreibertiana</i>	.	+
<i>Reussella spinulosa</i>	+	+
<i>Fissurina cf. orbignyana</i>	+	+
<i>F. marginata</i>	+	+
<i>F. trigono-marginata</i>	+	.
<i>F. elliptica</i>	+	.
<i>F. lucida</i>	+	.
<i>Oolina hexagona</i>	+	+
<i>Globobulimina caudigera</i>	.	+
<i>Cassidulina carinata</i>	+	+
<i>C. crassa</i>	+	+
<i>C. subglobosa</i>	.	+
<i>Chilostomella mediterraneensis</i>	.	+
<i>Sphaeroidina bulloides</i>	.	+
<i>Pullenia bulloides</i>	.	+
<i>Astrononion sidebottomi</i>	+	.

	Détritique côtier	Détritique du Large
<i>Nonion asterizans</i>	+	.
<i>N. parkeri</i>	+	+
<i>Rosalina vilardeboana</i>	+	+
<i>R. globularis</i>	+	+
<i>R. globularis</i> var. <i>bradyi</i>	+	+
<i>R. cf. columbiensis</i>	+	+
<i>R. obtusa</i>	+	+
<i>Neoconorbina williamsoni</i>	+	+
<i>N. terquemi</i>	+	+
<i>Discorbinella bertheloti</i>	+	+
<i>Planodiscorbis rarescens</i>	+	+
<i>Glabratella cf. australensis</i>	+	+
<i>G. pulvinata</i>	+	+
<i>G. erecta</i>	+	+
<i>Glabratella elegantissima</i>	+	+
<i>G. imperatoria</i>	+	+
<i>G. patelliformis</i>	+	+
(surtout Méditerranée orientale)		
<i>Valvulineria bradyana</i>	+	+
<i>Canceris oblongus</i>	+	+
<i>Eponides repanda</i>	+	+
<i>E. repanda</i> var. <i>concamerata</i>	+	+
<i>Gyroidina orbicularis</i>	.	+
<i>G. cf. soldanii</i>	.	+
<i>Spirillina vivipara</i>	+	+
<i>S. limbata</i>	+	.
<i>S. wrightii</i>	+	.
<i>S. inaequalis</i>	+	.
<i>Epistomina elegans</i>	.	+
<i>Mississipina concentrica</i>	.	+
<i>Asterigerinata manilla</i>	+	+
<i>Cibicides lobatulus</i>	T. A	A
<i>C. refulgens</i>	A	A
<i>C. pseudoungerianus</i>	.	+
<i>Cibicidina rhodiensis</i>	+	+
<i>Hyalinea balthica</i>	.	+
<i>Planulina ariminensis</i>	.	+
<i>Elphidium lidoense</i>	+	.
<i>E. crispum</i>	+	+
<i>E. macellum</i>	+	+
<i>E. advenum</i>	+	.
<i>E. cf. complanatum</i>	+	+
<i>Parrelina verriculata</i>	+	.
<i>Ammonia beccarii</i>	+	
<i>Rotalia granulata</i>	+	+
<i>Amphistegina madagascariensis</i> (Méditerranée orientale)	+	.
Remaniées :		
<i>Paromalina coronata</i>	.	+
<i>Uvigerina peregrina</i>	.	+

- l'assymétrie de la courbe de fréquence $A = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{(Q_2)^2}$ qui donne la position du mode de cette courbe par rapport à la médiane Q_2 . Rappelons que pour $A > 1$ le mode est décalé du côté fin ; pour $A = 1$, mode, moyenne et médiane sont confondus ; pour $A < 1$ le mode est situé du côté des éléments grossiers.

Avant de commenter ce tableau il faut insister sur deux faits :

1/ sauf cas exceptionnels de formes très fragiles -ce qui ne se présente pas ici- la quantité d'individus vivants d'une espèce donnée est en général négligeable par rapport aux nombres de tests vides observés dans le sédiment.

2/ le poids total des tests, même si les Foraminifères sont abondants, est toujours faible par rapport à celui des grains et n'a aucune action sur l'allure de la courbe granulométrique.

Dans ces conditions, on se trouve, pour chaque sédiment, en présence d'un pourcentage d'Amphistégines, correspondant essentiellement à des tests vides et le problème est de savoir si ce chiffre traduit une réalité biologique (chute sur le fond d'individus ayant réellement vécu dans le biotope) ou un phénomène hydrodynamique et sédimentologique (accumulation et concentration locale d'éléments minéraux et organiques d'une taille donnée après triage et lessivage du matériel).

Dans le 1er cas, l'abondance des tests peut certes, être conditionnée par un type de sédiment convenant plus particulièrement à la pullulation de l'espèce, mais sans qu'il y ait de relation directe entre la taille des Foraminifères et celle des grains. Dans le 2ème cas, cette relation doit pouvoir être démontrée.

Le tableau montre que dans la plupart des stations de l'herbier à Posidonies (station 1535-1544-1022), biotope où les Amphistégines vivent nombreuses et atteignent de grandes tailles, ces dernières s'accumulent sur un sédiment dont la majeure partie est constituée de grains d'une taille inférieure à la leur (Q_2 est toujours inférieur à 0,5 mm dans les 3 stations citées).

Par contre, aux stations 1029, 735, 724, 1015 et 778 la fraction fins du sédiment a été entraînée, la médiane atteint des valeurs élevées (0,6 à 0,8). D'autre part, les valeurs de A, voisines ou inférieures à 1, indiquent que le mode de la courbe de fréquence est encore décalé du côté grossier. Ces sédiments ont subi des actions de triage qui ont entraîné une concentration des grains d'un diamètre à peu près équivalent aux tailles moyennes des Amphistégines, c'est-à-dire en général voisin du millimètre (cf. courbe Tab. 9 B).

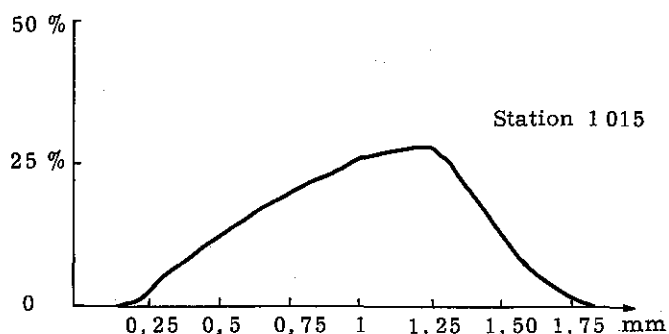
Au contraire à la station 750, le sédiment, sans doute peu lévigé, présente une proportion d'Amphistégines beaucoup plus faible.

TABLEAU IX A

type de fond	Infralittoral				Circalittoral					
	herbiers de Posidonie				DC		pied fa-laises	grottes		passee
n° station	1 035	1 044	1 022	820	750	1 029	735	724	1 015	778
P_{10}	0,180	0,08	0,16	0,28	0,205	0,164	0,11	0,30	0,235	0,27
Q_1	0,22	0,144	0,19	0,37	0,275	0,28	0,23	0,45	0,35	0,43
Q_2	0,28	0,23	0,26	0,54	0,37	0,43	0,50	0,8	0,59	0,60
Q_3	0,45	0,435	0,42	0,87	0,652	0,7	1	1,2	1,1	0,77
P_{90}	0,85	0,75	0,62	1,30	1,26	1,1	1,6	1,8	1,88	1,02
classement (S_0)	1,44	1,73	1,47	1,6	1,56	1,53	2,09	1,6	1,77	1,36
Assymétrie (A)	1,2	1,1	1,1	1,09	1,36	1,05	0,9	0,8	1,1	0,9
% Amphistégines	2,5	2	5,5	9	6,4	15	20,5	26	42,6	80

TABLEAU - IX B

Fréquence des Amphistégines par rapport au nombre total des grains, en fonction de la taille



Ainsi les pourcentages atteints par une espèce dans les stations circalittorales ne doivent pas être considérées comme un renseignement d'ordre biologique.

On voit que le même phénomène peut jouer aussi dans certain cas, pour les stations infralittorales, témoin le dragage n° 820 où le sédiment est manifestement plus grossier et où le chiffre de 9 % d'Amphistégines ne traduit peut être pas un biotope plus favorable à cette espèce que celui des stations voisines.

Ces tris granulométriques interviennent certainement dans d'autres sédiments et sont, sans doute, à l'origine de bien des accumulations de tests qui paraissent difficiles à expliquer autrement. Citons, entre autres, l'abondance dans les fonds de passes -sédiments grossiers, toujours soumis à des courants- des Miliolites de grande taille du type *Quinqueloculina pulchella*, *Q. duthieri*, *Q. phoenicia*. Rappelons que ces espèces sont toujours peu abondantes à l'état vivant, tant dans les fonds de passes que dans les biotopes voisins et les faibles fréquences qu'elles présentent ne permettent pas d'expliquer le nombre de tests vides si l'on ne fait pas intervenir des phénomènes de concentrations des tests. Mentionnons également le cas du matériel würmien localisé en bordure du plateau continental, et notamment à la partie supérieure des canyons. Les espèces fossiles trouvées dans ces sédiments présentent, pour la plupart, de grandes dimensions (*Angulogerina angulosa*, *Uvigerina peregrina*, *Paromalina coronata*). Par contre, on drague actuellement vers 1 000 m, sur les pentes du canyon de Cassidagne, une vase bathyale où la microfaune pélagique récente est mêlée à de très nombreux *Globorotalia scitula*, espèce rare actuellement dans notre région. Il est fort possible que ces tests proviennent en réalité de la fraction fine du sédiment würmien, lessivée depuis son dépôt et entraînée le long de la pente, tandis que la fraction grossière demeurait aux environs de -200 m.

CONCLUSIONS

Les fonds sablo-vaseux de l'étage circalittoral -Détritique Côtier et Détritique du Large- apparaissent comme des zones d'accumulation (bio-calcarénites) où la microfaune est en presque totalité composée de tests vides, remaniés.

1/ Les Foraminifères vivants sont peu abondants

- d'une part la tranche d'eau est trop grande pour permettre la pullulation des espèces infralittorales : celles-ci sont toujours assez dispersées et diminuent avec l'augmentation de profondeur.

- d'autre part, le sédiment semble trop grossier pour que les espèces d'habitat plus profond, qui sont pour la plupart vasicoles, puissent les coloniser. Ces dernières seront ainsi plus ou moins abondantes suivant la proportion d'éléments fins contenue dans le matériel.

2/ Le Détritique Côtier comporte des assemblages de tests vides provenant essentiellement du démantèlement des horizons supérieurs et notamment de la destruction des mattes d'herbier à Posidonies dont on retrouve tous les Foraminifères.

3/ Le Détritique du Large est constitué, outre une certaine quantité d'éléments détritiques actuels une importante fraction fossile : tests de Foraminifères, coquilles et débris divers, beaucoup plus usés et épigénisés.

La microfaune permet de distinguer 2 zones étagées :

a/ Une zone supérieure -entre 50 et 100- 150 m environ, véritable Détritique Côtier fossile témoin d'un plan d'eau inférieur à l'actuel de 40 à 50 m environ. Ce stade quaternaire paraît relativement récent.

b/ Une zone profonde caractérisée par une thanatocoenose de type profond et sans doute antérieure à la précédente. Les espèces encore actuelles évoquent une population analogue à celle que l'on drague actuellement en-dessous de 100 m de profondeur et que l'on retrouve d'ailleurs dans les vases bathyales. Il s'y ajoute 2 espèces exclusivement fossiles, du moins dans cette région : *Uvigerina peregrina* et *Paromalina coronata*.

Cette microfaune se rencontre toujours associée aux thanatocoenoses de type "celtique" à *Cyprina islandica* et *Chlamys septemradiata* décrites par MARS et PICARD (1960) et datées de la fin du Würm. Pour ces auteurs, la disparition actuelle de cette faune a été liée à une variation de salinité et non à un réchauffement. Les Foraminifères semblent confirmer cette hypothèse car aucune des espèces encore actuelles (et se sont les plus nombreuses) qui accompagnent les formes éteintes ne présente un caractère "froid". Toutes vivent en grand nombre dans la vase terrigène côtière de la baie de Marseille à partir de 70 m. On les rencontre même, pour la plupart, à des profondeurs plus faibles dans des zones très envasées : 45 m devant l'embouchure du Rhône et dans le Golfe de Fos, 25 à 30 m dans le golfe de Salonique dans la zone d'apport du Vardar. Il est donc très possible que cette population fossile ait correspondu à des eaux de salinité légèrement plus faible qu'actuellement et que l'augmentation de cette dernière ait été à l'origine de la disparition de certaines formes.

En raison de la large répartition verticale des espèces encore actuelles, (*Buliminidae*, *Cassidulinidae*) et de leur remontée dans certaines conditions jusqu'à 40 m, il est difficile d'avoir une idée du niveau atteint par la mer. Les assemblages du type de la station A, qui contiennent encore beaucoup de formes littorales suggèrent une diminution de profondeur de l'ordre d'une centaine de mètres mais il est possible que cette régression ait été plus importante.

On trouve ainsi, dans le Détritique du Large, un certain nombre d'indices de variations de niveau de la mer ayant entraîné l'existence, au cours du Quaternaire, de populations de Foraminifères sensiblement différentes des actuelles, ainsi que de modifications écologiques qui ont déterminé l'extinction de certaines espèces. Mais il faut remarquer que ces modifications affectent uniquement les formations relativement profondes, à l'abri des érosions du prisme littoral et enregistrant, par leurs accumulations bio-détritiques, les vicissitudes des étagements. Au contraire, les peuplements côtiers semblent présenter des caractères plus constants comme en témoignent, par exemple, les divers "niveaux" marins des Alpes Maritimes dont dans la plupart des cas, la microfaune s'apparente de très près à celle des plages et des petits fonds actuels (où prédominent les phénomènes de remaniements et d'usure mécanique).

IV - LA VASE TERRIGENE COTIERE

Au contraire du Détritique côtier et du Détritique du Large, les fonds de vase circalittorale se caractérisent par une microfaune originale, exclusive de ce biotope et pratiquement dénuée d'apports extérieurs.

La limite supérieure de ce peuplement est assez variable : les vases terrigènes côtières peuvent localement "remonter" à proximité de la côte dans les zones où l'apport en éléments fins et colloïdaux est important ; à l'embouchure du Rhône, notamment, les vases se rencontrent près du rivage et la microfaune caractéristique apparaît dès que cesse l'influence de la dessalure, soit dès 40 m environ. Dans certaines portions du golfe de Salonique les espèces typiques de ces fonds se rencontrent même à partir de 25 m.

Latéralement, on peut suivre le passage progressif de la vase circalittorale aux fonds détritiques grossiers avec appauvrissement de la microfaune des vases à mesure que l'importance de la fraction fine diminue.

Enfin, à sa limite inférieure, on assiste, entre 150 et 200 m de profondeur, au remplacement des espèces circalittorales par les espèces bathyales. La transition entre les vases circalitt-

torales et bathyales est en général continue. Cependant on peut localement déceler la présence, sur le rebord du plateau continental, d'un Détritique du Large, d'ailleurs très envasé, et plus ou moins masqué par les apports turbides actuels.

La microfaune des vases côtières présente une grande uniformité au long de l'année (absence totale de variations saisonnières) et présente des caractères très analogues d'une région à l'autre. Elle caractérise des faciès fins, riches en phyllites, assimilables à des marnes et argilites en formation.

LOCALISATION DES STATIONS

La liste complète est donnée en appendice. Comme pour les autres biotopes, la région provençale a servi de zone témoin pour l'étude détaillée des divers aspects de la biocoenose. Entre le débouché du Rhône et Marseille, une quinzaine de stations (cf. carte pl. I) prospectées chacune à plusieurs reprises et à différentes époques de l'année, ont permis de préciser les principaux caractères de ce biotope ainsi que les passages, latéraux ou verticaux, aux biotopes voisins. Citons :

1/ Les stations au large du Rhône. Dans cette zone, la vase s'étend depuis les petits fonds jusqu'aux plus grandes profondeurs :

- Un premier groupe de stations devant l'embouchure du fleuve permet d'étudier la microfaune des fonds allant de 17 m à 81 m.

- Un second groupe à l'entrée du golfe de Fos concerne des profondeurs de 40 à 70 m.

- Enfin, une radiale au large de la région précédente permet de suivre l'évolution des populations benthiques de 99 à 400 m, c'est-à-dire, le passage des microfaunes circalittorales aux microfaunes bathyales.

2/ Dans la baie de Marseille, les sédiments vaseux, d'origine rhodannienne, comme le prouve la répartition des espèces minérales, occupent toute la partie septentrionale de la baie au nord des fles du Frioul. La zone Sud est occupée par les fonds du Détritique côtier dont la microfaune, en grande partie remaniée, contraste avec celle des vases voisines.

Deux stations (16 et 17) sont effectuées au contact des fonds détritiques grossiers qui bordent la chafne de la Nerthe et de l'avancée des vases rhodanniennes ; ils concernent des fonds mixtes.

3/ En Méditerranée orientale, la vase terrigène côtière occupe de grandes surfaces dans les régions étudiées. Les stations proviennent des points suivant (cf. carte) :

1/ Côtes de Crète : station 1964 9-11-19-22-23, échelonnées de 40 à 200 m. Le matériel, fixé, a permis l'étude des Foraminifères vivants.

2/ Rhodes : station 1 012 (90 m).

3/ Mer Egée : stations 1 559* (105 m), 1 560* (73 m) 1 568 m (75 m) ; 1 595 (45 m) ; 1 581 (34 m) ; 1 582 (24 m) ; 1 530* (38-40 m) ; 1 615* (39 m) ; 1 039* (85-87 m).

Parmi ces stations certaines montrent les caractères de la vase terrigène côtière typique tandis que d'autres (marqués * dans la liste précédente) correspondent à des mélanges Détritique côtier - Vase côtière, comparables aux stations 16 et 17 des côtes de la Nerthe. Ce sont des sédiments où les espèces de la vase terrigène côtière vivant sur place se rencontrent mêlées à un assemblage constitué d'espèces infralittorales remaniées. C'est le cas, en particulier, des stations de la région d'Egripo et de Talante. Enfin les stations les plus profondes permettent d'étudier le passage à la vase bathyale.

A - LA VASE TERRIGENE COTIERE TYPIQUE

1/ Caractères généraux

Parfois bordée, près du rivage, par des zones plus ou moins dessalées en raison des arrivées fluviales, la microfaune des vases terrigènes côtières n'apparaît sous une forme typique qu'à partir d'une certaine distance de la côte, à partir d'une profondeur qui peut aller de 60 m (immédiatement devant le débouché du Rhône) à 40 m dans le golfe de Fos et jusqu'à 25 m dans certaines portions du golfe de Salonique. D'une manière générale, on peut affirmer que la population caractéristique débute, en moyenne, entre 35 et 40 m et se rencontre identique dans ses grandes lignes

jusqu'à 100 m de profondeur. A partir de cette profondeur commence la zone de transition avec les vases bathyales.

Les sédiments considérés sont très argileux. L'étude granulométrique de la fraction fine montre que tous les échantillons ne relèvent pas de conditions de dépôt analogues et ne présentent pas tous le même degré d'évolution. Les courbes peuvent, en effet, présenter des allures variables : de parabolique (golfe de Salonique, J.J. BLANC 1964) à logarithmique ou hyperbolique (baie de Marseille, J.J. BLANC 1956). Mais, de toute façon, les apports extérieurs en matériel grossier sont faibles. Les grains de taille supérieure à 45μ ne constituent jamais plus de 10 % du poids total, parfois moins de 5 %. Cette fraction grossière est en grande partie constituée de tests de Foraminifères ayant vécu sur place.

La liste des espèces rencontrées couramment dans les vases circalittorales est donnée dans le tableau n° 12 où elle est comparée à la liste des formes trouvées dans les sédiments bathyaux. Le tableau n° 10 indique la fréquence des principales familles ou genres ainsi que celle des formes les plus significatives. Il a été établi à partir de dragages effectués entre 60 m et 400 m.

2/ Description de la microfaune : l'association à Nonionella

Le tableau n° 10 met en évidence la grande homogénéité de la microfaune jusqu'à 100 m de profondeur. On remarque également la rareté ou l'absence des formes infralittorales, même dans les stations les plus proches du rivage. Dans la baie de Marseille, par exemple, il est frappant de constater la différence qui existe entre la microfaune de ces vases et celles du Détritique côtier qui occupe le reste de la baie, à une profondeur équivalente (L. BLANC-VERNET 1963). Ces derniers, sables plus ou moins vaseux, comportent toujours une fraction grossière assez importante constituée par du matériel côtier remanié (essentiellement sables et débris coquillers des mattes d'herbiers). Dans les fonds de vase, par contre, on ne trouve que peu de *Miliolidae* de rares *Elphidium crispum* ou *macellum* et on note une absence assez générale des *Discorbidae*, des *Cibicides* épiphytes et des *Planorbulina*. Ce fait, lié à la pauvreté des peuplements végétaux le long de cette côte envasée, permet d'étudier la microfaune des vases à l'état pur et de connaître les caractères propres à cette formation, sans être gêné par la présence de formes déplacées.

Les colorations au rose bengal confirment également l'identité de la composition faunistique de l'assemblage de tests vides avec celle de la population vivante : ceci permet de comparer valablement entre elles toutes les stations, que le sédiment ait été fixé ou non.

La population des vases circalittorales (fig. 15) comprend :

a/ des espèces exclusives de ce biotope

Ce sont tout d'abord des espèces du genre *Nonionella*. Il s'agit de *Nonionella turgidia* à laquelle s'ajoute une forme, beaucoup moins fréquente, que l'on peut rapporter à *N. miocenica* Cushm. var. *Stella* Cushm. et Moyer. Ces deux espèces sont présentes dans toutes les stations de 45 m à 99 m, dans le golfe de Fos comme dans la baie de Marseille et je ne les ai jamais rencontrées dans d'autres biotopes. Le graphique de la figure 17, sur lequel j'aurai à revenir, montre les variations de leur distribution avec la profondeur. On voit qu'après avoir été bien représentés jusqu'à 75-80 m, ces deux formes diminuent progressivement d'importance pour disparaître à peu près complètement aux environs d'une centaine de mètres.

En Méditerranée orientale, les *Nonionella* sont moins fréquentes, dans les sédiments étudiés, que dans la région du Rhône à Marseille. Elles sont toutefois, surtout *N. turgidia*, présentes dans toutes les stations de vase pures.

Une autre espèce caractéristique de ces sédiments est le *Reophax scottii* Chaster. Cette espèce atteint dans le golfe de Fos des pourcentages très élevés et représente parfois à elle seule 40 % de la microfaune vivante. Le test ténu et fragile se désagrège rapidement après la mort de l'animal aussi les tests vides sont souvent moins nombreux que les individus vivants.

Dans la baie de Marseille, *Reophax scottii* disparaît totalement (fig. 16) il s'agit sans doute là d'un phénomène lié à des conditions strictement locales, car en Méditerranée orientale cette espèce est assez fréquente sans atteindre toutefois des pourcentages aussi élevés qu'au large du Rhône. Notons que *R. scottii* qui, en Provence, ne dépasse guère 100 m a été trouvé en Mer Egée jusqu'à 190-200 mètres.

Enfin, *Textularia tenuissima* Earland a été trouvée, elle aussi, exclusivement dans la vase circalittorale. Cette espèce, cependant, est toujours peu abondante et sa distribution est très irrégulière.

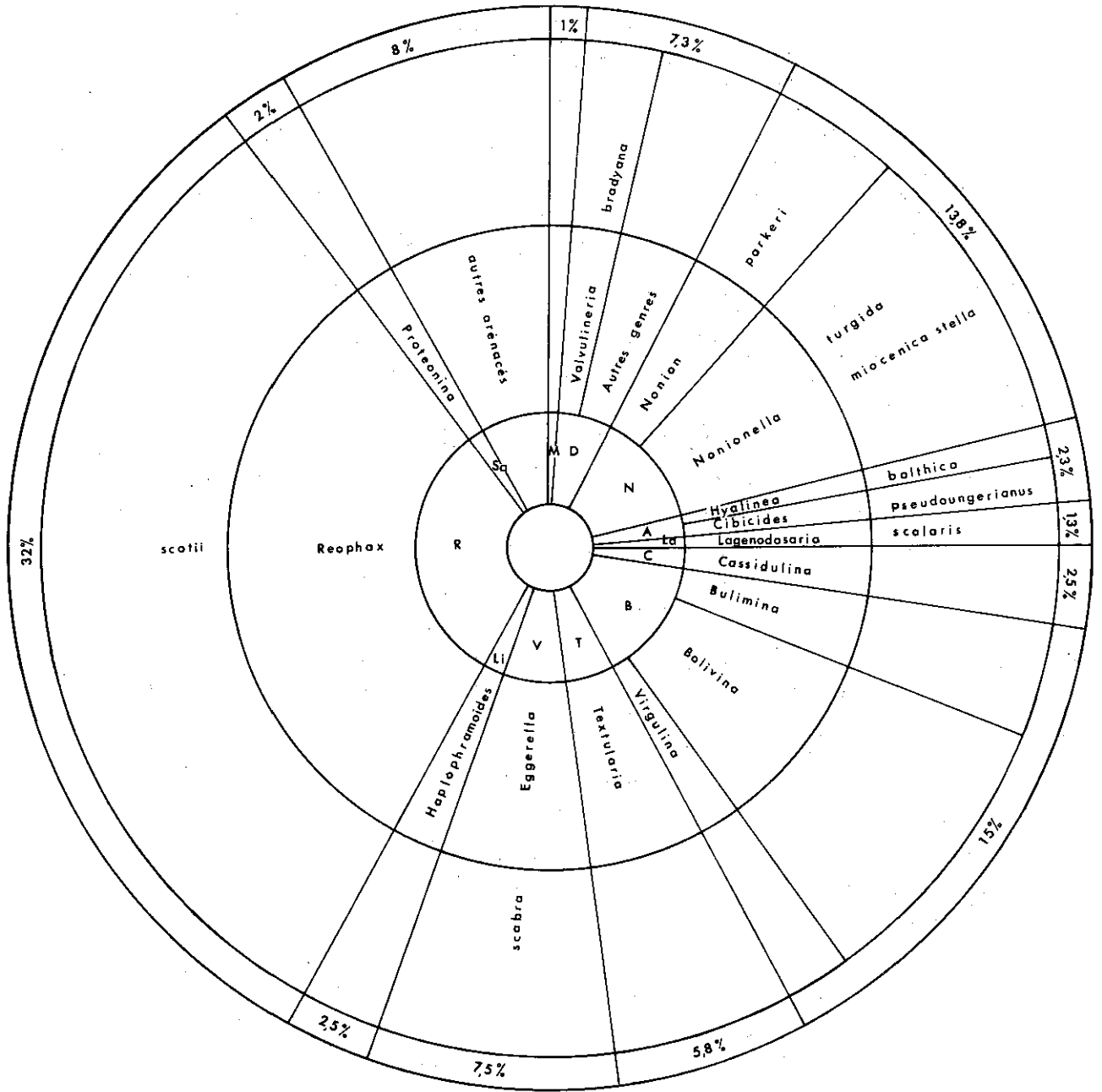


Figure 15 - Vase terrigène ctire. (Faciès à *Reophax*)

- | | | |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| M : <i>Miltolidae</i> | La : <i>Lagenidae</i> | V : <i>Verneullinidae</i> |
| D : <i>Discorbidae</i> | C : <i>Cassidulinidae</i> | Li : <i>Lituolidae</i> |
| N : <i>Nonionidae</i> | B : <i>Buliminidae</i> | R : <i>Reophacidae</i> |
| A : <i>Anomalinidae</i> | T : <i>Textulariidae</i> | Sa : <i>Saccamminidae</i> |

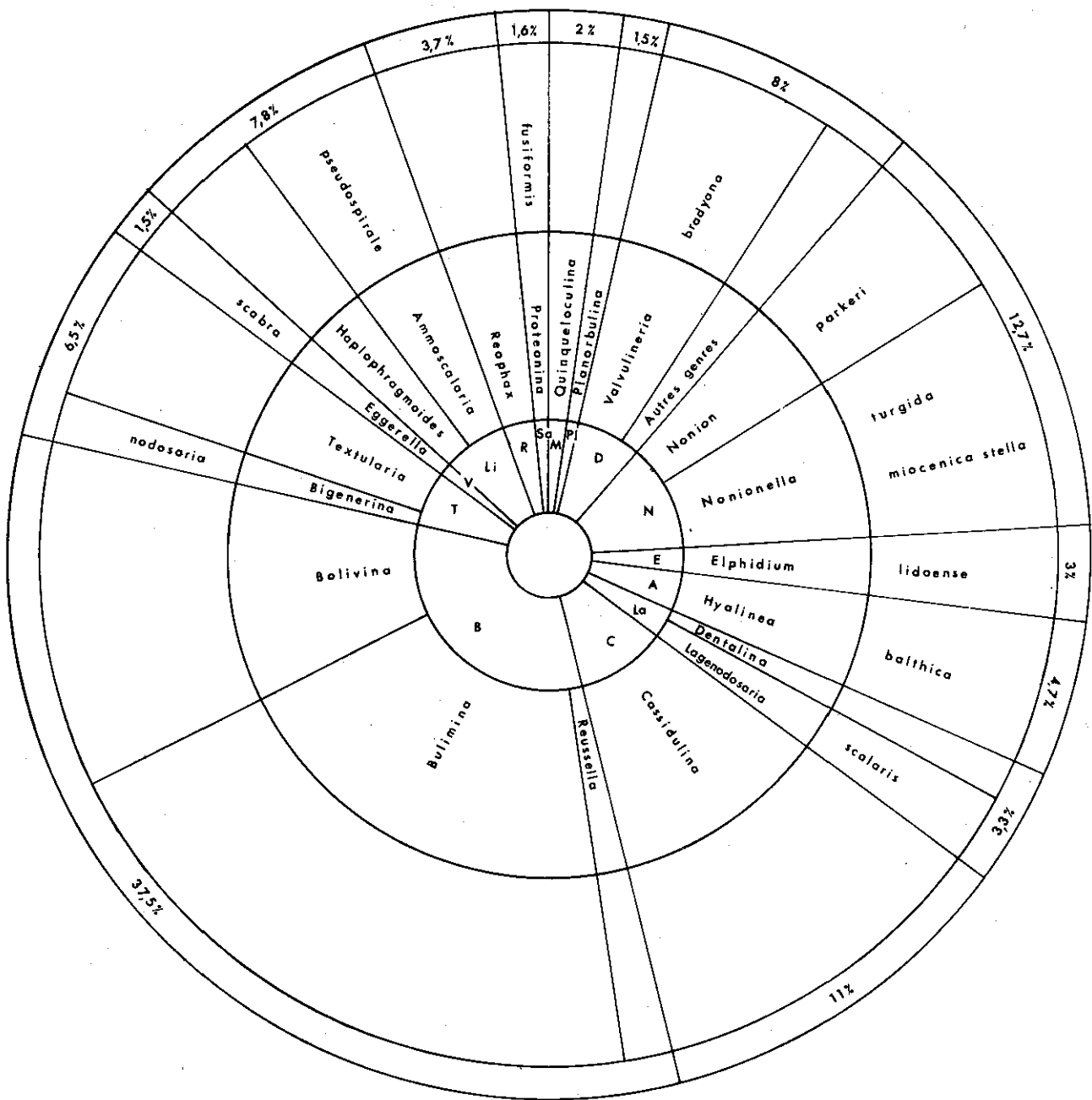


Figure 16 - Vase terrigène côtière, Composition de la microfaune à la station VTC2.

- | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| M : Miliolidae | A : Anomalinidae | V : Verneullinidae |
| Pl : Planorbulinidae | La : Lagenidae | Li : Lituolidae |
| D : Discorbidae | C : Cassidulinidae | R : Reophacidae |
| N : Nonionidae | B : Buliminidae | Sa : Saccaminidae |
| E : Elphidiidae | T : Textulariidae | |

b/ Une espèce préférentielle

Il s'agit de l'*Elphidium lidoense* très fréquent dans ces fonds. On trouve, à côté de l'espèce typique, des individus présentant les caractères de la var. *camarguensis* (KRUIT 1945). Décrite dans la région rhodanienne, cette variété est surtout abondante dans la baie de Marseille.

Elphidium lidoense n'est pas exclusivement cantonné dans cette biocoenose. Il est fréquent dans l'infralittoral, mais surtout dans les fonds de sables fins ou vaseux et il paraît atteindre son maximum de développement dans la vase terrigène côtière où il descend jusqu'à 70-80 mètres.

c/ Des espèces circalittorales

Toujours abondantes dans les fonds vaseux, ces espèces sont cependant présentes dans tout l'étage, y compris les fonds Détritiques grossiers où la microfaune vivante est cependant réduite. Citons :

- Les espèces du genre *Textularia*, toujours bien représentées entre 50 et 200 m, ces formes qui n'apparaissent que dans la partie la plus profonde des herbiers, se raréfient très rapidement dans la vase bathyale.

- *Valvulineria bradyana* Fornasini qui présente parfois un pourcentage de 15 à 16 % de la microfaune dans les limites de l'étage circalittoral et ne se rencontre, plus haut, que dans les zones où les fonds vaseux se rapprochent du rivage.

- *Quinqueloculina pentagona* Giunta décrite dans les vases du golfe de Gênes, où elle est abondante à 75 m, cette espèce semble avoir son optimum dans le Circalittoral et particulièrement dans la vase côtière, cependant, on en trouve encore quelques exemplaires dans la vase bathyale.

d/ Des espèces des fonds vaseux

A cette catégorie appartient notamment tout un ensemble de Foraminifères qui pullulent dans la vase bathyale et sont également bien représentés dans la vase côtière alors qu'ils semblent rencontrer des conditions beaucoup moins favorables dans le Détritique côtier voisin ou même dans le Détritique du Large pourtant plus profond. Il faut sans doute voir là une influence de la nature du fond, les sédiments trop grossiers ne convenant pas à l'installation d'une telle faune.

Le cas le plus caractéristique est celui d'*Hyalinea bathica*, espèce généralement considérée comme profonde en Méditerranée et que l'on trouve fréquemment vivante dans la vase côtière de la baie de Marseille à 75 m. (pourcentages voisins de 5 %). Dans le golfe de Fos, elle apparaît à 80 m et sa fréquence augmente rapidement aux environs de 100 m de profondeur. Puis elle diminue brusquement dans le Détritique du Large à granulométrie grossière. On la retrouve, en dessous, dans la vase bathyale, où sa fréquence ira en augmentant jusque vers 500 m environ.

On trouve encore, dans la vase terrigène, une certaine quantité de *Nonion parkeri* (1 à 5 %) et de *Lagenodosaria scalaris* (1-2 % en moyenne).

Les *Cassidulinidae* sont toujours très nombreuses (10-15 % environ) et enfin, les *Bulminidae* atteignent des proportions considérables dans ce biotope qui semble particulièrement convenir aux *Bolivina* et aux *Bulimina*. *Uvigerina mediterranea* si abondante dans l'étage bathyal n'apparaît ici que rarement et semble bien être une espèce profonde, on trouve, par contre, assez fréquemment des *Globobulimina* et notamment *G. affinis*. On trouve aussi parfois *Uvigerina* cf. *uncinata* petite forme qui existe aussi dans la vase bathyale.

Les Foraminifères arénacés. Très abondants dans ces fonds vaseux, ils sont représentés notamment par : *Adercotryma glomerata*, *Haplophragmoides canariensis*, *Proteonina difflugiiformis* et surtout *Eggerella scabra*. Ils paraissent liés surtout à la granulométrie du sédiment beaucoup plus qu'à un biotope déterminé.

Ainsi *Eggerella scabra* se rencontre aussi bien dans le Circalittoral à 70 m de profondeur que dans les sédiments de la baie du Brus (Var) sous 10 à 20 cm d'eau environ ; et on la retrouve de façon constante dans l'étang de Berre. De toute façon cette espèce ne dépasse pas 90-100 m.

Haplophragmoides canariensis, fréquente en milieu marin à l'embouchure du Rhône, se retrouve jusque dans les zones dessalées (KRUIT 1955), tandis que *Proteonina difflugiiformis* et *Adercotryma glomerata* sont au contraire des formes que l'on rencontrera depuis 40 m jusque dans la vase bathyale.

Ammoscalaria pseudospiralis, bien représentée dans la vase côtière, ne paraît pas exister dans les petits fonds. Elle devient également plus rare dans la vase bathyale.

B - LES FACIES TRES LITTORAUX DE LA VASE TERRIGENE COTIERE

La distance de la côte, à partir de laquelle la microfaune se rencontre sous son aspect typique, peut varier considérablement suivant des régions et les conditions locales - notamment les apports d'eaux douces dus aux cours d'eau.

Devant l'embouchure du Rhône, le sédiment de la station 12, à environ un demi-mille au large et à 17 m de profondeur, ne contient pas de Foraminifères. A plus d'un mille et par 45 m de fond (station 11), la microfaune est réduite encore à quelques *Ammonia beccarii* var. *tepida*. Par contre, deux stations du golfe de Salonique montrent (à 34 et 24 m) une microfaune peu abondante mais purement marine.

Ces stations sont pointées sur la carte de la planche II. La proximité de masses d'eaux desalées est attestée par la présence de quelques tests d'*Ammonia beccarii tepida*, sans doute déplacés et venus des zones soumises directement à l'influence du Vardar (Axios). La population vivante est assez variée : *Ammonia beccarii* sous sa forme typique est bien représentée ; les *Cassidulinidae* et les *Buliminidae* également ; *Valvulineria bradyana*, *Nonionella turghida*, *Nonion granosum* et *Elphidium lidoense* ne sont pas rares. Citons également *Quinqueloculina seminulum* quelques *Ammobaculites* et enfin plusieurs exemplaires d'*Hyalinea balthica*. La présence, à une faible profondeur, de cette espèce considérée classiquement comme caractéristique des eaux profondes ou froides mérite d'être soulignée en raison de son incidence paléocéanographique ; en effet *Hyalinea balthica* fait partie du cortège des formes "celtiques" ou "nord-atlantiques" entrées en Méditerranée à la limite plio-quadernaire. Sa présence sous une trentaine de mètre d'eau ici, et couramment dès 70 m dans les vases rhodaniennes, ne permet pas de considérer cette espèce comme spécifique des vases bathyales ou des eaux froides. Par contre l'influence de légères variations de salinité paraît plus vraisemblable pour expliquer la distribution de cette forme durant le Quaternaire.

C - LES MELANGES DE MICROFAUNE, LES FONDS MIXTES : VASES-COTIERES/DETRITIQUE ENVASE

Deux stations au Sud de la chaîne de la Nerthe concernent de tels fonds mixtes. Dans cette région, la zone vaseuse est située à quelque distance du rivage, tandis que la côte, rocheuse, est bordée par des peuplements photophiles, algues ou herbiers localement importants. Il s'y développe une riche microfaune infralittorale (*Miliolites*, *Planorbulina*, *Cibicides*, *Rosalina*, etc...) dont les tests sont ensuite disséminés et entraînés vers le large.

Cet apport détritique modifie considérablement l'aspect du sédiment (qui est ici une vase très sableuse) ainsi que l'allure de la microfaune :

- Les assemblages de tests vides montrent une grande dominance de tests infralittoraux roulés et se rapprochent beaucoup de ceux du Détritique côtier.

- La population vivante est pauvre. Le sédiment où les éléments grossiers sont trop abondants convient mal à la pullulation des espèces vasicoles et l'association à *Nonionella* s'y rencontre sous une forme tout à fait appauvrie : les *Nonionella* elles-mêmes sont rares, on y rencontre surtout *Nonion parkeri*. Cette espèce semble vraiment s'accommoder de tous les milieux légèrement vaseux du Circolittoral aussi bien que des vases bathyales. Ajoutons, *Valvulineria bradyana*, peu abondante ; et d'assez nombreux arénacés : *Textularia*, *Bizenerina*, *Proteonina difflugiformis* et *Ammoscalaria pseudospiralis*.

En Méditerranée orientale, les stations de Détritique côtier envasé sont très nombreuses et reconnaissables à l'importance de l'assemblage remanié qui accompagne la microfaune typique des vases côtières.

La nature de l'assemblage remanié varie suivant les régions : constitué en majeure partie d'espèces infralittorales "descendues" il présentera -comme ces dernières- de notables différences suivant que l'on considérera le Nord de la mer Egée ou les côtes de la région Sud : Péloponnèse -Crête- Dodécannèse. Dans cette zone en effet se retrouve une proportion plus importante de *Peneroplidae* et surtout de nombreuses Amphistégines dont on a vu le rôle dans les sédiments d'accumulation. *Eponides repanda* est fréquent dans ces fonds mixtes, comme d'ailleurs dans les fonds détritiques.

D - LE PASSAGE DE LA VASE CIRCALITTORALE A LA VASE BATHYALE

Ce passage a été étudié particulièrement grâce à la radiale effectuée entre le Rhône et le canyon de Planier. Le graphique de la figure 17 a été établi à partir de ces sédiments. Cependant ces schémas se sont trouvés confirmés par les stations de Méditerranée orientale et les grandes lignes en ont été également retrouvées dans les marnes pliocènes (cf. 3ème partie).

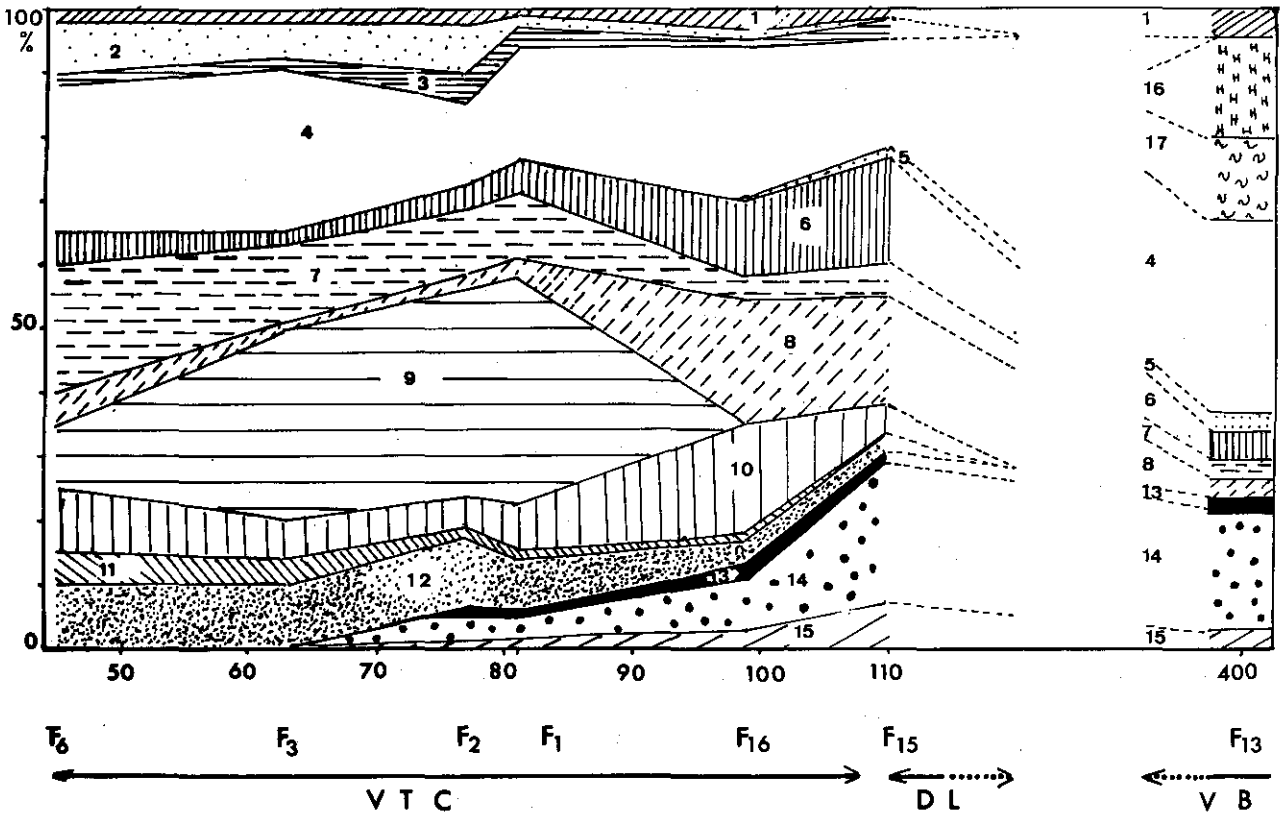


Figure 17 - Radiale du Rhône à Planier. Variations de la microfaune avec la profondeur dans la vase terrigène côtière. (Comparaison avec une station de vase bathyale).

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 : <i>Lituolidae</i> | 7 : Genre <i>Bolivina</i> | 13 : <i>Lagenodosaria scalaris</i> |
| 2 : <i>Eggerella scabra</i> | 8 : Genre <i>Cassidulina</i> | 14 : <i>Nonion parkeri</i> |
| 3 : Genre <i>Textularia</i> | 9 : <i>Reophax scottii</i> | 15 : <i>Hyalinea balthica</i> |
| 4 : Autres formes | 10 : <i>Valvulineria bradyana</i> | 16 : <i>Hyperamminidae</i> |
| 5 : <i>Uvigerina mediterranea</i> | 11 : <i>Ammonia beccarii</i> | 17 : <i>Astrohixidae</i> |
| 6 : Genre <i>Bulimina</i> | 12 : Genre <i>Nonionella</i> | |

L'examen de la station F 6, effectuée à 100 m montre que le biotope de la vase terrigène côtière s'étend jusqu'à cette profondeur, toutefois on peut remarquer que la microfaune de cette station est nettement influencée par la profondeur déjà importante. Ce fait est encore plus net à la station suivante (110 m) où la population présente un aspect assez différent et représente une transition avec celle de la vase bathyale typique que l'on drague en F 13 (400 m).

- Les espèces très littorales (*Rotalia*, *Ammonia Eggerella*) ne se rencontrent plus vivantes mais d'assez nombreux tests sont entraînés jusque dans la vase bathyale.

Les *Nonionella* sont encore présentes mais avec de très faibles pourcentages, toujours inférieurs à 3 %.

- *Nonion parkeri*, dont la fréquence oscille aux environs de 10 % dans la vase terrigène, passe à 22,8 % à 110 m. On le retrouvera ensuite avec une fréquence comparable dans la vase bathyale (18 % à la station F 13).

- Les *Cassidulinidae*, dont la remontée dans les fonds vaseux a déjà été signalée, sont toujours abondantes ainsi que les *Buliminidae* ; mais, parmi ces dernières, il faut signaler d'assez

fréquentes *Uvigerina mediterranea* qui n'existaient pas dans la vase côtière et qui sont des formes vraiment liées à la profondeur. Les *Bolivina* diminuent, remplacées par de plus nombreuses *Bulimina*.

- Parmi les *Miliolidae* : apparition de *Triloculina* cf. *fischeri*, espèce essentiellement bathyale, accompagnée de *Sigmoilina tenuis* et *S. schlumbergeri* auxquelles s'ajoutent, plus bas (station F 13), *Sigmoilina sigmoidea* et *Spiroloculina tenuiseptata*. Les *Pyrgo* prennent de l'importance avec notamment *Pyrgo depressa*, *P. anomala*, *P. elongata*, *Biloculinella globula*, *B. labiata* (espèce la plus fréquemment trouvée vivante). On trouve aussi, à partir d'une centaine de mètre, *Pyrgoella sphaera*, toujours peu abondante.

- Parmi les *Anomalinidae*, *Hyalinea balthica* continue à être bien représentée et même augmente légèrement, tandis que *Cibicides pseudoungerianus* et *Planulina ariminensis* apparaissent dans la vase bathyale.

- Citons encore les *Lagenidae* qui deviennent plus fréquents et très variés en espèces. La fréquence de *Lagenodosaria scalaris*, varie peu dans les limites bathymétriques considérées mais il vient s'y ajouter, dans le dernier dragage (vase bathyale) : *Nodosaria vertebralis*, *Nodosaria raphanistrum*, *Marginulina glabra*, *Astacolus crepidulus*, *Dentalina cuvieri*, *Dentalina subemaciata*, *Vaginulina linearis*, *Vaginulina patens*, *Saracenaria italica* et de nombreuses *Lenticulina* : *L. vortex*, *L. calcar*, *L. rotula*, *L. cultrata*.

- Les *Chilostomellidae* (avec *Chilostomella oolina*, *Pullenia quinqueloba*, *Sphaeroidina bulloides*) passent de 1 % à 100 m, à 2,5 % à 110 m, et à près de 5 % à 400 m. *Epistomina elegans* et *Siphonina reticulata* apparaissent dans le dernier dragage.

- Parmi les arénacées, on assiste au remplacement des formes littorales ou circalittorales par les espèces typiquement profondes.

Le schéma suivant donne une idée de cette modification pour quelques formes (tableau n° 11).

Il faut ajouter que dans la dernière station de la radiale, effectuée dans une vase bathyale typique, on note proportion élevée - mais difficile à évaluer de fragments d'*Astrorhizidae* (*Astrorhiza arenaria*), *Rhabdammina linearis*, *R. abyssorum* et un certain nombre d'*Ammodiscidae* avec notamment *Ammodiscus planorbis*, *Ammolaena clavata* et *Glomospira charoides*. Cependant ces trois dernières espèces semblent la plupart du temps ne pas être vivantes.

Les *Rhizamminidae* sont également représentées par de nombreux *Rhizammina* algaeformis, accompagnées d'une forme voisine mais non ramifiée (*Rhizammina* sp.). Je n'ai pas rencontré ici les genres *Bathysiphon* et *Marsipella*.

E - L'INTERCALATION LOCALE DU DÉTRITIQUE DU LARGE

Entre la vase circalittorale et la vase bathyale s'intercale parfois une ceinture de sédiments comportant une fraction grossière plus importante et correspondant à un sable fossile du type Détritique du Large, en général très envasé par la vase actuelle.

Cette intercalation a été mise en évidence au Sud de Marseille où la radiale F 16 - F 13 a permis de la recouper. Cette zone a été rencontrée lors du dragage F 14 (119 m).

Le matériel est constitué par une vase assez sableuse dans laquelle les éléments d'un diamètre supérieur à 45 μ représentent 38,12 % du poids total. Cette fraction grossière est en grande partie constituée de débris organiques, fragments de coquilles, tests de Foraminifères brisés roulés. L'assemblage de Foraminifères que l'on y rencontre est tout à fait analogue à celui qui a été décrit dans les sables du Détritique du Large, à la même profondeur. Les tests sont fortement remaniés les moules internes sont souvent épigénisés par de la glauconie, parfois altérés en limonite. Cet assemblage comprend les deux groupes d'espèces décrits dans le Détritique du Large :

- D'une part un stock important de Foraminifères infralittoraux, parmi lesquels de nombreux *Ammonia beccarii* et *Elphidium lidoense* venus de la vase sus-jacente mais aussi beaucoup de *Miliolidae* (Quinqueloculines et Triloculines notamment), *Elphidium crispum*, *Elphidium macellum*, *E. verriculatum*, *Cibicides*, *Planorbulina*, *Gypsinia*, de nombreux *Discorbidae* (*Eponides*) etc... La plupart de ces formes sont très rares dans la vase côtière, même peu profonde. Leur présence dans ce dragage confère à la microfaune un aspect très différent de celui des autres stations (cf. tableau) et prouve bien qu'il s'agit là d'un ensemble d'âge différent déposé dans un contexte sédimentologique et biologique distinct de l'actuel.

TABLEAU - X

Vase terrigène côtière - passage de la vase circalittorale à la vase bathyale

STATIONS	Baie de Marseille (V. T. C)				Golfe de Fos (V. F. C.)				(Thanatocoenose du DL) (Transition)				(V. B.)					
	VTC 1		VTC 2		F. 3		F. 2		F. 1		F. 15			F. 14		F. 13		
	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.		total	viv.	total	viv.	
Profondeur (mètres)	75	75	75	75	63	63	77	77	81	81	110	110	119	119	400-420	400-420		
SACCAMNINIDAE	0,5	6	0,8	1,6	-	-	-	-	0,3	1	2,2	5,2	4	6,3	2,7	3	2,3	
Proteonina	0,5	6	0,8	1,5	-	-	-	-	0,3	1	2,2	5,2	4	6,3	2,7	2	2,3	
Saccamina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
RHIZAMNINIDAE	-	-	-	-	6,4	1,3	5,8	5	2,4	3,3	3	6,2	-	-	-	1,4	4,5	
Rhizamina	-	-	-	-	6,4	1,3	5,8	5	2,4	3,3	3	6,2	-	-	-	1,4	4,5	
ASTORRHIZIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	+	-	-	0,5	3	13,6	
Astorrhiza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,6	
Rhabdammina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	+	-	-	0,5	2	10,6	
HYPERAMNINIDAE	-	-	-	-	6,4	7	5,5	5	4,5	3,3	1,5	2,1	+	-	-	5,1	15,9	
Hyperamina	-	-	-	-	6,4	7	5,5	5	4,5	3,3	1,5	2,1	+	-	-	4,1	10	
Saccorhiza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5,9	
ANNODISCIDAE	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,5	3,6	-	
Ammodiscus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	
Ammolagena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	
Glomospira	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,5	-	
REOPHACIDAE	0,5	6	0,8	3,7	41	34	41,5	31	42,2	40,5	1,1	1	1	1,3	2,1	1,4	6,8	
Reophax	0,5	6	0,8	3,7	41	34	41,5	31	42,2	40,5	1,1	1	1	1,3	2,1	1,4	6,8	
(R. scottii)	-	-	-	-	(40)	(30)	(40)	(29)	(41,2)	(40)	-	-	-	-	-	-	-	-
TEXTULARIIDAE	5	2	4	6,5	2	2,6	4,2	7,5	4,5	2,7	2,2	1	2	2,5	13,7	8,7	2,3	
Textularia	3	2	3	5	2	2,6	4,2	7,5	4,5	2,7	1,1	1	1	2,5	10	8,7	2,3	
Bigenerina	2	-	1	1,5	-	-	-	-	-	-	1,1	-	1	-	3,7	-	+	

Stations	Baie de Marseille (V. T. C.)				Golfe de Fos (V. T. C.)				(Thanatocoenose du DL) (Transition)				(V. B.)					
	VTC 1		VTC 2		F. 3		F. 2		F. 1		F. 16		F. 15		F. 14		F. 13	
	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.
Profondeur (mètres)	75	75	75	75	63	77	81	99	110	119	400-420							
VERNEULINIDAE	1,5	2	1	1,5	3,8	4,2	1,2	1,1	2,1	3,2	3,6	2,3						
<i>Eggerella</i> , <i>Gaudryina</i>	1	2	1	1,5	3,8	4,2	1,2	1,1	2,1	3,2	3,6	2,3						
<i>Pseudocaulina</i> (<i>P. crustata</i>)	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
TROCHAMMINIDAE (<i>Tritaxis</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
LITTOLOIDAE	1,5	2	3	7,8	2,6	1,9	1,2	2,2	3	1,9	3,6	4,5						
<i>Haplophragmoides</i> , <i>Adercoctryma</i>	0,5	1	1	3,1	2,6	-	1,2	1	2	0,9	2	4,5						
<i>Amoscalaria</i>	1	1	2	4,7	-	-	-	1,2	1	1	1	4,5						
OPHTHALMIDIIDAE	-	-	-	-	-	-	-	0,7	2,1	0,5	0,7	-						
<i>Cornuspira</i>	1,2	-	-	-	-	-	-	0,7	2,1	0,5	0,7	-						
MILIOLIDAE	12	2	12,5	2	5,1	4,7	5,4	5,9	1	7	16,7	4						
<i>Quinqueloculina</i>	7,5	2	8	2	3,8	4,2	4,8	3,3	1	4	5,6	-						
(<i>Q. parvula</i>)	2	(+)	(1,5)	(+)	(+)	2,8	0,9	+	+	+	0,5	+						
(<i>Q. pentagona</i>)	(1,5)	(+)	(1,5)	(+)	(+)	-	+	0,7	+	2	0,5	-						
<i>Triloculina</i> (<i>T. fisheri</i>)	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	1	1,1	+						
<i>Spiroloculina</i>	2	-	3	-	-	-	+	0,7	-	2,1	4,3	1						
(<i>S. costata</i> + <i>S. grata</i>)	(+)	-	(+)	-	-	-	+	(0,7)	-	(1)	(1,6)	-						
(<i>S. excavata</i> + <i>S. depressa</i>)	(+)	-	(+)	-	-	-	+	0,5	-	0,5	1,4	-						
(<i>S. tenuiseptata</i>)	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	1	3,6	2						
<i>Sigmolilina</i>	1,5	-	1	-	-	-	-	0,7	-	1	2,6	-						
(<i>S. tenuis</i>)	(+)	-	(+)	-	-	-	-	(0,4)	-	(0,5)	(0,5)	-						
(<i>S. schlumbergeri</i>)	(+)	-	(+)	-	-	-	-	-	-	-	(2,1)	-						
(<i>S. celata</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
<i>Pyrgo</i>	1	-	0,5	-	1,3	0,5	0,6	1,1	-	1	2,6	1						
<i>Biloculinella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

STATIONS	Baie de Marseille (V. T. C.)				Golfe de Fos (V. T. C.)				(Thanatocoenose du DL) (Transition)				(V.B.)					
	VTC 1		VTC 2		F. 3		F. 2		F. 1		F. 16			F. 15		F. 14		
	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.		total	viv.	total	viv.	
Profondeur (mètres)	75		75		63		77		81		99		110		119		400-420	
LAGENIDAE	3,5	2	5	3,3	-	0,5	1,3	1,3	0,5	1,8	0,5	3,3	6,2	2	1,3	7,4	10,1	4,6
"Nodosaria"	1,5	2	3	2	-	0,5	1,3	0,3	0,5	0,3	0,5	2	4,1	2	1,3	2,7	4,5	4,6
<i>Legnodosaria scalaris</i>	(1,5)	(2)	(3)	(2)	-	(0,5)	(4,3)	(0,3)	(0,5)	(0,3)	(0,5)	(2)	(4,1)	(2)	(1,3)	(1,6)	(2,5)	(2,3)
<i>Dentalina</i>	0,4	(+)	2	1,3	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	1,6	-	-
<i>Lagena</i>	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	3,2	3	-
<i>Lenticulina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	1,3	-
<i>Marginulina</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-
<i>Vaginulina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-
BULLININIDAE	23	30	18,5	36	10,3	15,6	15	17,6	19,3	17,6	19,3	26,6	18,6	24	27,8	10,5	11,6	4,6
<i>Uvigerina</i>	1,6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	1	0,5	1,3	3,7	2,2	2,3
(<i>U. medi terranensis</i>)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	(0,7)	(1)	(0,5)	(1,3)	(2,1)	(2,2)	(2,3)
(<i>U. cf. peregrina</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1,6)	-	-
<i>Bullimina</i>	11	20	11	22,5	1,3	1,9	3,8	4,2	5,3	4,2	5,3	20,5	12,4	19	17,7	3,7	8	-
<i>Bolivina</i>	6,6	9	5,5	12	9	13,7	10	11	10	11	10	3	3	2,5	5,1	1,6	2	2,3
<i>Virgulina</i>	-	-	-	-	-	0,5	1,2	2,4	4	2,4	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Entosolenia</i>	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,5	-	-	0,5	-	-
<i>Angulogerina</i>	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Reussella</i>	0,8	+	2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Globbulimina</i>	0,4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,5	2	3,8	1,1	0,8	+
<i>Robertina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
CASSIDULINIDAE	14	10	13	11	1,3	5,2	2,5	5,1	3,3	5,1	3,3	31,1	19,7	29,5	16,5	10	4,3	2,3
<i>Cassidulina</i>	14	10	13	11	1,3	5,2	2,5	5,1	3,3	5,1	3,3	31,1	19,7	29,5	16,5	10	4,3	2,3
CHILOSTOMELLIDAE	0,8	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1	1	2,5	2,7	2,2	4,6
<i>Sphaeroidina</i>	0,4	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,2	0,5	1	2,3
<i>Chilostomella</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1	0,5	1,3	1,6	1,2	2,3
<i>Pullenia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
NONIONIDAE	8	20	10	12,7	10,3	5,2	13,8	5,4	10,7	5,4	10,7	4,5	8,2	11	22,8	3,2	1,4	18
<i>Nonion</i>	3	7	4,8	4,7	1,3	1	3,8	1,5	3	1,5	3	3	5,2	9,5	20,3	1,6	1,4	18

STATIONS	Baie de Marseille (V. T. C.)				Golfe de Fos (V. T. C.)				(Thanatocoenose du DL) (Transition)				(V. B.)					
	VTC 1		VTC 2		F. 3		F. 2		F. 1		F. 16		F. 15		F. 14		F. 13	
	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.	total	viv.
Profondeur (mètres)	75		75		63		77		81		99		110		119		400-420	
(<i>N. parkeri</i>)	(3)	(7)	(4,8)	(4,7)	-	-	(1)	(3,8)	(4,5)	(3)	(1,5)	(5,2)	(9,5)	(20,3)	(1,1)	+	(1,4)	(18)
(<i>N. asterizans</i>)	+	-	-	-	(1,3)	-	(4,2)	10	3,9	7,7	3	3	1,5	2,5	1,6	-	-	-
Nonionella	5	13	5,2	8	9	10	3,8	6,3	6,9	12	17,5	5	3,8	7,4	+	2,2	2,3	
DISCORBIDAE	10,2	8	9,2	7,8	3,8	6	1,9	2,5	3,9	7,3	16,5	4	3,8	7,1	+	1,1	2,3	
<i>Valvulineria (V. bradyana)</i>	5,2	2	5	5,8	3,8	6	-	-	-	-	1	1	1	2,1	-	-	-	
<i>Rosalina</i>	3,8	6	3,2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	
<i>Eponides</i>	1,2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	
<i>Gyroldina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	1,1	-	
<i>Cancris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	
<i>Spirillina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ANOMALINIDAE	5	4	6,2	4,7	-	-	1,4	1,3	-	-	3	2,2	6,5	10,1	-	10,9	6,9	
<i>Hyalinea (H. balthica)</i>	1	4	2,2	4,7	-	-	0,9	-	-	-	3	2,2	6,5	10,1	+	1,5	2,3	
<i>Cibicides</i>	3,5	-	3,5	-	-	-	0,5	1,3	-	-	-	-	-	-	-	8,7	2,3	
(<i>C. lobatulus</i> + <i>C. refulgens</i>)	(3)	-	(2)	-	-	-	(0,5)	(1,3)	-	-	-	-	-	-	-	(3,6)	-	
(<i>C. pseudungarianus</i>)	(0,5)	-	(1,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(3,6)	(2,3)	
<i>Planulina</i>	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	2,3	
EPISTOMINIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3,6	2,3	
<i>Epistomina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2,6	1,3	
<i>Siphonina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
ELPHIDIIDAE	9,8	4	9,2	3	1,3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	-	
<i>Elphidium</i>	9,8	4	9,2	3	1,3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	-	
(<i>E. lidense</i>)	(9,8)	(4)	(9,2)	(3)	(1,3)	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0,5)	(2,2)	
PLANORBULINIDAE	-	-	2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	
<i>Planorbulina</i>	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	
<i>Gypsina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	
ROTALIIDAE	3,5	-	4	-	5,1	4	0,5	1,3	0,6	0,7	2,1	2,2	3	-	1,1	0,7	-	
<i>Ammonia</i>	3,5	-	4	-	5,1	4	0,5	1,3	0,6	0,7	2,1	2,2	3	-	1,1	0,7	-	
(<i>A. beccarii</i>)	(3,5)	-	(4)	-	(4,3)	(2)	+	+	(0,6)	(0,7)	(1,1)	(1,6)	(3)	-	(1,1)	(0,7)	-	
(<i>A. beccarii tepida</i>)	-	-	-	-	(3,8)	(2)	+	(1,3)	-	-	(1)	(0,6)	-	-	-	-	-	

TABLEAU - XI

Répartition bathymétrique de quelques formes arénacées dans les vases circalittorales et bathyales

	Vase terrigène (40-100 m)	Zone de transition (100-110 m)	vase bathyale (200 m et plus)
<i>Textularitidae</i>	<i>Textularia</i>		
	abondant	peu abondant <i>Bigenerina</i> (<i>B. nodosaria</i> <i>B. digittata</i>) <i>Siphotextularia concava</i>	
<i>Verneullinidae</i>	<i>Eggerella scabra</i>		
	6 - 7 %	Exceptionnelle <i>Pseudoclavulina crustata</i> <i>Tritaxis fusca</i>	
<i>Reophacidae</i>	<i>Reophax scottii</i>	Autres espèces pourcentages en augmentation 1 - 2 % 6 - 7 %	
	<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>		
	<i>Haplophragmoides canariensis</i>	- <i>Adercotryma glomerata</i> - <i>Cribrostomoides scitulum</i>	
<i>Saccaminidae</i>	<i>Proteonina</i> rare	assez fréquent	<i>Proteonina</i> + <i>Saccamina</i> + <i>Psammospaera</i>
<i>Hyperamminidae</i>	<i>Hyperammina flexuosa</i>		
			<i>H. elongata</i> <i>H. friabilis</i> <i>Saccorhiza ramosa</i>

- d'autre part, un ensemble plus profond, tout aussi remanié et épigénisé : *Cassidulina*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Siphonodosaria scalaris*, *H. balthica*. On y trouve d'assez nombreuses *Uvigerina peregrina*.

En raison du grand nombre de formes remaniées, la proportion vivants/morts diminue considérablement dans cette station et ne peut être comparée avec celles établies pour les autres dragages. Il semble aussi que la nature plus grossière du sédiment constitue un milieu moins favorable au développement de nombreuses espèces : *Bulminidae*, *Cassidulinidae*, *H. balthica*, pourtant abondantes dans le stock remanié, deviennent très rares à l'état vivant, même si l'on examine une quantité de sédiment 2 ou 3 fois plus importante. Au contraire, d'autres formes continuent à être présentes, bien que peu nombreuses, comme *N. parkeri* surtout, ainsi que pas mal de formes profondes : *Rhabdammina* sp., *Dentalina subemaciata*, *Nodosaria vertebralis*, et quelques *Pyrgo*.

Au milieu de cette zone à sédimentation fine, liée aux apports du Rhône, l'existence de ce Détritique du Large, tout à fait typique, était à signaler. Elle confirme la présence continue de cette ceinture de sédiments fossiles que l'on retrouve ici sur le rebord du plateau continental où la vase n'a pas dû s'accumuler.

Il faut mentionner, en outre, le glissement accidentel de ce matériel grossier vers la vase bathyale. En effet, on retrouve, plus ou moins isolés jusqu'à la station F 13 (400 m) des tests venus manifestement des sables du large.

F - CONCLUSIONS

1/ La vase terrigène côtière contient une association de Foraminifères liée à la nature argilo-marneuse de ce sédiment et caractérisée essentiellement par :

- La présence d'espèces du genre *Nonionella* (principalement *N. turgida*), exclusivement limitées à ce biotope.

- Un ensemble de formes, présentes dans tout le Circalittoral mais particulièrement bien représentées ici : *Valvulineria bradyana*, *Quinqueloculina pentagona*, diverses espèces du genre *Textularia*.

- La remontée d'espèces dites "profondes", qui abondent dans la vase bathyale mais sont susceptibles de se développer, hors des limites de cet étage, jusque vers 60 - 70 m de profondeur dans la mesure où le sédiment demeure fin : *Hyalinea balthica*, *Lagenodosaria scalaris*, *Nonion parkeri*, de nombreuses *Bolivina* et *Bulimina*, les *Cassidulinidae*, ainsi que de nombreux Foraminifères arénacés.

2/ Cette population se rencontre à l'état pur dans les zones les plus envasées où, de surcroît, les apports détritiques de l'Infralittoral sont réduits - pour des raisons biologiques ou sédimentologiques. Ceci est très bien réalisé devant le Rhône et à l'entrée du Golfe de Fos, dans la partie N de la baie de Marseille, ainsi qu'en de nombreux points de mer Egée.

3/ Dans les zones où l'apport détritique grossier est important, la population vivante se raréfie et s'appauvrit. La microfaune, riche en Foraminifères remaniés, tend à ressembler à celle du Détritique côtier (S. de la côte de la Nerthe, région de Talante et d'Egripo).

Au large de Marseille, on note la présence d'une ceinture de sédiments grossiers fossiles et de thanatocoenoses de Foraminifères assez peu envasés sur le rebord du précontinent, en correspondance bathymétrique avec le faciès des sables détritiques du Large.

4/ Dans les zones dessalées (influence des fleuves), la microfaune des vases se limite à quelques Foraminifères lagunaires, notamment *Ammonia beccari tepida*. Vers le large, la population se diversifie progressivement à mesure que la salinité se rapproche de la normale, avec apparition des *Buliminidae*, *Cassidulinidae* et constitution de la biocoenose caractéristique des vases terrigènes, côtières *Hyalinea balthica* peut apparaître, dès 30 mètres, dans ces sédiments.

V - LA VASE PROFONDE

Les stations étudiées proviennent de différentes régions :

- Un groupe concerne les côtes de Provence : stations des parages de Planier, de Cassidagne, carottages effectués au large de Toulon et de St Tropez.

- Un second groupe correspond aux dragages de la "Calypso" dans le golfe de Gênes (campagne 1957).

- Une série de prélèvements provient du canal de Corse : dragages et carottages de la campagne 1961 de la "Calypso".

- Enfin, les stations de Méditerranée orientale ont été effectuées dans le Docécane, dans les parages de la Crète et au Sud du Péloponnèse. Les dragages dans la fosse de Matapan (station 1515) constituent les sédiments les plus profonds qui aient été considérés dans le présent travail ; ils peuvent s'apparenter - théoriquement - au milieu abyssal.

L'ensemble couvre une marge bathymétrique de 300 à 4200 mètres.

D'autre part, les résultats obtenus dans chaque série de prélèvements se sont révélés très comparables les uns aux autres. A ces profondeurs où le milieu demeure homogène, on ne peut pas parler de conditions écologiques particulières ni de microfaunes locales. Ainsi les principaux résultats seront discutés globalement et les données obtenues seront susceptibles d'une interprétation générale.

A - DESCRIPTION DE LA MICROFAUNE DES VASES PROFONDES

1/ Les stations au large de la Provence

Ces stations (voir liste et emplacement) permettent de définir les principaux caractères de la microfaune entre 370 et 2400 m. L'ensemble faunistique de cet assemblage, constitué dans ses grandes lignes dès 200 m environ, au sommet de la vase bathyale, se modifie ensuite progressivement sans que l'on puisse déceler une distinction nette entre une microfaune "bathyale" et une microfaune "abyssale".

Le matériel des divers dragages a été fixé à l'alcool. La couche supérieure (1 cm environ) de la carotte du bathyscaphe également.

On a pu ainsi, à partir de ces échantillons, préciser la population vivante. Celle-ci est très riche ; les colorations montrent que l'ensemble des espèces trouvées à l'état des tests dans ces sédiments se rencontrent aussi, vivantes, dans le même échantillon ; exception faite, bien entendu, des stocks littoraux remaniés qui sont d'ailleurs assez peu importants dans ces stations, sauf la dernière. On peut en conclure que l'examen de l'assemblage total donne une idée assez exacte de la population en place ; ce sont ces assemblages qui sont représentés sur les diagrammes et les schémas afin de pouvoir comparer entre elles les microfaunes des divers sédiments étudiés dont certains n'ont pas été fixés.

L'ensemble de ces sédiments profonds se caractérise tout d'abord par la richesse en formes pélagiques. Leur fréquence passe de 40 à 50 % en moyenne vers 300, 400 m à 80 % et plus à 700 m. A Matapan (4200 m) la microfaune est pratiquement pélagique à 100 %. Bien entendu ces proportions peuvent varier considérablement d'une station à l'autre non seulement en fonction des courants, mais aussi en raison des apports détritiques plus ou moins abondants qui, dans certaines zones, déterminent un enrichissement en tests de Foraminifères benthiques littoraux remaniés. Les espèces pélagiques seront considérées ultérieurement.

En ce qui concerne la microfaune benthique, je ne reprendrai pas en détail la liste des espèces généralement présentes dans les vases bathyales, liste qui est donnée par le tableau n° 12 (cette liste, d'ailleurs, comprend la totalité des tests rencontrés dans les diverses stations y compris les formes littorales déplacées) mais je donnerai une idée de la microfaune vivante, dans son ensemble. Cette population peut se définir ainsi dans ses grandes lignes :

a/ Pourcentages importants de Cassidulinidae - aux environs de 10 % : aux *Cassidulina crassa* et *C. laevigata* que l'on trouve en abondance dès 45-50 m ; s'ajoutent ici *C. subglobosa* et *Cassidulinoides* sp.

b/ Pourcentages toujours très importants de Buliminidae - en général 20-30 %.

Certaines formes relativement ubiquistes, comme de nombreuses espèces de *Bolivina* et *Bulimina*, sont toujours bien représentées.

D'autres sont plus spécialement liées au milieu bathyal : *Uvigerina auberiana* (peu abondante), *U. mediterranea* (localement très abondante), *Rectuvigerina* sp.

Des formes comme *Robertina translucens*, *Globobulimina pyrula*, sont très générales dans les divers prélèvements.

c/ Pourcentages assez importants de *Lagenidae*, près de 10 %, mais surtout, diversification des espèces dont beaucoup sont des formes profondes typiques. Outre les *Lenticulina* (6 espèces), on trouve d'assez nombreuses *Marginulina* (*M. costata*, *M. glabra*), *Astacolus crepidula*, *Saracenaria italica*, *Vaginulina patens*, et *V. linearis*. *Lagenodosaria scalaris* continue à être présente, accompagnée maintenant de *N. vertebralis*, *N. raphantistrum*, *N. lamnifera*. Parmi les formes caractéristiques de l'étage citons encore : *Dentalina filiformis*, *D. cf. subemaciata*, *Dentalina communis*, assez fréquentes, *D. guttifer*, *D. cuvieri*, beaucoup plus rares, et enfin *Lingulina seminuda* qui ne se rencontre qu'en un petit nombre de stations au-dessous de -600 m.

d/ Parmi les *Miliolidae* les *Pyrgo* prennent de l'importance et se diversifient : *P. depressa*, *P. murrhina*, *P. anomala*, *P. elongata*, *P. bradyi* sont les plus courants. On trouve de nombreuses *Biloculinella labiata* et *B. globula*.

Enfin, parmi les Miliolales bathyales, on peut citer *Sigmoilina tenuis*, *S. schlumbergeri*, *S. sigmoidea*, *Spiroloculina tenuiseptata* et *Triloculina* cf. *fischeri*. Ces formes sont présentes dans presque toutes les stations, avec cependant toujours des pourcentages faibles. *Triloculina* cf. *fischeri* semble la plus répandue.

e/ *Hyalinea balthica* est présente dans tout l'étage (avec d'intéressantes variations de fréquences en fonction de la profondeur qui seront décrites plus loin) mais elle n'est pas liée exclusivement aux vases profondes. *Cibicides pseudoungarianus* et *Planulina ariminensis* sont très répandus.

f/ Enfin *Epistomina elegans* et *Siphonina reticulata* semblent bien être cantonnées dans les sédiments profonds. Tandis que les *Chilostomellidae* sont toujours bien représentés.

g/ Un caractère important des prélèvements profonds est leur grande richesse en Foraminifères "arénacés" qui augmentent régulièrement en nombre d'espèces et d'individus à mesure que la profondeur s'accroît -tout au moins jusqu'à 1 000 m environ-. Souvent à l'état de fragments, surtout en ce qui concerne les formes tubulaires, ils comptent aussi beaucoup de tests bien conservés et de nombreux exemplaires vivants ce qui permet d'apprécier leur fréquence.

Aux *Protonina difflugiiformis* que l'on rencontre dans l'ensemble des sédiments vaseux, s'ajoutent ici *Saccamina sphaerica*, *Psammospaera fusca*, *Marsipella cylindrica*, *Astrorhiza arenaria*, de nombreux *Rhabdammina* (*R. abyssorum*, surtout et *R. linearis*). *Hyperammina friabilis* et *Saccorhiza ramosa* sont aussi très répandues. *Bathysiphon filiformis* est fréquent.

Citons encore : *Ammodiscus planorbis* et *Tolypammina vagans*, plus rarement un petit *Ammodiscus*, voisin de *A. catinus* Høglund, des *Glomospira*, *Ammologena clavata*, et enfin de nombreux *Reophacidae* assez régulièrement répartis (*R. dentaliniformis*, *R. cf. scorpiurus*, *R. pilulifera*, *Nodellum membranaceum*).

Parmi les *Lituolidae* on trouve souvent *Adercotryma glomerata* et *Cribrostomoides scitulum*. Enfin, les *Textularidae* sont surtout représentées par *Siphotextularia concava*, *Bigenerina nodosaria* et *B. cylindrica*.

h/ Il faut citer, en dernier lieu, le cas de *Cyclammina cancellata*, espèce strictement limitée au domaine profond.

Cette espèce, de très grande taille puisqu'elle peut atteindre 3 ou 4 mm de diamètre, semble très générale dans ces vases mais sa fréquence y est peu élevée et très irrégulière et il est nécessaire, pour la rencontrer, de travailler, non plus sur quelques dizaines de cm³ mais sur des dizaines de dm³. C'est ainsi, par exemple, qu'elle a été trouvée aux points suivants : (Canyon de Planier).

station L. (360 m à 400 m) : 57 exemplaires dans 50 dm³

station M. (370 m à 420 m) : 9 exemplaires dans 50 dm³

station N. (340 m à 450 m) : 6 exemplaires dans 50 dm³

Dans le canyon de Cassidagne, différents dragages l'ont révélée, avec des fréquences allant de 1 à 7 exemplaires dans 50 dm³. L'espèce paraît donc largement répandue mais une telle quantité de sédiment ne pouvant pas toujours être prélevée il est impossible, dans ces conditions, d'établir la répartition exacte. On ne peut, non plus songer à comparer entre elles les fréquences trouvées dans les différents prélèvements, ni à des confronter avec les fréquences des autres espèces triées dans 30 à 40 cm³ au maximum.

Deux diagrammes circulaires résument ces diverses remarques et montrent les aspects successifs de la microfaune respectivement à 370 m et 1200 m (fig. 18 et 19 A).

Chacun comporte une vingtaine de familles. On remarquera la grande richesse de cette population bathyale en espèces qui ne présentent souvent que de très faibles pourcentages. D'où ces diagrammes très subdivisés où il est d'ailleurs, impossible de tout représenter.

Le sédiment superficiel de la carotte B1 présente un assemblage à première vue un peu aberrant avec par exemple, moins de formes planctoniques, moins d'arénacés, de *Lagenidae*, et *Bulminidae* profonds. Mais il faut remarquer en ce point la présence d'un stock déplacé assez important : *Miliolales* littorales, *Cibicides lobatulus* et *refulgens*, *Rosalina*, *Ammonia* et *Planorbulina* forment à eux seuls près de 20 % du total des tests (le sédiment contenait d'ailleurs une certaine quantité de débris de feuilles de Posidonies).

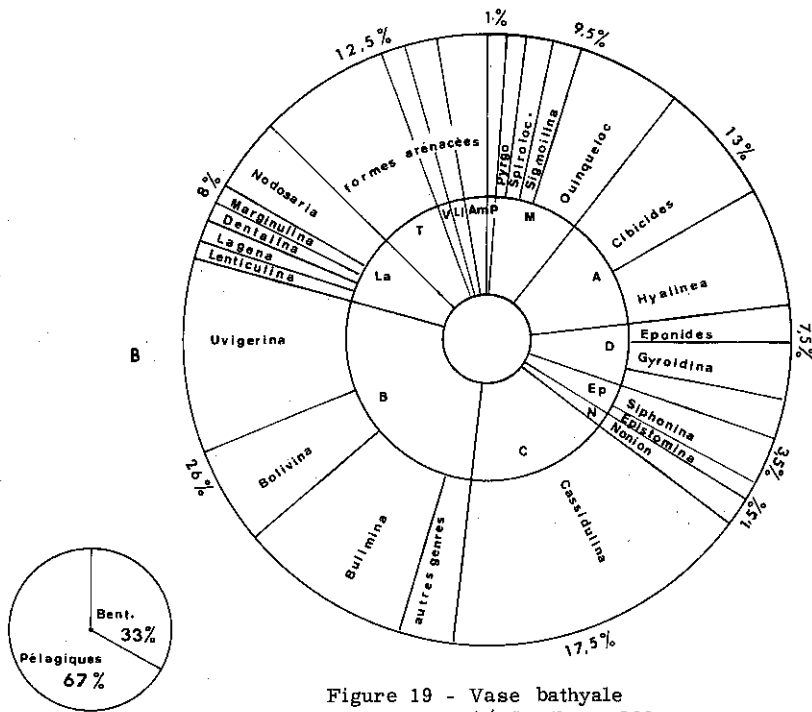
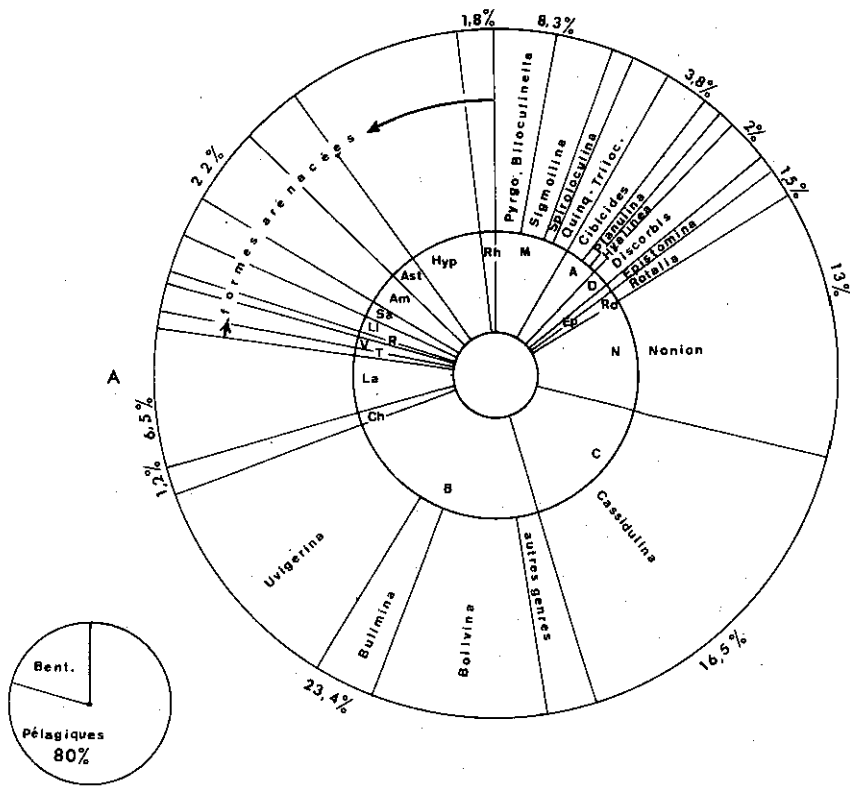


Figure 19 - Vase bathyale
A/ St. D, -1200 m
B/ St. 1014, 400 m

- | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------------|
| M : Niliolidae | B : Buliminidae | Am : Ammodiscidae |
| A : Anomalinidae | Ch : Chilostomellidae | Ast : Astrorhizidae |
| D : Discorbidae | La : Lagénidae | Hyp : Hyperamminidae |
| Ep : Epistominidae | T : Textulariidae | Rh : Rhizamminidae |
| Ro : Rotalidae | V : Verneulinidae | P : Peneropidae |
| N : Nonionidae | R : Reophacidae | Sa : Saccamminidae |
| C : Cassidulinidae | Li : Lituolidae | |

2/ Les stations du Golfe de Gênes

Il s'agit d'un groupe de dragages effectués par la "Calypso" en 1957 (voir J.J. BLANC 1959 "Recherches sur les vases du Golfe de Gênes"). Je ne disposais pas de sédiment fixé mais seulement de résidus de tamisage et de sédiment séché à l'étuve, je n'ai donc pas pu étudier effectivement la population vivante de ce matériel ; cependant, l'identité des assemblages de tests avec ceux correspondant aux stations des côtes de Provence ou de Corse a permis de constater que la microfaune du golfe de Gênes était très identique à celle étudiée plus en détail dans les autres régions.

Les résultats des comptages sont portés sur le tableau général et ont été utilisés également pour établir le schéma de la figure 21 qui résume les variations de la microfaune avec la profondeur.

Les prélèvements proviennent des profondeurs suivantes : 420 m (station 1252) 466 m (station 1267), 730 m (station 1251), 930 m (station 1259).

3/ Les stations du canal de Corse

Elles concernent des profondeurs allant de 500 à 800 m.

Au nord, les dragages dans la fosse de Gogona (station 1752) de 600 à 650 m, montrent une microfaune bathyale assez typique avec une faible proportion de formes littorales déplacées : quelques Miliolés (*Quinqueloculines* notamment), quelques *Discorbidae*, quelques *Cibicides* constituent les seuls éléments remaniés décelables et ne représentent pas plus de 5 à 10 % de la microfaune. De nombreux Foraminifères et débris divers sont épigénisés par de la glauconie mais cette épigénisation affecte aussi bien les formes remaniées que les formes en place et a dû s'effectuer dans la fosse elle-même après glissement des Foraminifères littoraux.

La population est, d'autre part, aux trois quarts pélagique ce qui est normal à cette profondeur.

Au Sud, les stations entre Monte Cristo et la Corse (1754 à 753 m, 1754 bis à 800 m) et à l'Est de Porto Vecchio (station 1757 à 870 m) comportent une population beaucoup plus pure avec plus de 95 % de pélagiques. Les formes littorales sont pratiquement absentes. Le caractère profond de l'assemblage ressort nettement de l'examen du diagramme circulaire fig. 20 : grande diversité des *Arénacés*, des *Lagenidae*, avec notamment *Lingulina seminuda*, abondance d'*Epistomina elegans*, augmentation par rapport à la station précédente des *Buliminidae* et *Cassidulinidae*, nombreux *Pyrgo* qui constituent plus de 10 % de la microfaune.

La glauconie est beaucoup plus rare dans ces stations.

Enfin, entre les 2 groupes de prélèvements précédents, les dragages effectuées dans la dépressions au NW de Capraja méritent d'être étudiées à part.

Ce sont les stations 1753 et 1753 bis (à peu près au fond de la fosse à -500 m) et 1756 et 1756 bis (sur la pente W vers 400-450 m).

Ces stations se caractérisent par la contribution, d'une part de formes remaniées glissées, et d'autre part, d'un stock fossile quaternaire. De ce fait, l'importance de la microfaune benthique est beaucoup plus grande ici puisqu'elle représente 50 % des Foraminifères.

On retrouve une faune de type détritique côtier avec, outre les formes d'herbier (*Miliolés*, *Cibicides*, "*Discorbis*", *Elphidium*), de nombreuses *Textulaires*, *Gaudryina* et *Eponides repanda*.

A ce stock bathymétriquement décalé, s'ajoutent *Paromalina coronata* et *Uvigerina peregrina* qui caractérisent les faunes würmiennes.

Cet ensemble est ici nettement plus profond que dans les autres gisements connus (côtes de Provence, Banc de Sta Lucia, etc...) et il est possible qu'il y ait eu remaniement et "descente" ultérieure de ce matériel. Au fond de la fosse, à 500 m, les Foraminifères littoraux remaniés sont également nombreux mais de type banal et ne peuvent être datés. Le tout est fortement usé et épigénisé.

4/ Les stations de Méditerranée orientale

Le diagramme de la figure 19 B montre l'aspect de la microfaune trouvée dans le sédiment de la station 1014, effectuée à -400 m au nord de l'île de Castellorizo. Ce diagramme souligne l'uniformité de la microfaune bathyale, à profondeur égale, en des points aussi éloignés les uns des autres que par exemple les côtes de Provence, le Golfe de Gênes et le Dodécanèse.

On remarque la dominance des *Buliminidae* et *Cassidulinidae*. Ces familles, ainsi que les formes caractéristiques : *Hyalinea balthica*, *Lagenodosaria scalaris*, *Epistomina elegans*, *Uvigerina mediterranea*, présentent des pourcentages tout à fait voisins de ceux des stations 14 (-370 m) ou 1252 (-420 m).

Les formes déplacées représentent à peu près 20 % de l'assemblage, ce qui est courant à ces profondeurs (cf. fig. 18).

B - INFLUENCE DE LA PROFONDEUR SUR LA MICROFAUNE

La microfaune profonde, telle qu'elle vient d'être décrite, constitue donc une population très homogène d'une région à l'autre. L'étude des divers échantillons de Méditerranée occidentale et orientale montre les mêmes caractères et les mêmes ensembles de Foraminifères.

Les espèces typiques de cette population présentent une large répartition tant bathymétrique - puisqu'on les trouve de 200 à plus de 2 000 m - que géographique. En-dessous des limites du plateau continental, l'influence de la profondeur se manifeste surtout par des variations d'abondance des diverses formes.

Le schéma suivant (fig. 21) résume les modifications constatées entre 370 et 2 400 m. Il est établi synthétiquement à partir des stations provenant de divers points, classées par ordre de profondeurs. Pour des raisons graphiques, l'échelle des abscisses (profondeurs) est logarithmique afin de réduire les dimensions de la figure aux dépens des grandes profondeurs ; en effet, l'observation montre qu'au delà de 1 000 m la microfaune devient très uniforme. L'échelle des ordonnées est arithmétique et indique les pourcentages cumulés des principales formes.

On distingue sur le diagramme trois groupes d'espèces :

1/ Les espèces dont la fréquence varie peu dans les limites bathymétriques considérées

- Certaines, comme les *Cassidulina*, et *N. parkeri* sont des formes que l'on a vu augmenter régulièrement d'abondance avec la profondeur dans tout le Circalittoral. Leur fréquence devient ensuite à peu près constante et elles constituent assez uniformément 20 à 25 % de la microfaune des vases profondes.

- D'autres espèces, par contre, n'apparaissent que dans ce dernier milieu mais dépassent rarement 1-2 %, j'ai représenté sur le schéma les plus abondantes : *Sigmolina tenuis*, *S. schlumbergeri*, *Spiroloculina tenuiseptata*. Bien d'autres, tout aussi caractéristiques et très régulièrement présentes, n'atteignent pratiquement jamais 1 % et n'ont pu, de ce fait être indiquée (*T. fischeri*, *Dentalina communis*, *Dentalina cf. subemaciata*, *Lingulina seminuda*, etc...).

2/ Les espèces qui atteignent un maximum de fréquence à une certaine profondeur mais décroissent ensuite :

- *Hyalinea balthica* et *Lagenodosaria scalaris* augmentent en fonction de la bathymétrie dans la vase circalittorale et dans la vase bathyale jusqu'aux environs de 500 m, puis diminuent d'importance et constituent chacune environ 1 à 2 % de la microfaune des dernières stations.

- *Uvigerina mediterranea* apparaît avec la vase bathyale et forme une importante proportion de la population des 1 000 premiers mètres : 10 à 15 % de la plupart des stations et même jusqu'à plus de 30 % entre 900 et 1 000 m. On ne la retrouve plus à 2 400 m.

3/ Les espèces qui continuent régulièrement à augmenter avec la profondeur

Ce sont essentiellement les *Pyrgo* et les diverses familles de Foraminifères arénacés. On voit ces derniers se diversifier considérablement à mesure que l'on considère des stations de plus en plus profondes. Toutefois cet accroissement, ici aussi, concerne surtout la zone en-dessus de 1 000 m. Au delà la population apparaît assez constante.

Compte tenu de ces diverses considérations, on peut dire que la microfaune profonde, dont la plupart des espèces apparaissent dès 150 m - 200 m, se modifie progressivement en fonction de la profondeur jusque vers un millier de mètres : certaines espèces augmentent régulièrement (*Pyrgo*, "arénacés"), d'autres pullulent particulièrement dans des limites bathymétriques déterminées : zones à *H. balthica* de 300 à 600 m, zone à *L. scalaris* de 400 à 700 m environ - zone à *U. mediterranea*, de 400 à 1 000 m.

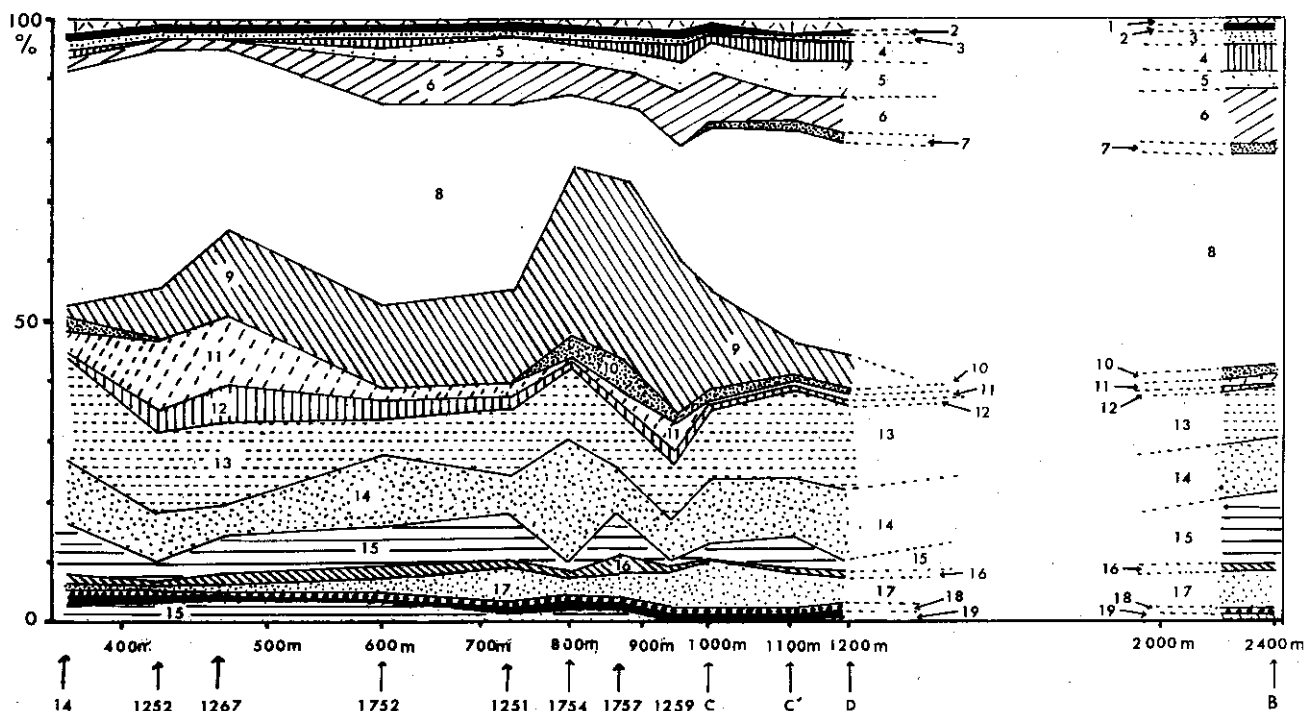


Figure 21 - Modifications de la microfaune bathyale en fonction de la profondeur

- | | | |
|---------------------------|------------------------------------|--|
| 1 : <i>Lituolidae</i> | 7 : <i>Rhizamminidae</i> | 13 : <i>Cassidulina</i> |
| 2 : <i>Saccaminidae</i> | 8 : Autres formes | 14 : <i>Nonion parkeri</i> |
| 3 : <i>Reophacidae</i> | 9 : <i>Uvigerina mediterranea</i> | 15 : Divers <i>Niliolidae</i> |
| 4 : <i>Astrorhizidae</i> | 10 : <i>Epistomina elegans</i> | 16 : <i>Sigmoina schlumbergeri</i> |
| 5 : <i>Hyperamminidae</i> | 11 : <i>Hyalinae balthica</i> | 17 : <i>Pyrgo</i> |
| 6 : <i>Ammodiscidae</i> | 12 : <i>Lagenodosaria scalaris</i> | 18 : <i>Sigmoina tenuis</i> |
| | | 19 : <i>Spiroloculina tenuiseptata</i> |

Au delà, la microfaune devient très uniforme à toutes les profondeurs et les espèces, qui sont d'ailleurs toujours les mêmes, présentent des variations de pourcentages assez faibles et sans signification.

Les stations les plus profondes (carottes C₃, JC₃, B₁, station de Matapan 4200 m) montrent une microfaune presque exclusivement constituée de formes pélagiques. Les espèces benthiques ne constituent plus que 1 à 5 % de la microfaune. On trouve les mêmes espèces que dans les stations moins profondes.

C - INFLUENCE DES FACTEURS SEDIMENTOLOGIQUES

Au contraire des formations infra ou circalittorales, où la microfaune est toujours étroitement liée aux conditions de dépôt du sédiment, les vases profondes présentent une population qui apparaît totalement indépendante du contexte granulométrique. Le seul facteur important est ici la nature argileuse du fond.

Les résultats qui viennent d'être exposés concernant, en effet, des sédiments très différents au point de vue minéralogique et granulométrique. Les vases à granulométrie parabolique du golfe de Gênes (J. J. BLANC, 1959) présentent les mêmes microfaunes que les faciès de décantation des parages de Castellorizo (L. BLANC-VERNET, 1961) ou du canal de Corse (H. CHAMLEY, 1963).

Ce dernier auteur a, en outre, décrit en Méditerranée des provinces minéralogiques fondées sur les proportions d'illite et de Montmorillonite contenues dans les argiles. Ces constituants n'ont pas, non plus, d'influence sur la microfaune.

Il y a là une différence notable entre la microfaune du plateau continental et celles du domaine profond. On a vu l'importance de la granulométrie pour l'interprétation des microfaunes du

domaine littoral : soit que la granulométrie conditionne directement les populations (vases et sables détritiques circalittoraux) soit, que la répartition des grains, comme celle des tests, se trouve sous la dépendance d'un même facteur hydrodynamique ou biologique (courants; filtration due aux herbiers, etc...).

En milieu bathyal, par contre, la sédimentation uniformément fine, jointe à des conditions écologiques assez monotones, entraîne la présence générale dans tout l'étage d'une population très homogène qui se modifie progressivement avec l'augmentation de profondeur, quels que soient, par ailleurs, la nature des minéraux argileux ou le degré d'évolution du matériel.

D - CONCLUSIONS

1/ Composition de la microfaune profonde

La microfaune profonde se compose essentiellement de 2 stocks d'espèces :

- des espèces vasicoles qui ne sont pas exclusives de ce biotope mais se rencontrent déjà dans les fonds vaseux circalittoraux. C'est toutefois dans le domaine bathyal que la plupart de ces formes présentent leur maximum d'abondance. Citons principalement les *Cassidulinidae*, *Nonion parkeri*, *Hyalinea balthica*, *Lagenodosaria scalaris*, etc...

- des espèces réellement profondes, telles que *Uvigerina mediterranea*, *Epistomina elegans*, *Lingulina carinata*, de nombreux *Lagenidae* (*Dentalina*, *Nodosaria*, etc...) des *Pyrgo* et divers Foraminifères arénacés.

2/ Uniformité de la microfaune bathyale

L'uniformité déjà signalée à propos de la vase circalittorale se retrouve évidemment pour la vase profonde où n'intervient aucune variation saisonnière ou climatique.

La microfaune vivante est riche et très homogène d'un prélèvement à l'autre, presque l'on considère des stations de profondeur comparables.

3/ Influence de la profondeur

Les variations de fréquence des principales espèces vivant dans la vase profonde permettent d'établir la zonation suivante :

a/ au-dessus de 1 000 m : zone optimale pour la plupart des espèces tant vasicoles que bathyales - certaines présentent leur maximum de fréquence entre des limites bathymétriques assez précises.

Uvigerina mediterranea : abondante surtout de 400 à 1 000 m

Hyalinea balthica : " " " 200 à 600 m

Lagenodosaria scalaris : " " " 400 à 700 m

Pyrgo
Foraminifères arénacés } en augmentation régulière à mesure
que la profondeur s'accroît.

b/ Au delà de 1 000 m

Les proportions relatives des diverses formes demeurent constantes mais leur abondance est de toute façon très faible. La microfaune tend à devenir presque exclusivement d'origine pélagique.

4/ Possibilité de mélanges

En outre, l'étude de la population bathyale met en évidence le problème des faunes déplacées. Dans de très nombreux échantillons la comparaison de la population vivante et de l'assemblage total montre une grande analogie qui souligne l'absence de formes remaniées ; cependant il n'en est pas toujours ainsi et, même à des profondeurs assez considérables, il peut y avoir des mélanges de faunes venant des différents milieux supérieurs.

- On a vu la présence assez générale, au sommet de la vase bathyale, de Foraminifères fossiles glissés depuis le rebord du plateau continental (Détritique du Large).

- On trouve aussi parfois des Foraminifères littoraux descendus jusque dans la vase bathyale, le long des pentes des canyons par exemple. On note ainsi à 600 m dans le Canyon de Pla-

nier en certain nombre d'espèces côtières : *Ammonia beccarii*, *Planorbulina mediterraneensis*, *Elphidium macellum*, *Cibicides lobatulus* et *C. refulgens*. A 1100 m, on trouve également des *Cibicides*, *Elphidium*, *Planorbulina*, quelques *Rosalina*. A 1200 m, Une *Planorbulina*.

Dans une carotte provenant de 2400 m (B) on trouve encore quelques *Discorbidae*, *Cibicides lobatulus*, *Ammonia beccarii* et *Planorbulina*.

Dans la fosse de Capraja, sur la pente, à -450 m les comptages montrent un important stock littoral constituant 27 % des tests et comprenant des *Cibicides*, "*Discorbis*" et *Elphidium*.

Il faut considérer le rôle joué, dans ces déplacements, non seulement par les glissements et courants turbides mais aussi, à un moindre degré, par les feuilles de *Posidonies* flottées et transportées à de grandes distances avec leur faune épiphyte.

Ces mouvements peuvent être rapides et certains Foraminifères contiennent encore du protoplasme. On a ainsi trouvé une *Planorbulina* vivante dans la vase bathyale à -600 m.

Ces exemples constituent des cas accidentels ; ils montrent cependant l'importance que peuvent présenter les déplacements de microfaune et leur influence sur l'aspect des assemblages de Foraminifères.

De tels mélanges pourraient conduire à des erreurs d'interprétation si la cause n'en était pas décelée, surtout en ce qui concerne les sédiments anciens. On peut trouver ainsi dans un même sédiment, des faunes qui présentent actuellement un habitat différent et il est parfois difficile de préciser, si cette coexistence est liée aux conditions écologiques de l'époque, distinctes des conditions actuelles -interprétation qui a été retenue par certains auteurs pour des sédiments du quaternaire ancien (DI NAPOLI ALLIATA 1937- DI NAPOLI ALLIATA et TREVISAN 1937) entre autres) ou si l'un des deux ensembles faunistiques est déplacé par rapport à l'autre. Un tel cas sera discuté, par exemple, à propos du Pliocène du canyon de Régalon (Vaucluse) où le problème a été résolu par l'étude granulométrique et minéralogique des argiles qui contenaient la microfaune (cf. 3ème partie).

Ces glissements d'espèces benthiques littorales le long de la pente continentale sont particulièrement intéressantes à considérer lors de l'étude des carottes. En effet on trouve, parfois, intercalés entre des niveaux en place, des microfaunes beaucoup plus littorales, remaniées, qui renseignent sur les populations qui vivaient à la même époque sur le précontinent.

TABLEAU - XII

Liste des espèces trouvées dans les vases circalittorales
et bathyales

ESPECES	VTC	VB
<i>Saccamina sphaerica</i>		+
<i>Proteonina difflugiformis</i>	+	+
<i>Psammosphaera fusca</i>		+
<i>Bathysiphon filiformis</i>		+
<i>Rhizammina algaeformis</i>	+	+
<i>Rhizammina</i> sp.	+	+
<i>Marsipella cylindrica</i>		+
<i>Astrorhiza arenaria</i>		+
<i>Rhabdammina abyssorum</i>		A
<i>Rhabdammina linearis</i>	+	+
<i>Hyperammina flexuosa</i>	+	A
<i>Hyperammina laevigata</i>		+
<i>Hyperammina friabilis</i>		+
<i>Saccorhiza ramosa</i>		+
<i>Amodiscus planorbis</i>		+
<i>A. catinus</i>		+
<i>Tolypammina vagans</i>		+
<i>Ammolagena clavata</i>		+
<i>Glomospira charoides</i>		+
<i>Reophax dentaliniformis</i>		+
<i>R. cf. scorpiurus</i>	+	+
<i>R. pilulifera</i>		+
<i>R. nodulosus</i>		+
<i>R. scotti</i>	+	
<i>Nodellum membranaceum</i>		+
<i>Cyclammina cancellata</i>		+
<i>Haplophragmoides canariensis</i> d'Orb.	+	
<i>Adercotryma glomerata</i>	+	+
<i>Cribrostomoides subglobosum</i>		+
<i>C. scitulum</i>		+
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	PA	+
<i>Siphotextularia concava</i>		+
<i>Textularia sagittula</i>	+	+
<i>T. agglutinans</i>	+	+
<i>T. pseudorufosa</i>	+	
<i>T. cf. pseudoqramen</i>	+	
<i>T. earlandi</i>	+	
<i>Bigenerina nodosaria</i>		+
<i>B. cylindrica</i>		+
<i>Trochammina globigeriniformis</i>		+

ESPECES	VTC	VB
<i>Cystamina pauciloculata</i>	+	+
<i>Tritaxis fusca</i>		+
<i>Eggerella scabra</i>	+	
<i>Pseudoclavulina crustata</i>	+	+
<i>Cribragoesella robusta</i>		
<i>Gaudryina rudis</i>	+	
<i>G. pseudoturris</i>	+	+
<i>Cornuspira involvens</i>	+	+
<i>C. carinata</i>	+	+
<i>Cornuspiroides foliaceus</i>		+
<i>Quinqueloculina stelligera</i>	+	
<i>Q. seminulum</i>	+	
<i>Q. parvula</i>	PA	
<i>Q. pentagona</i>	PA	
<i>Nummuloculina contraria</i>		+
<i>Spiroloculina excavata</i>	+	+
<i>S. depressa</i>	+	+
<i>S. tenuiseptata</i>		+
<i>Sigmoilina sigmoidea</i>		+
<i>S. tenuis</i>	+	+
<i>S. schlumbergeri</i>		+
<i>Biloculinella labiata</i>	+	+
<i>B. globula</i>		+
<i>Pyrgoella sphaera</i>		+
<i>Pyrgo anomala</i>		+
<i>P. subsphaerica</i>		+
<i>P. elongata</i>		+
<i>P. depressa</i>		+
<i>P. bradyi</i>		+
<i>P. murrhina</i>		+
<i>P. comata</i>		+
<i>P. lucermula</i>		+
<i>Lagena striata</i>	+	
<i>L. laevis</i>		+
<i>L. semistriata</i>	+	
<i>L. amphora</i>	+	
<i>L. gracillima</i>		+
<i>Lagenodosaria scalaris</i>	PA	+
<i>Nodosaria cf. vertebralis</i>		+
<i>N. raphamistrum</i>		+
<i>N. lammulifera</i>		+
<i>Dentalina cf. subemaciata</i>		+
<i>D. guttifera</i>		+
<i>D. filiformis</i>		+
<i>D. communis</i>		+
<i>D. cuvieri</i>		+

ESPECES	VTC	VB
<i>Sacaceneria italica</i>		+
<i>Vaginulina linearis</i>		+
<i>V. patens</i>		+
<i>Lingulina seminuda</i>		+
<i>Marginulina glabra</i>		+
<i>Astacolus crepidula</i>		+
<i>Lenticulina peregrina</i>		+
<i>L. vortex</i>		+
<i>L. calcar</i>		+
<i>L. cultrata</i>		+
<i>L. orbicularis</i>		+
<i>Globulina gibba</i>		+
<i>Glandulina</i> sp.		+
<i>Guttulina lactea</i> var. <i>earlandi</i>		+
<i>Uvigerina mediterranea</i>		+
<i>U. auberiana</i>		+
<i>U. cf. uncinata</i>		+
<i>Angulogerina angulosa</i>	+	+
<i>Bolivina pseudoplicata</i>	+	+
<i>B. subspinescens</i>	+	
<i>B. difformis</i>		+
<i>B. punctata</i>	pA	+
<i>B. spathulata</i>	pA	+
<i>B. cf. aenariensis</i>	+	+
<i>Loxostomum alatum</i>	+	+
<i>Bulimina aculeata</i>	A	+
<i>B. marginata</i>	A	+
<i>B. elegans</i>	+	+
<i>B. gibba</i>		+
<i>B. costata</i>	+	+
<i>B. exilis</i>		+
<i>Globobulimina ovata</i>		+
<i>G. caudigera</i>		+
<i>G. affinis</i>	+	+
<i>Virgulina complanata</i>	+	
<i>Reussella spinulosa</i>	+	+
<i>Oolina hexagona</i>	+	
<i>O. globosa</i>	+	
<i>Fissurina lucida</i>	+	
<i>F. marginata</i>	+	
<i>F. trigonomarginata</i>	+	
<i>F. cf. orbignyana</i>	+	
<i>F. elliptica</i>	+	
<i>Robertina translucens</i>	+	+
<i>Cassidulina laevigata</i>	TA	+
<i>C. crassa</i>	TA	+
<i>C. subglobosa</i>		+
<i>Cassidulinoides</i> sp.		+

ESPECES	VTC	VB
<i>Chilostomella oolina</i>	+	+
<i>Sphaeroidina bulloides</i>	+	+
<i>Pullenia bulloides</i>		+
<i>Nonion parkeri</i>	A	A
<i>N. pompilioides</i>		+
<i>Nonionella turgida</i>	pA	
<i>Nonionella miocenica</i> var. <i>stella</i>	pA	
<i>Neoconorbina williamsoni</i>	+	
<i>Rosalina globularis</i> var. <i>bradyi</i>	+	
<i>Valvulinertia bradyana</i>	A	
<i>Gyroldina orbicularis</i>		+
<i>G. soldanii</i>		+
<i>Spirillina vivipara</i>	+	+
<i>Cibicides lobatulus</i>	+	
<i>C. refulgens</i>	+	
<i>C. pseudoungarianus</i>	+	+
<i>Cibicidina rhodiensis</i>		+
<i>Hyalinea balthica</i>	pA	+
<i>Planulina arminensis</i>		+
<i>Siphonina reticulata</i>		+
<i>Epistomina elegans</i>		+
<i>Elphidium crispum</i>	+	
<i>E. macellum</i>	+	
<i>E. advenum</i>	+	
<i>E. lidoense</i>	pA	
<i>Planorbulina mediterraneensis</i>	+	
<i>Rotalia granulata</i>	+	
<i>Ammonia beccarii</i>	+	
<i>A. beccarii</i> var. <i>tepida</i>	(locale [†])	

(les espèces particulièrement bien représentées sont notées : pA (peu abondantes) - A (abondantes) - TA (très abondantes)).

CHAPITRE III

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS – CONCLUSIONS

L'étude analytique détaillée des Foraminifères, vivants ou morts, rencontrés dans les différents sédiments montre que l'on doit distinguer essentiellement deux grands types de fond :

- ceux où se développent de véritables populations de Foraminifères en équilibre avec les conditions sédimentologiques et écologiques.

- et ceux qui constituent, au contraire, des zones d'accumulation, déterminées surtout par l'hydrodynamisme local. Dans ces zones, la majorité des tests sont remaniés et le sédiment ainsi formé ne constitue pas un substrat propice à l'établissement d'une microfaune de Foraminifères vivants.

Dans le premier cas, il est possible de décrire un certain nombre de populations distinctes et de préciser les facteurs qui déterminent la composition de chacune d'elles. Dans le second, on sera amené à rechercher l'origine du matériel détritique à partir des espèces accumulées dans le sédiment.

I - LES POPULATIONS VIVANTES DANS LEUR CADRE ÉCOLOGIQUE - DESCRIPTION, REPARTITION, RELATIONS MUTUELLES -

Ces relations sont représentées de façon schématique par la figure 22, cette dernière a été établie pour la région marseillaise mais l'essentiel des faits exposés s'applique à l'ensemble des stations étudiées.

A - L'ÉTAGE INFRALITTORAL

L'étage infralittoral constitue la zone bathymétrique qui présente la plus grande variété de populations de Foraminifères. La microfaune de chaque biotope se différencie de celle des milieux voisins par un certain nombre de critères qui permettent d'identifier assez facilement l'origine de n'importe quel sédiment soumis à l'examen. Par ailleurs, considérée dans son ensemble, la microfaune infralittorale se définit par des caractères généraux qu'il est intéressant de préciser avant d'examiner chaque population en particulier.

1/ Caractères généraux des microfaunes infralittorales

a/ Richesse et variété des populations liées aux peuplements végétaux

Dans tout l'étage, les divers peuplements végétaux réalisent d'excellentes conditions de vie pour la plupart des Foraminifères. Les fonds dépourvus de végétation se révèlent en général beaucoup plus pauvres.

Les sables fins terrigènes contiennent assez peu de tests, pour la plupart vides. Les sables coquillers organogènes, sables "d'inter-mattes", graviers liés aux courants de fonds ("sables à Amphioxus"), sont très riches en tests vides et remaniés mais réalisent presque uniquement des zones d'accumulation du matériel provenant de divers autres peuplements et, en particulier, des herbiers. Ils contiennent cependant parfois des Foraminifères vivants.

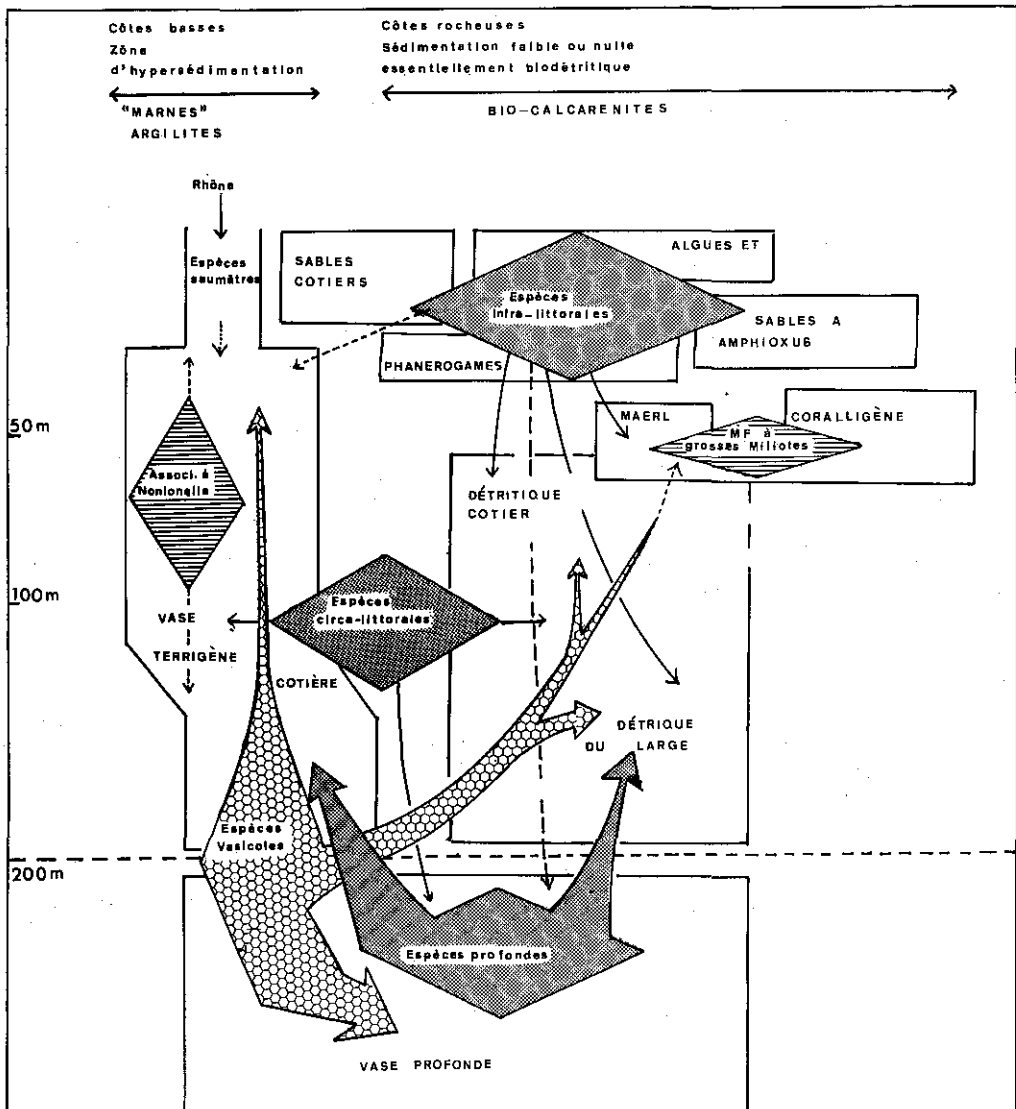


Figure 22 - Les principale populations de foraminifères. Les ensembles faunistiques et leur distribution.

b/ Existence d'un stock d'espèces infralittorales commun à tous les milieux

On distingue des espèces vivant dans le sédiment (*Rotalia*, *Ammonia*, formes arénacées), des espèces vivant le plus souvent sur les végétaux (formes adhérentes) et des espèces largement répandues, d'habitat variable. Cependant, toutes sont susceptibles de se rencontrer dans les divers biotopes infralittoraux - avec des proportions différentes suivant les conditions locales.

c/ Indépendance des populations et de la profondeur

Les populations infralittorales ne sont pas étagées bathymétriquement. Elles se présentent comme une mosaïque de milieux conditionnés par des facteurs divers, nature du fond, peuplement végétal... , et se caractérisent par les proportions relatives des diverses espèces ou groupes d'espèces les uns par rapport aux autres, plutôt que par la présence de telle espèce. Les termes "d'association" ou de "biocoenose" ne peuvent donc absolument pas s'appliquer à ces ensembles. Du même coup il ne sera pas non plus question d'évolution ni d'association climacique.

d/ Importance des variations saisonnières

L'influence des variations saisonnières se fait sentir dans tout l'étage infralittoral alors que ces dernières n'affectent pratiquement pas les peuplements plus profonds : Circolittoral et Bathyal.

Ces variations concernent surtout les espèces épiphytes sur les Phanérogames dont les feuilles tombent -totalemment ou partiellement- à la fin de l'automne. La microfaune du sédiment demeure beaucoup plus constante au long de l'année, bien qu'elle soit toutefois nettement moins abondante en hiver.

Les peuplements très littoraux, établis sous une faible tranche d'eau, quelques mètres au maximum, sont très sensibles aux variations des conditions météorologiques (orientation du vent et de la houle déterminant un brassage intense des petits fonds). La microfaune des peuplements algaux de substrat dur, exclusivement composée de formes épiphytes peut ainsi être totalement détruite lors d'une tempête mais se reconstitue ensuite très rapidement dès que survient une période de calme. Les Foraminifères qui vivent sur les feuilles de Posidonies et de Cymodocées sont assez sensibles, également, à l'agitation de l'eau. Les espèces du sédiment le sont beaucoup moins surtout dans les zones protégées par un couvert végétal. Par contre, les fonds soumis à un lessivage intense ("prisme littoral", portions des plages où se fait sentir l'action du déferlement) sont en général pauvres en espèces comme en individus, parfois même privés de microfaune lorsque le lessivage de la fraction sablon est total.

2/ Description de la microfaune des principaux milieux infralittoraux

a/ Les herbiers de Posidonies

La microfaune des herbiers se caractérise par l'abondance des formes adhérentes aux feuilles, *Nubecularia*, *Cibicides*, *Planorbulina*, *Rosalina*, etc... ainsi que des Foraminifères encroûtants, *Iridia*, *Webbinella*...

Anomaliniidae et *Planorbuliniidae* prennent là une importance qu'ils n'atteindront nulle part ailleurs, on y trouve, en outre, une très grande variété de *Discorbidae* et de *Millioliidae* qui forment de 20 à 40 % du total des individus vivants.

Les apports extérieurs sont faibles ou nuls. Les Foraminifères ayant vécu sur place constituent, après leur mort, une importante fraction du sédiment de la matre. Dans ce dernier les diagrammes de microfaune sont un fidèle reflet des populations vivantes.

Le nombre d'individus vivants sur les feuilles est au moins aussi important que celui des individus trouvés sur le fond. Certaines formes y sont exclusivement cantonnées (cf. plus haut), d'autres (*Elphidium* et *Millioliidae*) se partagent à peu près également les deux habitats. Les *Rotalidae* se rencontrent exclusivement dans le sédiment. Les feuilles supportent, en outre, de nombreux individus jeunes de formes pélagiques - Globigérines en particulier, ainsi que l'avait déjà signalé ISSEL (1913). Ce phénomène est général dans tous les herbiers considérés dans ce travail.

Les variations saisonnières sont importantes et liées au rythme de végétation des Posidonies. La saison de pullulation optimale est située, en raison de la température élevée de l'eau, à la fin de l'été et au début de l'automne (août-septembre). Elle est brusquement interrompue par le début du mauvais temps et la chute des feuilles de Posidonies.

Les herbiers représentent un lieu de reproduction active des Foraminifères à partir duquel les individus sont disséminés dans les milieux environnants.

b/ Les pelouses à Cymodocées

La microfaune des pelouses à Cymodocées constitue un ensemble moins "pur" que celle des peuplements à Posidonies. La contribution de ce dernier milieu, en tests vides comme en individus encore vivants, y est considérable. En effet les Cymodocées s'installent le plus souvent en arrière des herbiers ou dans les intermatres, sur un sédiment provenant de l'érosion de la matre elle-même. D'autre part, les feuilles ou les pieds de Posidonies arrachés, porteurs de leur faune épiphyte, viennent s'y accumuler (pl. VIII, fig. 1 et 4).

Exception faite de ces apports étrangers, la population des herbiers de Cymodocées présente des particularités indiscutables.

La microfaune du sédiment est plus importante et plus caractéristique que celle des feuilles. On y trouve, outre les espèces fréquentes dans l'herbier (*Elphidium*, *Rotalia*, *Ammonia*), une proportion d'arénacés tout à fait remarquable : *Eggerella scabra* (très abondante) *Trochammina*, sp. (rare) et de très nombreuses Miliolae à tests agglutinés qui sont, au contraire, toujours peu abondantes dans la matre. *Quinqueloculina irregularis*, *Q. agglutinans*, *Q. aspera* sont les mieux représentées.

Les variations saisonnières sont plus sensibles que dans l'herbier en ce qui concerne la faune épiphyte puisque les feuilles de *Cymodocées* disparaissent complètement pendant l'hiver. Au contraire ces variations présentent beaucoup moins d'amplitude en ce qui concerne la microfaune du fond qui se maintient à peu près uniforme pendant toute l'année et subit en outre, sans trop souffrir, des variations de niveau importantes (par exemple marées barométriques sensibles dans les très petits fonds de la baie du Brusca et qui peuvent aller jusqu'à l'émersion temporaire de certaines zones).

Dans les fonds de "lagune" en arrière et à l'abri d'un herbier de Posidonies, les variations de température de l'eau sont importantes, le réchauffement estival est considérable étant donnée la faible épaisseur de la tranche d'eau. Il s'y développe pendant l'été et une partie de l'automne une très grande quantité de *Peneroplis* qui ne présentent jamais une abondance semblable dans l'herbier de Posidonies.

Vers l'Est (Port-Cros, Côte d'Azur) s'y ajoutent de fréquents *Sorites*. L'ensemble constitue une microfaune de caractère chaud annonçant les peuplements de Méditerranée orientale.

c/ Les peuplements à Halophila

Ils représentent justement le biotope d'élection, en Méditerranée, des espèces de climat chaud. Les peuplements à *Halophila* ont été étudiés au Sud du Péloponèse, autour de la Crète, dans la portion méridionale de la mer Egée et dans la région Rhodes-Castellorizo - Côte Turque. Leur microfaune est caractérisée par l'importance des *Peneropliidae* (*Peneroplis* et *Sorites*) et des *Amphisteginidae* (*Amphistegina madağascariensis*) qui réduit d'autant la fréquence relative du stock infralittoral banal : *Discorbidae*, *Miliolidae*, *Cibicides* et *Planorbulina*.

d/ Les peuplements algaux :

On doit considérer à part les Caulerpes, qui apparaissent parfois au milieu des *Cymodocées* et se développent surtout pendant les étés particulièrement chauds sans apporter de modifications sensibles à la microfaune. Les autres peuplements examinés sont constitués par des algues établies sur des substrats rocheux : *Jania*, *Holopteris*, *Cystoseira*. Parmi celles-ci, les secondes constituent le peuplement indiscutablement le plus riche en Foraminifères. Dans l'ensemble, ces peuplements algaux se caractérisent par la grande dominance des *Miliolidae*. (Quinqueloculines et Triloculines, *T. rotunda* notamment). Cette abondance des *Miliolidae* est surtout le résultat de la diminution des autres familles et en particulier des formes adhérentes qui ne trouvent pas sur les thalles une aussi large surface de fixation que sur les feuilles de Phanérogames.

Ces peuplements, en général de mode assez battu, présentent, en outre, la particularité de voir leur microfaune détruite presque complètement à chaque période de grosse mer. La population se reconstitue ensuite très rapidement mais ainsi s'accumule, sur la roche, à la base des algues un sédiment presque exclusivement composé de tests vides.

e/ La microfaune vivante des sables à Amphioxus

Tandis que le matériel mort des sables à *Amphioxus* provient, comme on le verra plus loin, de l'accumulation de tests d'origine triple (matte, coralligène, maërl), la microfaune vivante est exclusivement de type infralittoral et provient des herbiers de Posidonies voisins. Cette faune est appauvrie et très irrégulière en abondance d'un prélèvement à l'autre comme si elle se constituait par apports discontinus à partir de l'herbier et ne subsistait pas longtemps ensuite. Les formes les plus fréquentes sont les *Cibicides* et les divers *Discorbidae*.

Quelques rares espèces semblent vivre dans les sables à *Amphioxus* : tout d'abord *Bulminella elegantissima*, toujours peu abondante. Les Milioles sont parfois bien représentées et notamment *Triloculina marioni*, *Quinqueloculina seminulum*, *Q. stelligera*.

f/ Les sables côtiers dépourvus de végétation

Ils sont pauvres en Foraminifères. Leur microfaune se réduit à quelques *Nonionidae* et *Rotaliidae* ; seule *Ammonia beccarii* est susceptible de présenter dans ces sables des fréquences appréciables. Elle peut également atteindre de grandes dimensions. Lorsque le sédiment est très fin voire même vaseux - la population devient plus riche avec apparition d'espèces arénacées (*Trochammina*, *Eggerella*) et de *Bolivina*.

Sauf en de rares localités, les apports d'espèces venues de peuplements végétaux proches sont toujours à envisager.

B - ETAGE CIRCALITTORAL

1/ Principaux types de fonds

On distingue deux principaux types de fonds :

- Les fonds purement vaseux (vase terrigène côtière) où les Foraminifères vivants sont très abondants. Les apports extérieurs en tests remaniés sont faibles. La population comprend quelques espèces exclusives de ce biotope, ainsi que des formes à large répartition (formes vasicoles et formes circalittorales).

- Les fonds sablo-vaseux, plus ou moins lessivés, dont le matériel comprend une importante fraction grossière d'origine détritique et dont la population est toujours plus réduite. Cette microfaune se compose des quelques espèces répandues dans tout l'étage auxquelles viennent s'ajouter, en nombre variable, quelques formes vasicoles banales dont l'abondance est liée à l'importance de la fraction fine dans le sédiment considéré.

Dans le Détritique côtier, ces formes sont les mêmes que celles que l'on observe dans la vase côtière à profondeur équivalente. Dans le Détritique du Large apparaissent des espèces de profondeur qui présentent leur optimum dans la vase bathyale (cf. schéma fig. 22).

2/ Description de la microfaune circalittorale

Les espèces qui vivent dans les fonds circalittoraux peuvent être subdivisées en trois grandes catégories.

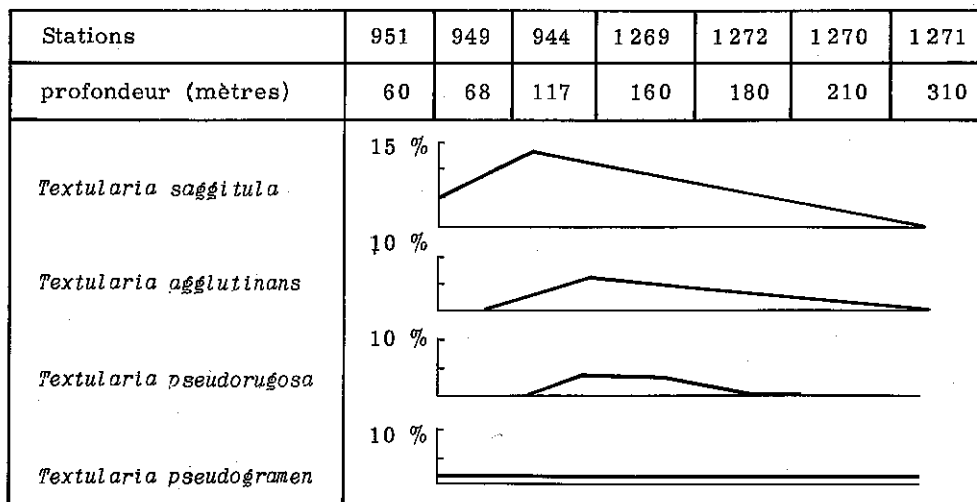
a/ Les formes caractéristiques de l'étage.

Citons tout d'abord *Valvulineria bradyana* : abondante dans les vases terrigènes côtières, cette espèce se rencontre également -quoique moins abondante- dans les milieux à granulométrie plus grossière où cependant la microfaune vivante est toujours assez réduite.

Sponides repanda et *Gaudryina rudis* sont aussi présents dans tout l'étage. Les sédiments où la fraction sableuse est importante semblent leur convenir mieux que les vases pures.

Mentionnons enfin les diverses espèces du genre *Textularia*. Dans la Baie de Palma de Majorque, COLOM (1952, p. 4-6) décrit un "*Textularietum agglutinans-candeianae*" dans des fonds à débris de Mélobésiées entre 40 et 50 m environ (l'auteur n'a pas effectué de prélèvements plus profonds). En Provence comme en Méditerranée orientale, on voit, de même, les Textulaires, commencer à apparaître faiblement dans les stations d'herbier les plus profonds et prendre en grand développement en dessous de cette zone, dès 40 m. Les divers milieux de l'étage Circalittoral correspondent à leur aire de répartition préférentielle. Au delà de 100-120 m elles diminuent pour disparaître pratiquement dans la vase bathyale.

Rappelons la distribution des tests de Textulaires dans les stations du Banc de Sta Lucia (L. BLANC-VERNET 1961) :



Le long des côtes de Provence on a la répartition suivante :

Biotope	Maërl	VTC	DC	VTC	DC	VTC	VTC	VTC	VB
Profondeur (m)	40	63	65	75	75	80	99	120	360
% Textulaires vivantes	1-2	2-3	5	6,5	8,5	7,5	2	2,5	0,5

b/ Les formes liées aux sédiments vaseux

Quelques espèces apparaissent dans les fonds vaseux dès l'Infralittoral ; certaines dépassent assez peu les limites du Circalittoral (*Haplophragmoides canariensis*, *Ammoscalaria pseudospiralis*), d'autres sont présentes depuis les petits fonds jusque dans les vases profondes. C'est le cas, en particulier, de nombreuses espèces du genre *Bolivina*. Cependant la plupart des formes vasicoles sont bien représentées dans les milieux circalittoraux et bathyaux. On résumera plus loin leurs variations qualitatives et quantitatives en fonction de la profondeur. Ce stock d'espèces se développe dès 30-40 mètres (avec des *Buliminidae*, *Cassidulinidae*). se diversifie ensuite rapidement (*Hyalinea balthica*, *Lagenodosaria scalaris*, *Nonion parkeri*, etc...) pour atteindre son optimum à la base du Circalittoral et dans la vase bathyale.

L'abondance de ces formes est fonction de l'importance de la fraction fine du sédiment. Bien représentées dans les vases pures, ces espèces apparaîtront en plus ou moins grand nombre dans les autres types de fond (maërl, détritique côtier) dans la mesure où ces derniers sont suffisamment envasés.

La majorité des espèces de la vase profonde apparaissent en réalité vers 150 mètres (*Nodosaria vertebralis*, *N. lamulifera*, *Dentalina subemaciata* et autres *Lagenidae*, les *Pyrgo*, *Uvigerina mediterranea* ainsi que les grands arénacés : *Hyperamminidae*, *Astrorhizidae*, *Saccamminidae*). C'est ce cortège vasicole profond que l'on trouve dans le Détritique du Large lorsqu'il est suffisamment vaseux pour permettre le maintien d'une petite population vivante.

c/ Les microfaunes limitées à certains biotopes

- La microfaune à grosses Miliolles -

Il s'agit d'une microfaune constituée à la fois d'espèces infralittorales et circalittorales et caractérisée, en outre, par une extrême abondance de grosses Quinqueloculines (*Adelosines*) costulées du type *Q. duthiersi*, *Q. pulchella*, *Q. intricata*, *Q. phoenicia* (avec de nombreuses formes de passage). Ces espèces y sont souvent vivantes alors qu'elles sont très rares dans l'herbier, absentes dans les vases, et uniquement représentées par des tests vides -d'ailleurs nombreux- dans les sables à *Amphioxus* et le Détritique côtier.

Ce type de population paraît étroitement limité aux peuplements coralligènes, aux fonds de grottes (alimentés d'ailleurs également par le coralligène des parois) et aux gravelles des passes à Mélobésiées (maërl).

Dans le coralligène et les grottes, qui peuvent être peu profonds, elles sont associées à de nombreuses espèces infralittorales et notamment à des *Cibicides*. Les fragments de *Miniacina miniacea* (espèce essentiellement coralligène) sont très abondants. Dans le "maërl", déjà plus profond (station du Congloué + 40 m) les espèces infralittorales sont beaucoup plus rares, mais la fraction fine du sédiment contient de nombreux *Lagenidae*, *Buliminidae* et *Cassidulinidae* qui lui confèrent un aspect nettement circalittoral.

- L'association de Foraminifères des vases terrigènes côtières -

À la partie supérieure des vases terrigènes côtières vit une association de Foraminifères tout à fait caractéristique à *Nonionella* (principalement *N. turgida*) et *Reophax scottii*. Cette dernière espèce est susceptible de présenter localement des pourcentages élevés (30 à 40 %), mais elle manque parfois (baie de Marseille).

Ces formes, exclusives de la vase terrigène, côtière, diminuent progressivement d'importance en dessous de 100 m dans notre région. Elles descendent un peu plus bas en Méditerranée orientale où on les trouve encore à -190, -200 m de profondeur.

Elphidium lidoense est fréquent dans ce type de fond.

Les espèces accompagnatrices sont essentiellement les formes vasicoles décrites au paragraphe précédent : *Haplophragmoides canariensis* se rencontre jusqu'à 100 m environ, *Ammoscalaria pseudospiralis* descend un peu plus bas tandis que la majorité des espèces dépassent largement les limites de l'association et même de l'étage.

C - LE DOMAINE PROFOND

A partir de la limite supérieure de la vase bathyale -et même légèrement plus haut lorsque les vases circalittorales et bathyales sont en continuité- se constitue progressivement un ensemble faunistique "profond".

Cette microfaune profonde se caractérise par son uniformité liée à l'homogénéité des conditions écologiques et au sédiment vaseux. Les variations de la composition minéralogique des argiles, ainsi que les différents caractères sédimentologiques (allure des courbes granulométriques, origine du matériel) n'ont aucune action sur la composition du peuplement de Foraminifères.

Jusqu'à 1 000 m environ on suit les modifications de la population à mesure que la profondeur augmente. Au-delà les proportions relatives des diverses formes varient assez peu. Il est, par ailleurs impossible de distinguer un domaine abyssal différent du bathyal, la composition de la microfaune demeurant invariable jusqu'aux plus grandes profondeurs observées.

II - ROLE DES PRINCIPAUX FACTEURS DE REPARTITION DES FORAMINIFERES VIVANTS

Les trois premiers facteurs envisagés : salinité, nature du peuplement végétal et influence du climat, interviennent uniquement dans l'étage infralittoral. Les autres exercent leur action depuis le rivage jusqu'aux plus grandes profondeurs :

1/ La salinité

Ce travail portant uniquement sur des milieux purement marins, je n'envisagerai pas en détail le rôle des variations de salinité.

Dans le cadre de cette étude les seules régions où des Foraminifères saumâtres aient été rencontrés, correspondent à des conditions très spéciales puisqu'elles sont situées au débouché du grand Rhône où près de l'embouchure Vardar (Grèce). L'apport massif d'eaux douces détermine sur une grande distance une dessalure considérable tout à fait défavorable à la vie de la microfaune. Les stations effectuées devant le Rhône : F (17 m) et F' (45 m) situées à moins de 1 mille de l'embouchure ne contiennent qu'une microfaune presque inexistante et limitée à quelques *Ammonia tepida*.

Ce n'est qu'à partir de la station F3 (67 m), à près de 2 milles de la côte, que l'on trouvera une population en place, de type déjà circalittoral (vase terrigène côtière), dans laquelle on rencontre toutefois encore de nombreux *Ammonia beccarii* var. *tepida*, associés à *A. beccarii* typique. On y trouve aussi quelques *Protelphidium paraliu* ainsi qu'un certain nombre d'*Eggerella scabra*, *Haplophragmoides canariense*, etc... c'est à dire tout un cortège d'espèces assez polyhalines signalées par KRUIT dans les marais et canaux de Camargue. Dans le golfe de Salonique on assiste, de même, au passage des microfaunes saumâtres à celles de la vase circalittorale qui, dans certaines zones, sont bien représentées dès 30 m environ.

2/ Nature du peuplement végétal -

Dans les limites de l'étage infralittoral, la présence ou l'absence de peuplements végétaux et leur nature détermine l'existence de populations plus ou moins riches et conditionne également l'abondance relative des divers groupés d'espèces : formes du sédiments (Miliolles arénacées, *Eggerella*, *Rotaliidae*, *Nonionidae*...), formes adhérentes aux feuilles de Phanérogames (*Cibicides*, *Planorbulina*, *Rosalina*...), formes relativement libres mais fréquemment épiphytes sur les algues (*Quinqueloculines*, *Triloculines* etc...).

3/ Influence du climat, provinces géographiques

La comparaison des résultats établis le long des côtes de Provence, de Corse, et en Méditerranée orientale, de la Grèce à la côte Turque, met en évidence l'influence du climat sur la composition faunistique et les limites bathymétriques des populations infralittorales.

Le bassin oriental -sauf dans la portion N de la mer Egée où le climat plus frais ramène des peuplements analogues à ceux des côtes de Provence- se caractérise par la présence d'une microfaune de type "chaud" comprenant notamment :

- *Amphistegina madagascariensis*
- *Sorites variabilis*
- de forts pourcentages de *Peneroplis*.

La première de ces espèces est cantonnée dans cette zone. La seconde, plus largement répandue, se rencontre uniquement dans des régions à climat particulièrement clément. Signalée dans le golfe d'Ajaccio (LACROIX 1940), dans le golfe de Gabès, (GLACON 1963), je l'ai observée le long du littoral provençal dans quelques baies abritées des fles d'Hyères (Port Cros) et de la Côte d'Azur (Cap d'Antibes).

Quant aux *Peneroplis*, surtout abondants en Provence dans les pelouses à Cymodocées, ils atteignent, en Méditerranée orientale, un développement considérable et descendent jusqu'à une cinquantaine de mètres, prenant ainsi une place importante dans l'ensemble des populations infralittorales.

L'influence du climat par contre, s'atténue rapidement hors des limites de l'Infralittoral et les microfaunes circalittorales et bathyales présentent une grande homogénéité dans l'ensemble de la Méditerranée.

Cette similitude des microfaunes profondes dans l'ensemble des régions étudiées, s'opposant à des populations littorales nettement différenciées selon que l'on s'adresse au Bassin occidental ou au Bassin oriental, a déjà été signalé (L. BLANC-VERNET 1960). F. PARKER (1945) remarque un phénomène analogue à propos des Foraminifères pélagiques. Cet auteur insiste sur la différence des températures de surface qui sont nettement plus élevées dans le bassin oriental (16° à 28° contre 13° à 24°) et permettent l'installation de peuplements plus "chauds". En profondeur, cet écart de température s'atténue et les températures mesurées sont, dans l'ensemble, nettement plus fraîches ; on a, au-dessous d'un certain niveau (permanent thermocline de PHLEGER), une microfaune de Foraminifères pratiquement identiques dans l'ensemble de la Méditerranée.

4/ La granulométrie du sédiment

Dans le domaine infralittoral, l'abondance des formes liées aux peuplements végétaux et, de ce fait, pratiquement indépendantes de la nature du fond vient masquer le plus souvent l'influence réelle de ce dernier. Si l'on met donc à part des formes d'habitat épiphyte, qui pullulent par exemple dans les herbiers et sont dispersées en grande quantité dans les milieux voisins, on s'aperçoit qu'il existe un stock d'espèces vivant strictement dans le sédiment et dont l'abondance et la répartition sont en étroite liaison avec les conditions granulométriques. Ces espèces sont assez peu nombreuses : *Ammonia*, *Rotalia*, formes arénacées, abondent surtout dans les sables fins ou vaseux. Une fraction colloïdale importante détermine l'apparition des *Bolivina*. Les sables grossiers sont moins riches et d'autant plus pauvres que le lessivage est plus important.

Dans le Circalittoral, les populations les plus riches se rencontrent dans les vases. Rares sont les espèces susceptibles de vivre exclusivement dans les sédiments grossiers. Cependant les Textulaires ainsi que *Eponides repanda* et *Gaudryina rudis* sont fréquents dans ces derniers.

Dans les zones où la vase bathyale fait suite à des fonds circalittoraux d'origine détritique (Détritique côtier puis Détritique du Large) la microfaune présente une brusque augmentation (en espèces comme en individus) dès que l'on atteint les sédiments fins.

Au contraire, dans les zones envasées, où les sédiments argileux recouvrent à la fois le plateau et la pente continentale, on peut suivre les modifications progressives de la microfaune vivante en fonction de la profondeur et établir une zonation continue en fonction de ce dernier facteur.

5/ La profondeur - la répartition bathymétrique des espèces

Les limites indiquées correspondent à des profondeurs moyennes susceptibles de variations locales. D'une manière générale on assistera toujours à une "remontée" sensible des microfaunes dans les zones envasées par rapport aux fonds détritiques grossiers.

ZONE I : 0 à 40 m environ

C'est le domaine des formes infralittorales : *Ammonia beccarii*, *Rotalia granulata*, *Discorbidae*, (*Rosalina*, *Discorbina*, *Neoconorbina*, *Glabratella*), *Miliolidae* (la majeure partie des espèces appartenant aux genres *Quinqueloculina* et *Triloculina* ; *Sigmoilina grata* et *S. costata* ; genre *Massilina*...), *Cibicides* et formes affines (*Cibicides lobatulus*, *Cyclocibicides vermiculatus*, *Dyocibicides biserialis* etc...) *Planorbulina* et *Acerulina*, *Peneroplidae* et *Amphisteginidae*, etc...

Les formes arénacées infralittorales les plus fréquentes sont *Eggerella scabra*, *Trochammina squammata*, et *Haplophragmoides canariensis*. Les *Bolivina* sont communes dans les sédiments fins.

ZONE II : 50 à 100-150 m

C'est le domaine préférentiel des formes suivantes :

Genre *Textularia*, *Eponides repanda*, *Gaudryina rudis*.

Accompagnées, en milieu vaseux seulement par :

Nonionella turgida, *Reophax scottii*, *Valvulineria bradyana*.

Cette zone voit la disparition d'*Eggerella scabra* et *Haplophragmoides canariensis* et l'apparition au contraire de *Nonion parkeri*, *Hyalinea balthica*, *Lagenodosaria scalaris*, *Cassidulina laevigata carinata* et *C. crassa*.

Parmi les *Buliminidae* on assiste au remplacement des microfaunes à *Bolivina* dominantes par des microfaunes à *Bulimina* dominantes. Le rapport des fréquences de ces deux genres s'inverse entre 80 et 100 m. (correlations inverses).

Entre 100 et 150 m intervient le remplacement *Textularia/Bigenerina*.

ZONE III : 150 à 200 m : Zone de transition et passage au domaine profond

Apparition en petit nombre des espèces qui formeront le fond de l'assemblage "bathyal", ou plus exactement "profond" (tandis que disparaissent les derniers témoins circalittoraux) : *Bigenerina nodosaria*, *B. digitata*, *Pseudoclavulina crustata*, *Siphotextularia concava*, *Adercotryma glomerata* et la plupart des grands arénacés profonds (*Hyperammina*, *Rhizammina*, *Astrorhiza*, *Bathysiphon*, etc...).

Parmi les *Miliolidae*, citons *Sigmoilina schlumbergeri*, *S. tenuis*, *Spiroloculina tenuiseptata* et les premiers *Pyrgo*.

ZONE IV : de 200 à 1000 m

Cette zone se caractérise par le grand développement atteint par la plupart des espèces rencontrées dès la zone précédente et l'apparition du dernier stock profond qui présentera lui-même son optimum au-dessus de 1000 m (cf. figure 21). Les espèces pélagiques sont très abondantes, les formes benthiques constituent rarement plus de 50 % de l'assemblage 10 à 20 % seulement dans la plupart des stations dépassant 500 m.

Ce milieu, partie supérieure du domaine profond, se caractérise par les faits suivants :

a/ Apparition notamment de *Triloculina fischeri* (toujours peu abondante) *Cyclammina cancellata* (rare), *Lingulina seminuda* (rare, profondeur supérieur à 600 m), *Uvigerina mediterranea*, *Epistomina elegans* etc...

b/ Augmentation régulière de certains groupes, en particulier les *Pyrgo* (qui passent de 20 % à 200 m à 8-10 % à 1000 m) et les arénacés (de 8 à 20 %).

c/ Développement important de certaines formes entre des limites bathymétriques précises :

- optimum de *Uvigerina mediterranea* entre 400 et 1 000 m avec des fréquences de 30 à 35 % aux environs de 800 m).
- optimum de *Hyalinea balthica* entre 200 et 600 m
- optimum de *Lagenodosaria scalaris* entre 400 et 700 m.

ZONE V : au-delà, de 1 000 m

Les pourcentages des diverses espèces ne varient plus en fonction de la profondeur et la composition de la microfaune benthique demeure inchangée. Les espèces benthiques ne forment plus que 1 à 5 % en moyenne de l'assemblage total qui est presque entièrement d'origine pélagique.

III - LES FACIES D'ACCUMULATION (CALCARENITES) - ORIGINE DU MATERIEL BIO-DETRITIQUE

L'origine du matériel que l'on trouve, déplacé, dans les divers fonds d'origine détritique, est représentée schématiquement dans le tableau de la fig. 23. Etabli comme le précédent, pour la région marseillaise il rend compte de phénomènes très généraux et il demeure valable pour l'ensemble des régions étudiées.

1/ La matre d'herbier, avec ses accumulations de sables coquillers riches en Foraminifères de grande taille, retenus par les rhizomes et susceptibles d'être ensuite libérés lors de l'érosion de cette formation par les vagues et les courants de décharge, demeure la principale source du matériel détritique. Le matériel sédimenté, autochtone ou para-autochtone, correspond à une biocalcirudite en formation.

Les Foraminifères de l'herbier à Posidonies se retrouvent ainsi dans tous les milieux, qu'ils soient localisés plus bas ou même à une profondeur égale ou moindre. En effet, il y a non seulement "descente" du sédiment mais aussi dissémination des feuilles tombées à l'automne, parfois même des rhizomes entiers arrachés par les tempêtes. Ces débris végétaux, ainsi que leur faune épiphyte, flottés et entraînés, se retrouvent aussi bien en arrière du front de l'herbier, dans les pelouses à Cymodocées (voir Brusc), que dans des biotopes voisins (sables côtiers) ou situés plus bas : sables à *Amphioxus*, circalittoral, et jusque dans la vase bathyale. Ce sédiment d'herbier forme bien entendu le matériel des "intermatres" et des chenaux. Il se retrouve dans les sables à *Amphioxus* de l'archipel de Riou dont le sédiment a une triple origine :

a/ herbier, en grande partie ;

b/ formations coralligènes venues des parois voisines ;

c/ maërl. En effet, bien que ce dernier milieu soit nettement plus profond, sa contribution est indiscutable. Ce fait est attesté en particulier par les nombreuses grosses *Quinqueloculines* que l'on trouve presque toujours mortes dans les sables à *Amphioxus* alors que les mêmes espèces vivent dans les fonds à Mélobésiées. Leurs tests s'accumulent dans ces fonds de maërl et sont ensuite disséminés par les courants et lors des tempêtes - aussi bien vers les milieux inférieurs que supérieurs.

2/ Le Détritique côtier constitue un sédiment d'accumulation typique avec une microfaune vivante pauvre et une très grande quantité de tests vides, résultat des apports des divers milieux sus-jacents. Ce matériel ayant subi des remaniements, une usure plus poussée et un tri de ses divers éléments au cours de son transfert, finit par présenter des assemblages de Foraminifères tout à fait caractéristiques mais qui n'ont que peu de rapport avec la population vivante.

3/ Il en est de même pour le Détritique du Large, dont la partie supérieure tout au moins, présente les caractères d'un Détritique côtier fossile.

4/ La vase terrigène côtière apparaît comme un biotope distinct. L'extension de la zone vaseuse, liée aux apports du Rhône, se suit vers l'est où elle occupe la partie Nord de la baie de Marseille

et envase assez largement le Détritique côtier de cette région tandis que les apports littoraux grossiers sont peu importants. D'où l'individualité de la microfaune de ces vases. Il y vit une biocoenose caractéristique où les formes remaniées sont très rares. Inversement, la population locale étant formée d'espèces assez fragiles et en général de petite taille, leurs tests ne formeront pas d'accumulations notables dans les milieux voisins tels que la vase bathyale où les fonds détritiques circalittoraux.

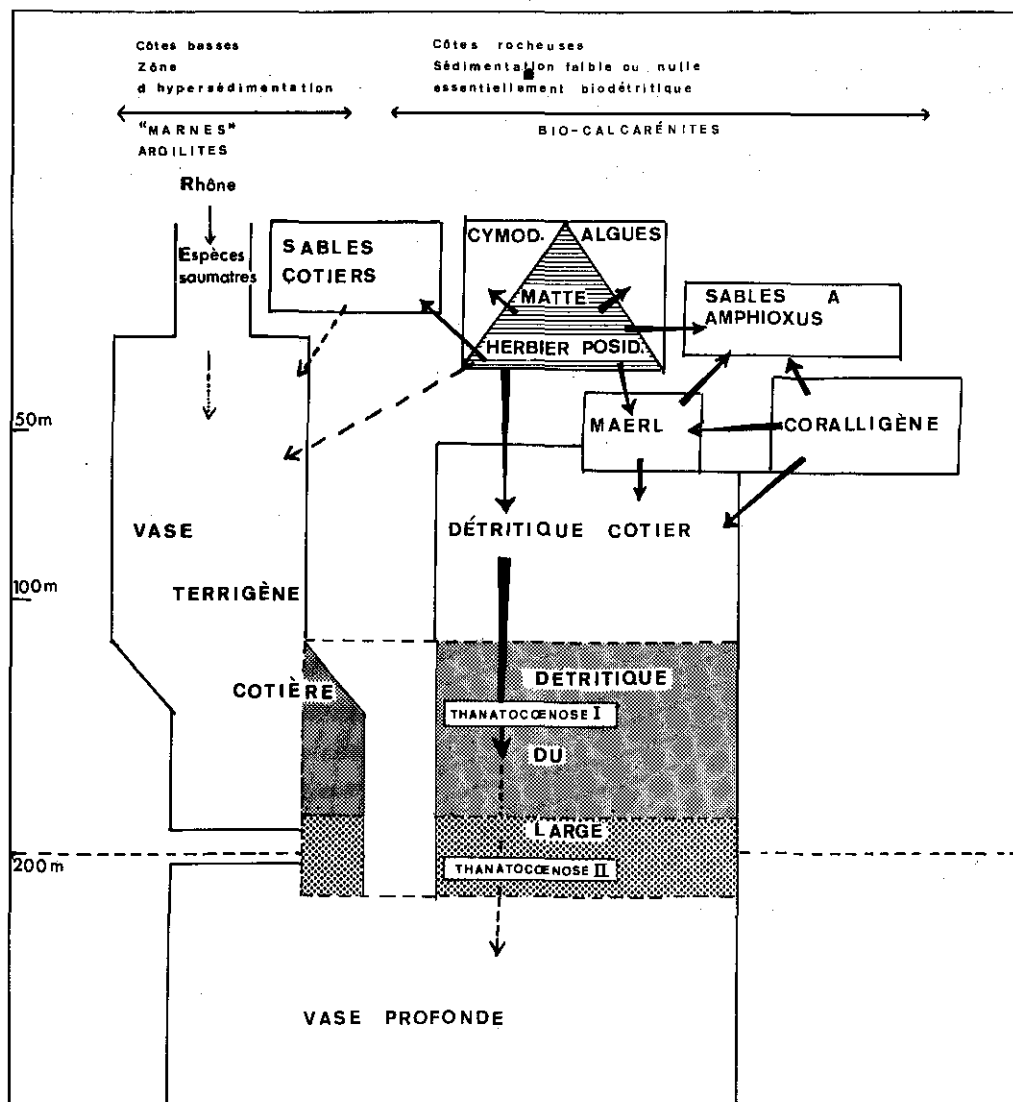


Figure 23 - Dissémination des tests de foraminifères. Origine du matériel biodétritique.

5/ Les vases bathyales, ceinturant toutes les formations précédentes sur la pente du plateau continental, reçoivent de ces dernières des apports irréguliers mais qui peuvent être localement importants. Citons, par exemple, la présence d'un stock non négligeable de formes infralittorales à -2400 m de profondeur au Sud du Cap Sicié.

6/ Il faut insister, enfin, sur la présence, parmi ces ensembles de Foraminifères remaniés, de formations fossiles quaternaires plus ou moins meubles dont les tests se retrouvent parfois mêlés, en proportions variables, aux Foraminifères actuels.

Ces divers niveaux, référables à différentes époques du Pleistocène et attribuables à des stades régressifs (anciens ou récents) ou transgressifs (Tyrrhénien ?), seront décrits dans la III^e partie de ce mémoire. La contribution la plus importante en matériel détritique est fournie par les sédi-

ments les plus récents (Würm) dont la présence est générale dans toutes les régions étudiées et qui ne sont que peu ou pas consolidés. Citons principalement :

a/ L'assemblage fossile à *Paromalina coronata* et *Uvigerina peregrina* associé presque partout aux faunes "celtiques" datées de la fin de la dernière glaciation qui est localisé à la base du Détritique du Large et au sommet de la vase bathyale (Thanatocoenose II). Cette microfaune peut même être remaniée et déplacée comme cela semble être le cas à l'Est de la Corse ("fosse" de Capraja). Elles se retrouvent jusqu'en mer Egée (Ile Thase, canal Pélago).

b/ Les accumulations de tests observées dans le Détritique du Large entre 100 et 150 m environ, qui présentent l'aspect d'un détritique côtier fossile. La similitude de cette microfaune avec le Détritique côtier actuel et l'absence de formes éteintes conduisent à attribuer à cette formation un âge plus récent que la précédente. On peut la considérer comme le témoin d'un stationnement de la mer à un niveau inférieur d'une cinquantaine de mètres par rapport à l'actuel ; stationnement intervenu vraisemblablement au cours de la remontée flandrienne (dernier interstades, fin du Würm).

DEUXIÈME PARTIE

LES ASSEMBLAGES PLANCTONIQUES
DANS LES DRAGAGES ET DANS LES CAROTTAGES

Répartition des espèces dans les sédiments de surface et dans les carottes. Les divers assemblages actuels et fossiles. Interprétation climatique des microfaunes.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

I - INTRODUCTION

Au cours de l'examen des Foraminifères contenus dans les sédiments, il est indispensable de dissocier l'étude des espèces pélagiques de celle des espèces benthiques. La distribution des deux ensembles est en effet, indépendante et soumise à des facteurs totalement différents.

Les espèces benthiques, très nombreuses, présentent des aires de répartition souvent assez limitées et sont susceptibles, de ce fait, de réaliser des populations distinctes liées aux conditions écologiques qui régissent au niveau du sédiment : nature du fond, profondeur, importance de l'hydrodynamisme, ou encore nature du peuplement végétal.

Les espèces pélagiques, en nombre beaucoup plus limité, présentent, au contraire, une très large dispersion géographique. Elles se répartissent au sein des masses d'eaux, sont transportées par les courants et constituent forcément - surtout si l'on considère les tests tombés sur le fond - des assemblages dont les limites sont beaucoup moins tranchées. Un des facteurs prépondérants est certainement la température qui régira :

- d'une part la distribution géographique des espèces, déterminant l'existence de provinces climatiques.

- d'autre part, en un même point, l'étagement vertical des diverses formes dans l'épaisseur de la tranche d'eau.

En outre ce schéma théorique sera toujours plus ou moins perturbé - en particulier par les déplacements latéraux dus aux courants.

Finalement, lorsque l'on considère un sédiment dragué au large et à grande profondeur, on se trouve en présence d'une microfaune pélagique qui est le résultat de l'accumulation sur le fond de formes ayant vécu à divers niveaux : aussi bien formes épipélagiques d'eaux relativement chaudes que formes profondes liées à des températures inférieures. Ces tests se sont en outre accumulés durant plusieurs raisons.

La proportion des différentes espèces en un point donné constitue en quelque sorte le reflet du climat moyen régnant dans la région considérée. Ce sera le point de départ des interprétations concernant les changements climatiques au long des carottes. Mais il est certain, qu'avant tout, il est indispensable de connaître la distribution des principales formes dans les mers actuelles, leur répartition verticale, leur signification climatique ainsi que leurs éventuelles variations morphologiques liées au climat ou aux phases de leur cycle reproductif.

II - HISTORIQUE - VUE D'ENSEMBLE SUR LA RÉPARTITION DES FORAMINIFÈRES PÉLAGIQUES -

De nombreux auteurs se sont intéressés à la répartition des Foraminifères pélagiques en fonction du climat et à son application paléocéologique.

La plupart ont travaillé dans les océans Atlantique et Pacifique : à côté des travaux concernant les Foraminifères vivants (BRADSHAW, 1939 ; BE, 1959, 1960 ; BOLTOVSKOY, 1964), maints ouvrages traitent de la répartition des espèces dans les sédiments (SCOTT 1935 ; KANE 1956 ; PARKER 1960... etc...) et envisagent, en même temps les successions paléoclimatiques dans les carottes. Citons les divers travaux de PHLEGER (1947 et autres...), PHLEGER, PARKER et PEIRSON 1953, ARRHENIUS 1952, BANDY 1960, etc...

Les problèmes stratigraphiques et notamment la limite plio-pleistocène, ont été étudiés par un certain nombre de chercheurs, par exemple : ERICSON, WOLLIN et EWING (1963), EMILIANI (1966) tandis que les problèmes de datation isotopique et les températures fossiles faisaient l'objet d'une série de publications parmi lesquelles nous mentionnerons les travaux d'EMILIANI (1954-1957), d'ERICSON et WOLLIN (1956)..

Dans l'Atlantique Sud, BOLTOVSKOY s'est tout particulièrement intéressé aux Foraminifères pélagiques en tant qu'indicateurs des masses d'eaux de provenance différentes. Il a pu ainsi préciser le déplacement de ces dernières, en particulier dans la zone de convergence des eaux subtropicales et sub-antarctiques (1959, 1961, 1962, 1966).

De même temps, plusieurs laboratoires s'intéressaient aux variations morphologiques de certaines espèces, comme, par exemple, les variations du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* (ERICSON 1959 ; BANDY 1960) et de *Globorotalia truncatulinoides* (ERICSON, WOLLIN et WOLLIN 1956). La répartition verticale, horizontale et la calcification plus ou moins poussée du test de *Globorotalia truncatulinoides* en fonction des saisons a été décrite en Atlantique par BÉ et ERICSON (1963) et le premier de ces auteurs a récemment apporté des renseignements sur les modifications subies, au cours de son cycle de vie, par l'espèce *Globigerina sacculifera* (BE 1965).

Je reviendrai sur ces résultats lors de l'interprétation des microfaunes pélagiques rencontrées au cours de ce travail.

En Méditerranée, les chercheurs se sont intéressés aux accumulations de tests sur le fond (PARKER 1955) et surtout aux carottes. Pour ne mentionner que les principaux, citons les études de PHLEGER (1957) sur 3 carottes de la mer Tyrrhénienne, les résultats de la campagne de l'Albatross 1947-1948 : (PARKER, 1958 ; TODD 1958) et les travaux des auteurs italiens : DI NAPOLI 1959 ; D'ONOFRIO 1959 ; IACCARINO 1955 ; etc..

Cette liste, encore incomplète, montre la multiplicité des études effectuées et la variété des problèmes envisagés. Cependant tous ces travaux se sont accordés à montrer l'intérêt des Foraminifères pélagiques comme indicateurs climatiques. Il s'agit là d'un domaine maintenant bien connu et l'on peut dégager un certain nombre de notions universellement valables qui constituent la base de toute étude ultérieure fondée sur les espèces planctoniques.

Le critère principal consiste en la distinction entre assemblages "froids", "tempérés" ou "chauds". Se succédant verticalement dans les carottages, ces ensembles occupent dans les mers actuelles des aires géographiques assez précises constituant ainsi des assemblages dits de hautes, moyennes ou basses latitudes. Les climats fossiles peuvent donc être précisés par rapport au climat actuel de ces différentes régions :

- Les hautes latitudes (60 à 90°) sont définies essentiellement par la présence de *Globigerina pachyderma*. 90 % environ des exemplaires présentent, dans ces régions, un enroulement sénestogyre.

- Les zones tempérées ou moyennes latitudes voient l'apparition, tout d'abord de *Globigerina quinqueloba* fréquente dans les eaux encore froides (zone sub-antarctique définie par BRADSHAW (1959) dans le Pacifique) puis de *Globigerinita glutinata*. *Globigerina pachyderma* est en général bien représentée, principalement par des formes dextres. Dans les régions où la température est plus élevée, vivent *Orbulina universa*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides ruber* et *G. sacculifer* (dont la forme "*Sphaeroidinella dehiscens*" serait un stade évolutif).

- Enfin, les zones les plus chaudes (basses latitudes, 0 à 15° environ), contiennent de nombreux *Globorotalia menardii*, *G. tumida* et *Pulleniatina obliquiloculata*.

Ces limites ne sont d'ailleurs pas absolument strictes et les localisations indiquées pour les espèces sont sujettes à quelques variations suivant les régions et les auteurs. De plus certaines formes tempérées sont assez ubiquistes : telles *Globigerina bulloides*, *G. dutertrei* ou encore *Globorotalia inflata*.

Certains auteurs (BÉ, 1959) préfèrent, pour ces raisons, grouper les espèces en "formes tolérantes au "chaud" et "formes tolérantes au "froid" ce qui constitue une distinction beaucoup plus souple.

La Méditerranée présente une microfaune pélagique voisine de celle que l'on trouve dans le proche Atlantique. On y décèle des faciès plus ou moins chauds selon les régions considérées, d'où la nécessité -avant d'interpréter une carotte- de définir l'assemblage actuel de surface.

III - METHODES D'ETUDES

A - Emplacement des prélèvements

Deux cas sont à considérer :

1/ Les dragages

Les différents dragages étudiés au point de vue de la microfaune benthique ont également été utilisés pour la définition des assemblages pélagiques. Ils ont servi en particulier (chapitre II) à observer les variations d'importance de la fraction pélagique en fonction de la bathymétrie, de l'éloignement de la côte ou de conditions locales. Ils ont montré également l'ordre d'apparition des espèces dans des sédiments de profondeur croissante, manière indirecte d'estimer la profondeur à laquelle vit chacune d'entre elles.

Cependant, si l'on veut comparer la microfaune de plusieurs régions et, d'après les proportions des diverses formes, en déduire des conclusions d'ordre climatique, la plupart de ces dragages ne peuvent être utilisés. En effet si l'on considère des prélèvements effectués à des profondeurs trop faibles et différentes entre elles on obtiendra forcément des résultats très variables et souvent incomplets puisqu'un certain nombre de formes n'apparaissent qu'au delà d'une profondeur minimale, d'ailleurs variable suivant les espèces. Les sédiments provenant du plateau continental devront être éliminés, pour cette raison au moins. Ajoutons que les remaniements, les glissements et même les thanatocoenoses sont également fréquents dans cette zone, et en outre, que la proportion de la fraction pélagique étant toujours assez faible il serait nécessaire d'examiner une quantité de sédiment considérable pour pouvoir compter un nombre d'individus suffisant.

Pour toutes ces raisons, les comparaisons climatiques ne peuvent être effectuées qu'à partir de sédiments suffisamment profonds et prélevés très au large.

2/ Les carottages

Les remarques précédentes s'appliquent, à plus forte raison, aux carottages. Pour être utilisables et comparables entre eux ceux-ci doivent être effectués à grande profondeur, loin du rivage dans une zone où les apports terrigènes peuvent être considérés comme très faibles et où la sédimentation apparaît essentiellement pélagique.

Dans ces conditions, on peut estimer que des prélèvements équidistants sur une même carotte doivent correspondre à des intervalles de temps à peu près comparables. L'assemblage observé à chaque niveau résulte a priori de l'accumulation sur le fond d'individus ayant vécu plus ou moins simultanément à tous les niveaux de la tranche d'eau et peut être considéré comme le reflet du climat régnant à un moment donné dans la région considérée.

B - Traitement du sédiment

a) Découpage des carottes

Les carottes ont été découpées longitudinalement en deux moitiés égales dont une est gardée en archive (vérifications, études ultérieures).

Chaque demi carotte est alors échantillonnée à intervalles réguliers : j'ai prélevé une tranche de 2 cm tous les 10 cm en commençant par l'extrémité de surface. Ces échantillons sont numérotés à partir de cette dernière qui correspond au niveau 0. Le numéro de chaque échantillon correspond donc au nombre de dm en dessous de la surface.

En outre, tous les niveaux remarquables sont prélevés à part : niveau sableux, vases oxydées ou réduites etc... et affectés d'un numéro rappelant également la tranche décimétrique dont ils proviennent. Par exemple 20's₁, 20's₂, pourront désigner deux niveaux sableux intervenant entre 200 et 210 cm. Tous les niveaux -prélèvements réguliers et prélèvements accidentels- sont d'ailleurs, au fur et à mesure, répertoriés sur un "log" à l'échelle où sont représentées les variations sédimentologique observées. Une photo de la demi-carotte intacte est parfois intéressante lorsque ces variations sont très apparentes.

Précisons que toutes les longueurs mentionnés ont été mesurées directement sur la carotte au laboratoire et ne tiennent pas compte des phénomènes de compaction survenus au cours du prélèvement de celle-ci. Ces longueurs sont donc vraisemblablement inférieures à la profondeur réelle du niveau dans le sédiment en place.

b) Tamissage

Chaque échantillon a été d'abord tamisé à l'aide d'un tamis de maille 45 μ pour connaître le rapport en poids de la fraction colloïdale et de la fraction sableuse. Cette proportion donne une idée de l'importance des apports détritiques d'origine terrigène. Lorsque le sédiment apparaît uniformément pélagique, le pourcentage des éléments grossiers n'excède pas le plus souvent 5-6 % et cette fraction se trouve presque exclusivement formée de tests de Foraminifères et de divers débris d'origine planctonique (Ptéropodes surtout) cf. tableaux de comptages n° 17, 19.

J'ai établi également, sur le refus du tamis de 45 μ , le pourcentage des Foraminifères pélagiques par rapport au total des espèces. La proportion et la nature du stock benthique est intéressante à connaître car elle apporte des précisions sur l'importance des remaniements éventuels et surtout sur l'origine bathymétrique du matériel glissé. On distingue ainsi, suivant les cas, des accumulations de sédiments remaniés provenant des petits fonds (circalittoral et même parfois infralittoral et sables côtiers) tandis que, d'autre fois, les glissements semblent avoir affecté surtout le matériel bathyal le long de la pente continentale elle-même.

Il est nécessaire ensuite de tamiser de nouveau le sédiment sur un tamis de maille voisine de 150 μ . En pratique j'ai utilisé le tamis n° 100 de la gamme Tyler (ouverture de maille 0,147 mm). Les comptages d'espèces ont porté uniquement sur les individus d'une taille supérieure à ce diamètre. En effet, on estime qu'il est très difficile de séparer spécifiquement avec certitude les exemplaires plus petits. D'après BÉ (1959), on ne peut absolument pas déterminer les individus de *Globigerinidae* d'une taille inférieure à 50 μ . Entre 50 μ et 150 μ , on note de grandes similitudes entre les jeunes de certaines espèces et on peut différencier uniquement des groupes d'espèces. Une telle imprécision serait une cause d'erreur importante pour l'interprétation des faunes fondées sur les proportions relatives des diverses formes. En opérant sur des individus de plus de 150 μ la marge d'indétermination diminue suffisamment pour que les résultats puissent être considérés comme valables. Par ailleurs, toutes les formes aberrantes ou douteuses doivent être éliminées.

C - Comptages

Tous les échantillons prélevés ont été examinés. Des comptages détaillés ont été effectués tous les 20 cm et concernent donc un prélèvement sur deux. Cependant les niveaux intermédiaires ont parfois été également chiffrés lorsque l'étude précédente avait montré la nécessité de mieux préciser un niveau ou un changement de faune important.

Les niveaux sableux ont été considérés séparément mais les pourcentages correspondants ont été exclus des diagrammes pour les raisons déjà exposées.

Les pourcentages sont établis après comptage de 300 individus. Le nombre des espèces étant peu élevé, de l'ordre de 15 à 20 en moyenne, et les pourcentages des formes caractéristiques en général assez grand, ce chiffre apparaît suffisant.

D - Choix des critères climatiques

Trois critères ont paru susceptibles de fournir des indications paléoclimatique :

1/ Les variations relatives de deux groupes d'espèces considérées comme tolérantes au chaud ou au froid.

Pour chaque carotte j'ai établi niveau par niveau, un graphique donnant les variations des diverses espèces présentes. Ce graphique permet de se rendre compte du sens des variations de chaque une d'elle et de noter celles dont l'abondance varie dans le même sens (cf. tableaux n° 24, 25, 26).

J'ai considéré comme tolérantes au froid les espèces variant dans le même sens que *Globigerina pachyderma*, c'est à dire *Globorotalia scitula*, *Globigerina quinqueloba* et *Globigerinita glutinata*.

Les espèces particulièrement tolérantes au chaud varient de façon inversement proportionnelle : ce sont essentiellement *Globorotalia inflata*, *Globigerinoides ruber*, *Orbulina universa*, *Globigerinella aequilateralis*.

Globigerinoides sacculifer est également une forme chaude, elle apparaît surtout dans les niveaux les plus chauds de certaines carottes.

Globigerina dutertrei paraît être une espèce froide mais elle présente des pourcentages trop irréguliers pour que l'on puisse l'utiliser.

Globigerina bulloides présente également des fluctuations de fréquences importantes. En outre des individus jeunes ou atypiques d'autres formes risquent souvent d'être confondus avec cette espèce, elle-même assez variable. *G. bulloides* paraît répandue en Méditerranée à toutes les époques.

Pour ces raisons, ces deux dernières espèces n'ont pas été prises en considérations en vue de l'interprétation climatique des sédiments carottés. Leurs pourcentages sont réunis dans les diagrammes avec ceux des espèces accidentelles et sans signification.

Il est certain que la température ne doit pas être le seul facteur responsable de cette distribution mais elle intervient certainement pour une part importante. En fait les termes de "chaud" et de "froid" adoptés pour désigner les assemblages successifs, recouvrent l'ensemble des conditions climatiques ayant régné, dans une région donnée, pendant des époques de type respectivement glaciaire et interglaciaire - ou interstadiaire.

2/ Le sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

Les graphiques de la planche V montrent que la proportion des formes sénestres dans les carottes C₃ et JC₃ suit régulièrement les variations de fréquence de l'assemblage "froid". Il y a là un critère particulièrement valable mais il ne peut être utilisé que dans le cas d'une carotte où la sédimentation apparaît particulièrement régulière et exempte de "glissements".

3/ La fréquence de *Globorotalia truncatulinoides*

Cette espèce est aussi un bon indicateur climatique : en Atlantique, elle est présente de l'équateur à la latitude de 60° environ mais présente un sens d'enroulement dextre en climat tropical et sénestre en climat tempéré.

En Méditerranée, où l'on trouve abondamment la forme sénestre, cette espèce constitue une des formes planctoniques les plus répandues actuellement (en Méditerranée occidentale tout au moins). Dans les carottes considérées ici seule la forme tempérée a été trouvée.

On voit (planche V également) que *G. truncatulinoides*, absent durant les périodes froides, apparaît dès que l'assemblage "froid" diminue d'importance. Par contre il disparaît également pendant les périodes de réchauffement maximum.

E - Le cas des niveaux sableux - les turbidites

Même dans une carotte effectuée dans les meilleures conditions, le premier examen révélera un certain nombre de niveaux sableux - d'importance variable - traduisant des interruptions dans la sédimentation pélagique pure et l'accumulation plus ou moins rapide, pendant un temps plus ou moins long, de matériel détritique d'origine terrigène.

La microfane pélagique contenue dans ces niveaux ne pourra absolument pas être comparée à celle des horizons argileux décantés. En effet ces passées correspondent au glissement de sédiments déposés sur le plateau continental à des profondeurs parfois très faibles. Elles contiendront, de ce fait, un assemblage planctonique comportant essentiellement des espèces superficielles. Or les espèces dites "chaudes", *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia inflata*, *Orbulina universa* sont justement des formes qui vivent peu en dessous de la surface. Les niveaux sableux remaniés donneront ainsi, en général, l'illusion d'un adoucissement du climat.

Ce phénomène peut aussi avoir lieu même en l'absence de passées sableuses nettes, il est alors plus difficile à déceler. Certains horizons en effet contiennent de nombreux foraminifères benthiques d'habitat infra ou circalittoral, tous de très petite taille, mêlé à un sédiment également très fin. Le matériel résulte du lessivage d'horizons supérieurs et présente les mêmes conséquences pour la composition de la microfane. D'où la nécessité de déceler ces déplacements et d'en tenir compte.

Par ailleurs, ces niveaux sableux correspondant à une brusque augmentation du taux de sédimentation, ne sont pas comparables avec les portions fines. Le nombre des espèces pélagiques contenu dans un même volume de sédiment donne une idée de la vitesse du dépôt. Certains niveaux, complètement dépourvus d'éléments planctoniques semblent correspondre à une mise en place extrêmement rapide du matériel détritique.

Ces diverses passées sont donc à exclure, tant pour les erreurs d'interprétation climatique auxquelles elles risquent de conduire, que pour les évaluations du taux de sédimentation qui s'en trouveraient faussées.

Dans les "logs" des carottes considérées dans ce travail deux cas se sont présentés :

1/ Cas des passées très réduites (quelques cm). Elles sont en général isolées au milieu des sédiments argileux. Je n'en n'ai pas tenu compte dans l'établissement des diagrammes et j'ai raccordé sans interruption les points correspondant aux divers prélèvements situés au-dessus et au-dessous de la passée. C'est le cas notamment des quelques passées sableuses rencontrées à la base de la carotte C₃. De tels niveaux ont été rencontrés également à deux ou trois reprises dans les carottes JC₃ et K₂ (fig. 27).

2/ Cas de passées plus importantes. C'est en particulier, le cas des accumulations de matériel minéral pauvres en éléments pélagiques. Ce cas a été rencontré une fois au sommet de JC₃ et à plusieurs reprises dans K₂. Ces passées ont été alors indiqués sur le "log" et laissée en blanc - aucune interprétation climatique n'étant possible à ces niveaux.

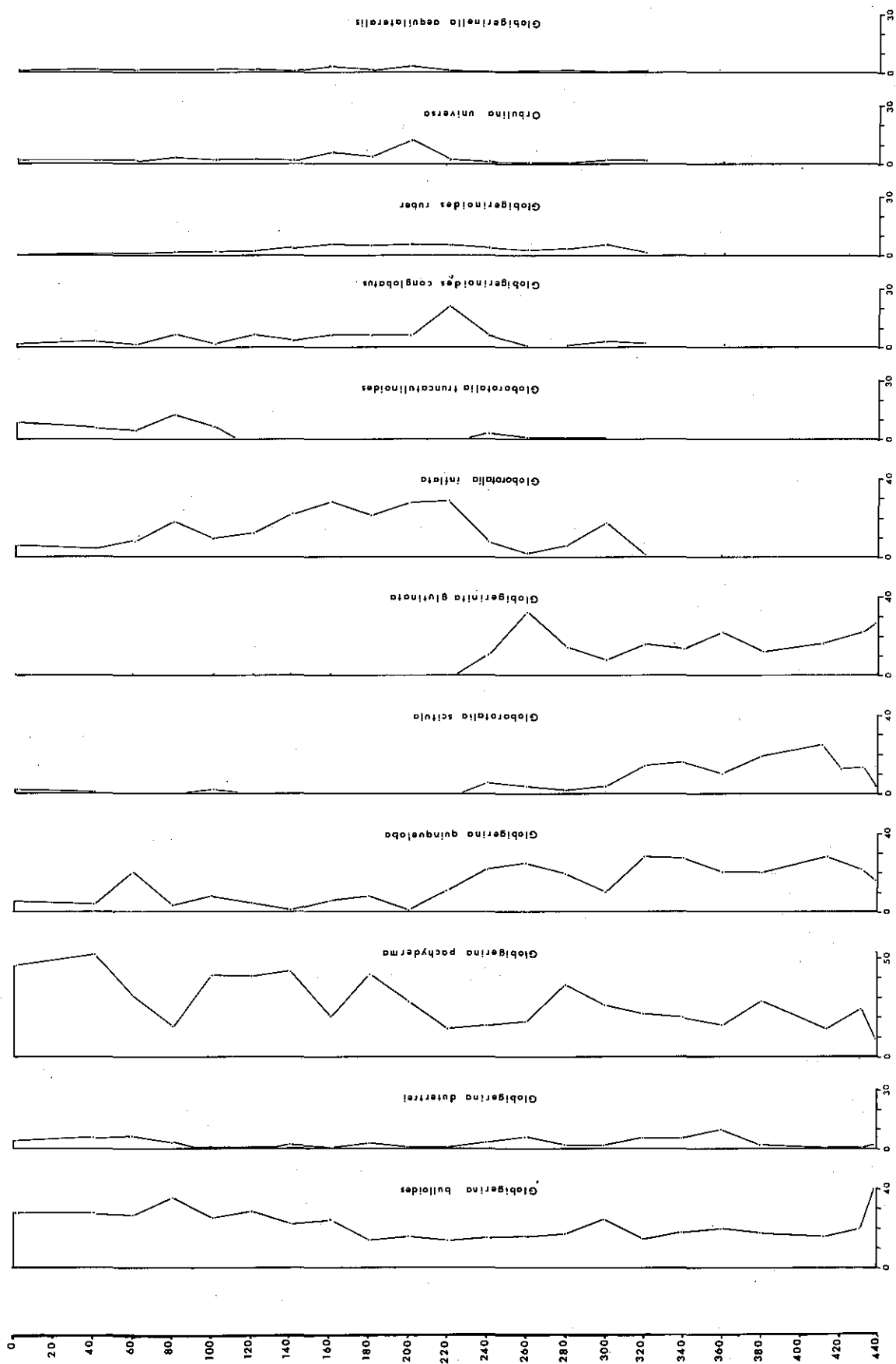


Figure 24 - Variations de fréquence des principales espèces au long de la carotte C₃

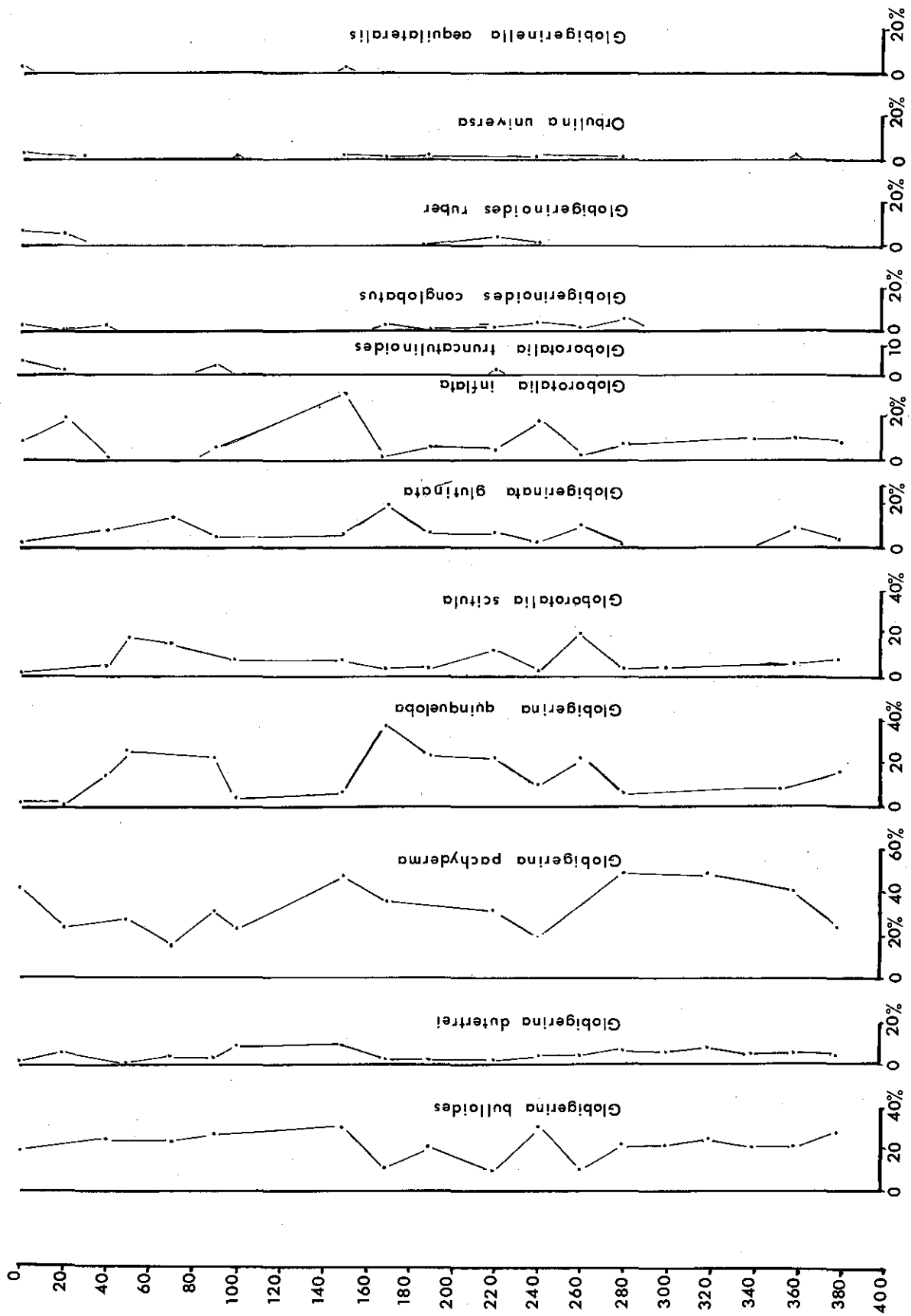


Figure 25 - Variations de fréquence des principales espèces au long de la carotte JC₃.

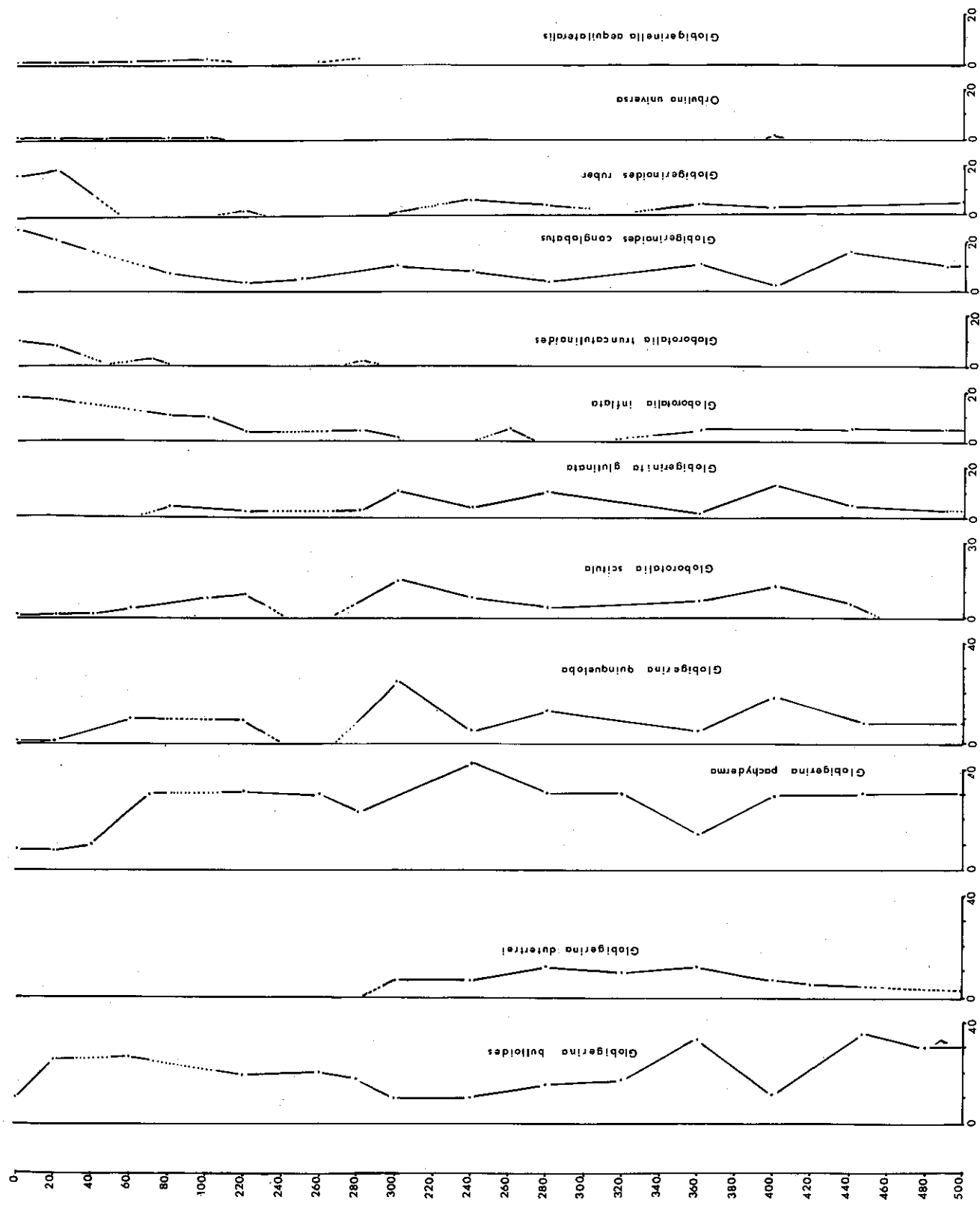


Figure 26 - Variations de fréquence des principales espèces au long de la carotte K2

CHAPITRE II

LA RÉPARTITION DES FORAMINIFÈRES PÉLAGIQUES DANS LES DRAGAGES

Dans une région comme la Méditerranée où une étude biologique et écologique des Foraminifères pélagiques n'a encore jamais été effectuée, l'examen des tests rencontrés dans le sédiment permet déjà de se faire une idée de la répartition des espèces actuelles non seulement horizontalement mais aussi verticalement. Les espèces superficielles se rencontreront seules sur le plateau continental où leur ordre d'apparition, dans des sédiments de plus en plus profonds, reflètera à peu près leur étagement dans les couches d'eau. Plus bas, dans les sédiments bathyaux on les retrouvera accompagnées des formes de profondeur à caractère plus froid

En outre l'abondance globale du plancton augmente assez régulièrement avec l'éloignement de la côte.

I - L'ABONDANCE DES FORMES PELAGIQUES

Dans les sédiments cotiers, les espèces pélagiques sont souvent absentes. De toute façon ce groupe représente rarement plus de 2 ou 3 % de la microfaune totale. Plus au large, son abondance dépend surtout de l'éloignement de la côte (qui -pour des profondeurs encore peu importantes- ne va pas forcément de pair avec l'augmentation de la bathymétrie) et de l'ouverture des baies ou calanques sur la mer.

Ainsi, à -20, -25 m, dans les sédiments d'herbiers situés à la sortie des calanques de Marseilleveyre, on note 1 à 5 % de formes pélagiques. Ce pourcentage passe à 10, 12 % dans l'archipel de Riou à profondeur égale. Le même phénomène s'observe dans l'étage circalittoral ; le Détritique côtier et la vase terrigène côtière de la baie de Marseille (45 à 75 m) ne comportent pas plus de 5-6 % d'espèces pélagiques. Plus au large, on passe à 45-50 % au sommet du canyon de Planier (Station A, -190 m) ou du canyon de Cassidagne (Station 14, -370 m). Par contre, en haute mer, les stations du Banc de Santa Lucia, de -146 m à -300 m, contiennent toutes 80 à 90 % de formes planctoniques.

Au delà d'un millier de mètres la microfaune benthique devient le plus souvent négligeable par rapport à la microfaune pélagique, tout au moins dans les zones exemptes de remaniements et de glissements : les sédiments du sommet des 3 longues carottes sont pélagiques à 99 %, celui du dragage de Matapan (4200 m) également.

II - L'ORDRE D'APPARITION DES ESPECES

PARKER (1958) a observé l'ordre d'apparition des principales espèces pélagiques dans des sédiments de Méditerranée orientale dragués lors de la campagne 1947-48 de l'"ALBATROSS". Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux que j'ai pu constater en Méditerranée occidentale.

Les herbiers littoraux contiennent assez souvent de jeunes exemplaires du genre *Globigerina*. Ils sont d'ailleurs relativement peu nombreux par rapport au total de la microfaune et souvent indéterminables.

A partir d'une vingtaine de mètres, les tests de Foraminifères pélagiques deviennent plus nombreux. On trouve régulièrement *Globigerina bulloides* et *G. ruber* qui semblent bien être les deux espèces les plus superficielles. Ce sont également les deux premières formes à apparaître dans les sédiments de Méditerranée orientale. Elles constituent toujours une importante fraction de la microfaune pélagique jusqu'à une soixantaine de mètres environ, profondeur à partir de laquelle l'assemblage se diversifie. Ceci ressort, par exemple, des tableaux n° 13 et n° 14.

Le tableau n° 13 met également en évidence le cas, très particulier, de *Globorotalia truncatulinoides* qui est pratiquement absent de la baie de Marseille alors qu'il forme les 3/4 de la microfaune pélagique dans les stations situées à l'Est du Cap Croisette. Ce fait est vraisemblablement lié aux modalités du cycle de reproduction de cette espèce qui a été décrit, en Atlantique, par BÉ et ERICSON (1963).

Ces auteurs ont, en effet, remarqué que la reproduction avait lieu à l'automne en-dessous de 500 m. Les jeunes montent ensuite en surface où l'on rencontre, pendant l'hiver et le printemps, un nombre de plus en plus important d'exemplaires. Bien que ces derniers atteignent de grandes tailles, leur test demeure mince et transparent. A partir du mois de Mai, la zone d'extension de l'espèce, en surface, se restreint et le nombre des individus dans les couches d'eau superficielles diminue pour devenir pratiquement nul en septembre. On sait l'enfoncement des *Globorotalia* qui sont particulièrement nombreux aux environs de -300 m en juillet, et entre -500 et -1000 m en août. La croissance dans les zones méso et bathypélagiques se manifeste par la formation d'une croûte de calcite supplémentaire, très épaisse. Ces individus étant alors susceptibles de se reproduire, le cycle recommence.

Cette migration verticale, au cours de laquelle une partie de la croissance et la reproduction se font en profondeur, paraît susceptible d'expliquer le fait que *Globorotalia truncatulinoides* soit abondant dans la région de Riou à Cassidagne où le plateau continental est relativement étroit alors qu'il est rare dans la baie de Marseille où l'entaille du Canyon de Planier est plus éloignée et qui se trouve isolée de la région précédente par barrière sous-marine : Veyron -Croisette- plateau des Chèvres. Effectivement, au large de Marseille, *Globorotalia truncatulinoides* apparaît vers le large, à la limite du plateau continental (station 11, station A).

En Méditerranée orientale *Globorotalia truncatulinoides* est très rare et se rencontre seulement dans quelques stations de vase bathyale. PARKER (1958) ne l'a pas trouvé au-dessus de 300 m (366 m) ; alors qu'elle le signale dans les carottes.

TABLEAU XIII

Répartition des espèces pélagiques, entre 25 et 85 m, dans quelques stations de Provence occidentale

Régions	Marseille Veyre Riou				Baie de Marseille					Iles Hyères
	Stations	335	439	434	298	218	257	252	261	
Profondeur (mètres)	25	29	24	35	45	58	61	69	75	35
<i>Globigerina bulloides</i>	8 %	12,5 %	18 %	13 %	50 %	50 %	50 %	40 %	48 %	15 %
<i>Globigerinoides rubra</i>	18 %	12,5 %	6 %	5 %	50 %	25 %	40 %	40 %	4 %	5 %
<i>Globorotalia inflata</i>	+								4 %	+
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	74 %	75 %	76 %	82 %	+	+	+	+	4 %	80 %
<i>Orbulina universa</i>	-	-	-	-	-	25 %	10 %	20 %	12 %	-
Autres espèces	-	-	-	-	-	-	-	-	28 %	-

(+ : espèces présentant une fréquence inférieure à 4 %)

Globorotalia inflata paraît être une forme superficielle, surtout abondante dans les climats tempérés chauds. En Méditerranée orientale, elle accompagne *Globigerina bulloides* et *Globigerinoides ruber* dans les stations de moins de 50 m. Très abondante en mer tyrrhénienne elle est sensiblement moins fréquente en Provence et rare, de ce fait, dans les stations peu profondes où la microfaune pélagique est très réduite.

Orbulina universa: apparaît vers 50 m. Cette espèce présente, d'une station à l'autre de grandes variations dans le nombre et la taille des individus.

Globigerinoides conglobatus et *Globigerinoides sacculifer* accompagnent parfois l'espèce précédente *G. conglobata* présente des fréquences également irrégulières mais beaucoup plus faibles. *G. sacculifer* est trop rare en Méditerranée occidentale pour que l'on puisse définir valablement la tranche d'eau

qui lui correspond. Fréquente en Méditerranée orientale elle est, surtout dans nos régions, représentée dans les niveaux "chauds" des carottes. Il en est de même de *Globigerinella aequilateralis*, toujours peu fréquente et présente à partir de 60-70 m.

Ces trois formes sont essentiellement des espèces "chaudes", les deux dernières au moins présentent toujours en Méditerranée orientale des pourcentages bien supérieurs à ceux que l'on observe dans les parages de la Provence ou de la Corse. Elles paraissent également occuper, en Provence, une tranche d'au plus superficielle que dans le bassin oriental.

Entre 70 et 80 m apparaissent *Globigerina quinqueloba* et *G. dutertrei*, espèces tempérées dont l'abondance relative augmente dans les niveaux froids des carottes. Leur profondeur d'apparition est peu différente dans le bassin oriental et occidental.

Enfin les espèces suivantes ont été trouvées uniquement dans la vase bathyale : *Globigerina pachyderma*, *G. hexagona* (très rare) *Globigerinita glutinata*, *Globorotalia scitula*. Ces deux dernières formes sont toujours très rares dans les sédiments superficiels tandis leur augmentation de fréquence caractérise les niveaux froids des carottes.

III - REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES - ASSEMBLAGES "CHAUDS" ET "FROIDS" EN MEDITERRANEE

A côté de la variété qui caractérise la microfaune benthique, l'ensemble pélagique apparaît considérablement réduit en espèces. D'autre part, toutes les formes - par leur nature pélagique - présentent une large répartition et sont présente en Atlantique comme en Méditerranée. Remarquons toutefois que la microfaune de cette mer est plus pauvre que celle de l'Océan et ne comporte pas les formes les plus chaudes que l'on trouve dans ce dernier. C'est ainsi que l'on ne trouve pas en Méditerranée *Globorotalia menardii* et, en principe, *G. tumida*. Toutefois quelques individus référables à cette espèce ont été trouvés à la station 1271 (flancs du banc de Sta Lucia, -300 m). Il est possible qu'il s'agisse là de tests remaniés provenant de l'érosion d'un affleurement plus ancien.

Par contre, les formes tempérées froides sont bien représentées en Méditerranée : *Globorotalia scitula*, *Globigerinita glutinata* sont présentes en petit nombre dans les sédiments actuels. *Globigerina pachyderma* sous sa forme dextre (1 à 2 % d'individus sénestre seulement) est très abondante ; elle forme souvent 30 à 40 % de la microfaune pélagique dans la région de Marseille. En période hivernale, on recueille dans les vases bathyales de nombreux individus contenant encore du protoplasme (station A à D du canyon de Planier, effectuée en décembre 1962).

Je ne reviendrai pas sur les controverses concernant les possibilités de vie benthique de cette espèce. De nombreux auteurs ont discuté cette hypothèse et UCHIO a résumé récemment (1960), l'état de nos connaissances à ce sujet. BRADSHAW ayant recueilli *Globigerina pachyderma* à l'état planctonique (1959), il apparaît qu'une partie au moins des individus - sinon tous - ont une existence pélagique. De toute façon l'étude de cette espèce, excellent indicateur climatique, ne peut être séparée de celle des autres Globigérines.

Indiquons enfin que je n'ai pas trouvé en Méditerranée les gros exemplaires nommés "*Globigerina dutertrei*" par certains auteurs (non *Globigerina dutertrei* d'Orbigny) et qui pour UCHIO sont à rattacher à *G. pachyderma*. Cette forme paraît bien caractériser exclusivement les régions polaires.

Dans la Méditerranée actuelle, l'influence de la température des eaux dans les diverses régions se manifeste surtout par des variations des proportions relatives des espèces tandis que la liste générale demeure inchangée. Donnons, à titre de comparaison, la microfaune trouvée dans trois stations de vase profonde effectuées l'une au Sud du Péloponèse, une autre au Nord de la Sicile et la troisième au large de la Provence.

Sous le nom de *Globigerinoides conglobatus* ont été réunies de petites formes assez difficile à séparer de certaines formes globuleuses de *G. ruber*. PARKER, dans son étude des Foraminifères de Méditerranée orientale a adoptée une solution opposée et rapproche de *Globigerinoides ruber* un certain nombre de formes qui, de l'avis même de l'auteur appartiennent peut-être à d'autres espèces parmi lesquelles *Globigerinoides conglobatus*. Cette différence d'interprétation explique les écarts entre les fréquences de ces deux espèces dans le tableau 15 et celles données par PARKER pour les stations du Sud du Péloponèse. Cependant, les deux formes paraissant avoir la même signification écologique, les interprétations climatiques sont concordantes.

TABLEAU XIV

Répartition des principales espèces dans des dragages de profondeurs croissantes (Région : Provence - Corse)

- Lorsque le pourcentage de la fraction pélagique est trop faible (inférieur à 20 %) les fréquences des différentes espèces sont indiquées approximativement (+ : rare ; ++ abondant ; +++ : très abondant)
 - Lorsqu'une espèce présente une limite bathymétrique supérieure, sa première apparition - dans chaque zone - est encadrée

Régions	Marseille	St Florent (DC)	Centuri (DC)	La Giraglia (DC)	Marseille (DL)	Centuri (D.L.)	Sta Lucia		Canal de Corse VB			Provence Stations profondes					
							DL	VB	DL	VB	DL	VB	C'	D	C ₃	JC ₃	
Station	335 298	VTC ₁	989 988	951 949	11 A	962 955	924	1 269	1 272	1 270	1 271	1 752	1 754	1 757			
Profondeur (mètres)	25 35	75	50 50	68 60	108 190	168 200	170	180	210	310	310	650	800	870	1 100	1 200	2 400
% espèces pélagiques			8 9	10 13	6 12,5	20 40	23 22,5	70,4	70,5	70	80	95	95	95	80/90	80/90	95/100
<i>Globigerina bulloides</i>	++	+++	+++	+++	+++	24	50	29,7	24	22	28	27,8	25,3	50	31,5	35,7	28
<i>G. diterrae</i>	-	-	-	-	2	+	3	2,5	6	4,5	5	5	2	3	5,3	9,3	3
<i>G. quinqueloba</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	1	4,4	1,6	2
<i>G. pachyderma</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2	12	4,8	6	21,1	23,3	48
<i>Orbulina universon</i>	-	++	++	++	12	6	3	14	4,5	2	1	1,6	2,4	6	0,9	0,8	2
<i>Globigerinella aequilata</i>	-	-	-	-	-	3	3	-	2,7	2	1	-	1,2	-	0,9	1	1
<i>Globigerinoides ruber</i>	++	+	+	+	13	6	6	8,7	4,5	8	1	+	1	+	6,1	3,1	2
<i>G. conglobatus</i>	-	-	+	+	10	4	-	4	3,6	2	1	-	4,2	5	-	1,6	0,5
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	+++	+	++	++	20	8,4	29	27,3	29	94	28	14,6	9,5	21	21,9	20,2	7
<i>G. inflata</i>	+	+	+	-	12	18,8	29	16,3	25	20	21	13,3	7,3	10	7	3,1	6
<i>G. scitula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1	1,8	1,2	1	+	+	0,5
<i>Globigerinita glutinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+

TABLEAU XV
Variation de fréquence des espèces pélagiques suivant
la région considérée

Station	1 515	K ₂	C ₃
Région	S. Cap Ma- tap.	S. mer Tyr- rhénienne	Côte de Provence
Profondeur	4 200	2 400	2 000 m
% espèces pélagiques	99 %	98 %	99 %
<i>Globigerina bulloides</i>	24	20	26
<i>G. quinqueloba</i>	-	2	2
<i>G. dutertrei</i>	6	-	3
<i>G. pachyderma</i>	10	9	46
<i>Globigerinoides ruber</i>	40	20	1
<i>G. conglobatus</i>	10	14	2
<i>G. sacculifer</i>	1	-	-
<i>Globigerinita glutinata</i>	-	-	2
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	-	1	1
<i>Orbulina universa</i>	2	2	2
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	-	9	7
<i>G. scitula</i>	-	1	1
<i>G. inflata</i>	2	17	6
Autres espèces (accidentelles, indéterminables)	5	5	1

On peut constater que la région dont le climat est le plus frais (Provence) se caractérise par un fort pourcentage de *Globigerina pachyderma* (46 %). En mer Tyrrhénienne, celle-ci diminue au profit de *Globorotalia inflata* et du groupe des *Globigerinoides rubra* et *conglobata* comme cela se produit également dans les niveaux "chauds" des carottes. En Méditerranée orientale, ce groupe devient dominant (50 %) éclipant même *G. inflata*.

Globorotalia truncatulinoides est peu abondant dans les sédiments superficiels de Méditerranée orientale.

CHAPITRE III

ÉTUDE DES CAROTTES

Le matériel étudié se compose de quatre courtes carottes (50 cm à 90 cm) et de trois longues (C₃, JC₃, K₂) mesurant respectivement 3,40 ; 3,90 et 5 m.

Le premier groupe a été effectué, lors de la campagne 1961 de la "Calypso" dans le canal de Corse, dans la partie centrale des dépressions de Gorgona, Capraja, Monte Cristo et Porto Vecchio. La profondeur est comprise entre 500 et 870 m.

Le deuxième groupe se compose de deux échantillons carottés par la Marine Nationale, l'un au Sud de Nice (C₃) l'autre dans la région des îles Lipari (K₂) ; et d'un troisième (JC₃) prélevé au Sud du Cap Sicié par le Navire Océanographique "Jean Charcot" lors de la campagne "Géomède II" (cf. carte générale des régions étudiées).

Les niveaux supérieurs de ces différentes carottes, constitués de sédiments actuels ont été considérés -au point de vue de la microfaune benthique- dans le chapitre "vase bathyale". Abondante dans le matériel du canal de Corse, prélevé à une profondeur inférieure à 1 000 m, la fraction benthique est au contraire très réduite au sommet des trois autres carottes qui proviennent de 2 000 m et davantage. Ces espèces ne paraissent pas avoir constitué, au cours du Quaternaire récent, des assemblages différents de ceux que l'on peut observer actuellement. Aussi n'ont elles pas été considérées en détail lors de cette étude des carottes. Elles seront toutefois mentionnées lorsqu'elles permettront de confirmer l'âge de certaines passées (faunes celtiques) ou de préciser l'origine des sédiments glissés.

I - DESCRIPTION DES CAROTTES

A - Les carottes du canal de Corse

Ces quatre carottages ont été effectués approximativement au centre des dépressions qui bordent la côte Est de la Corse. Le point correspondant à chacune d'elle est indiqué dans la liste générale des stations à côté des dragages réalisés dans la même zone. Rappelons leurs caractéristiques :

Carotte n° 1 : dans la dépression située à l'Est de Porto Vecchio, à -870 m ; longueur environ 1 m,

Carotte n° 2 : à l'Ouest de l'île de Monte-Cristo, -785 m longueur 80 cm.

Carotte n° 3 : au Sud-Ouest de Gorgona, -670 m, longueur 80 cm

Carotte n° 4 : au Nord Ouest de Capraja, -500 m, longueur 40 cm.

L'étude sédimentologique des carottes et des dragages qui les accompagnent a été publiée par H. CHAMLEY (1963). Elles sont formées de vase plus ou moins sableuse suivant le cas : la fraction grossière ne représente en effet que 1 à 5 % du matériel des trois premières tandis qu'elle forme de 20 à 60 % (suivant les niveaux) dans celle de Capraja (cf. tableau 16).

La fraction sableuse est formée de sédiments qui ont glissé le long des pentes et ont entraîné vers la profondeur des éléments minéraux, des débris divers et des tests de Foraminifères initialement sédimentés dans des horizons plus littoraux. De ce fait, les pourcentages des espèces obtenus dans ces sédiments ne seront pas exactement comparables avec ceux obtenus dans les longues carottes, toutes effectuées dans la plaine abyssale. Cependant, au long d'une même carotte, ces pourcentages seront comparables d'un niveau à l'autre, montrant ainsi les modifications de la microfaune en un même point au cours du temps.

L'étude des assemblages successifs rencontrés aux différents niveaux des quatre carottes montrent dans l'ensemble l'existence d'une période chaude très récente précédant de peu de climat actuel légèrement plus frais. Ces sédiments à microfaune chaude sont en effet situés à une profondeur de 40 à 60 cm sous la surface. De bas en haut on assiste à une augmentation du groupe "froid" (*Globigerina pachyderma*, *G. quinqueloba*, *Globorotalia scitula*) par rapport au groupe "chaud" (*Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *Globorotalia inflata*). Ces variations sont représentées schématiquement, pour les carottes 2 et 4 (pl. V, schéma D et E).

Je reviendrai ultérieurement sur la signification possible de ces niveaux chauds récents.

B - La carotte C₃

Cette carotte, longue de 4,40 m, est presque entièrement constituée de vase et de matériel pélagique. Les passées sableuses, situées surtout dans le dernier mètre (figure 27) sont toujours de faible épaisseur et n'occupent que quelques centimètres entre deux prélèvements. Ces derniers ont été raccordés les uns aux autres tout au long de la carotte sans que les courbes climatiques en soient perturbées. Evidemment, le taux de sédimentation correspondant aux niveaux sableux est plus important que celui des zones argileuses et des intervalles réguliers de 20 cm, choisis arbitrairement pour donner lieu aux comptages, correspondent à des intervalles de temps légèrement différents. Cependant les passées détritiques sont toutes de faible épaisseur (4 cm au maximum, 1 cm ou 2 en général) et sont peu nombreuses. Elles n'occupent pas plus de 12 à 15 cm au total sur une carotte de 4,40 m. Ces apports paraissent donc négligeables par rapport à l'importance de la sédimentation pélagique.

1/ Les successions climatiques (cf. pl. V) :

Le graphique met en évidence une succession de sédiments à faunes plus chaudes et plus froides que l'actuels

On voit que la période de climat actuel s'étend sur une longueur de 60 cm. Elle a été précédée d'une période à climat plus chaud qui paraît se subdiviser en 2 : une très récente à 80 cm et une ancienne plus importante (avec peut être deux maximum ?) entre 140 et 240 cm.

L'installation de la période chaude ancienne paraît avoir été rapide et survient brutalement après une longue période froide -trace vraisemblable de la dernière glaciation- qui persiste jusqu'en bas de la carotte avec toutefois une oscillation plus chaude au niveau -3 m.

Les variations du pourcentage des *Globigerina pachyderma* à enroulement sénestre suivent très fidèlement les variations de fréquence des espèces froides considérées dans leur ensemble, confirmant notamment l'existence d'un climat nettement plus froid que l'actuel dans toute la partie inférieure de la carotte et la présence d'une période chaude post-galcaire.

Un interstade relativement chaud se dessine au niveau -3 m. Un second paraît également exister à la base (niveau 44) mais, en l'absence de prélèvements plus anciens on ne peut savoir s'il s'agit vraiment d'un interstade ou d'un niveau aberrant.

Globorotalia truncatulinoides apparaît à l'interstade du niveau 30 avec une fréquence faible persiste pendant le dernier refroidissement. Il disparaît lors du maximum de réchauffement post-glaciaire pour réapparaître ensuite et conserve jusqu'au sommet des pourcentages voisins de ceux qu'il présente actuellement.

Les exemplaires sont tous sénestres, tels qu'on les observe actuellement en Méditerranée et dans le proche Atlantique. Il semble donc que cette espèce disparaisse aussi bien pendant les périodes glaciaires que lors des périodes particulièrement chaudes. Dans ce cas on ne note pas l'apparition de la forme dextre qui, en Atlantique, caractérise les eaux de température élevée.

L'étude de la cristallinité des minéraux argileux, entreprise par H. CHAMLEY sur le matériel des diverses carottes étudiées ici et actuellement encore en cours, permettra d'avancer également des hypothèses sur le climat qui a présidé à la formation des minéraux argileux et sur l'ancienneté de ces derniers. Les premiers résultats établis sur quelques niveaux de la carotte C et aimablement communiqués par H. CHAMLEY, confirment l'existence d'un climat relativement chaud au niveau 15 et d'un climat froid dans la portion basale de la carotte à l'exception de l'échantillon 29-30 qui montre par contre des conditions proches des conditions actuelles. Ces données sont donc conformes aux indications de la microfaune.

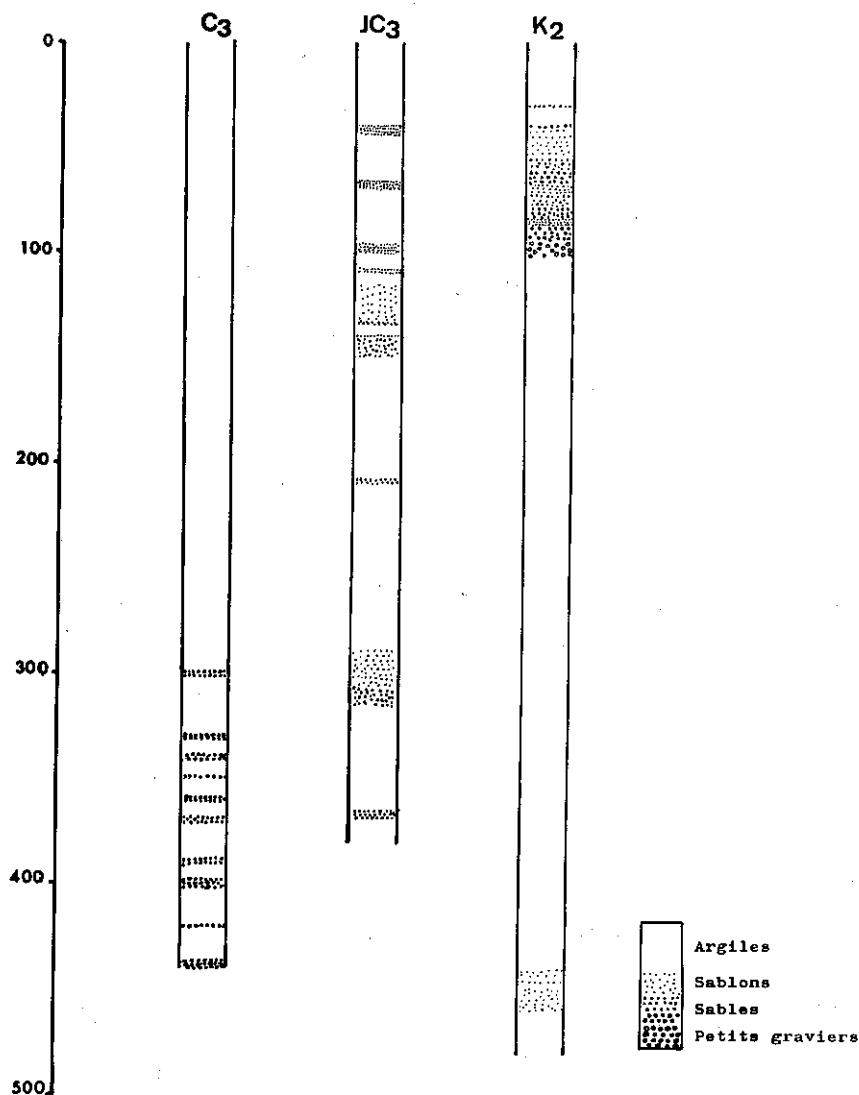


Figure 27 - Position des niveaux sableux dans les trois longues carottes

2/ Les passées sableuses

L'étude des foraminifères benthiques contenus dans les passées sableuses a mis en évidence la présence, dans le niveau 33', de *Paromalina coronata* espèce qui accompagne les thanatocoenoses würmiennes sur le plateau continental ; ceci permet de synchroniser les sédiments fossiles que l'on drague actuellement à la base du Circalittoral avec les sédiments à microfaunes froides rencontrés en carottage.

Paromalina coronata paraît avoir présenté au Quaternaire un habitat assez littoral (Infra ou Circalittoral tout au plus), elle est accompagnée ici par un cortège de formes peu profondes, notamment *Valvulineria bradyana* et *Quinqueloculina pentagona*, actuellement fréquentes dans les vases terrigènes côtières.

Paromalina coronata, en général usée, épigénisée et fortement oxydée lorsqu'on la rencontre dans le Détritique du Large, est ici dans un excellent état de conservation, dû sans doute à son enfouissement rapide sous la vase profonde.

C - La carotte JC₃

Effectuée à 50 milles au Sud du Cap Sicié, par 2400 m de profondeur, la carotte JC₃ a apporté des résultats très concordants avec ceux fournis par C₃. La longueur totale du carottage est de 3,80 m.

Le "log" de la figure 27 montre l'emplacement de quelques niveaux sableux, d'ailleurs peu nombreux et peu importants. Ces passées mesurent 2 cm en moyenne, 4 pour la dernière. Elles ne paraissent pas traduire des modifications considérables du taux de sédimentation et, comme pour la carotte C₃, je n'en n'ai pas tenu compte lors de l'établissement du diagramme climatique. Ces passées correspondent à des glissements, à partir du précontinent, de sable et de Foraminifères, infra- et circalittoraux de type banal. Le reste de la carotte est formé, à première vue, de vase grise d'apparence homogène. L'examen des fractions grossières a montré cependant qu'il existait une passée détritique supplémentaire entre les niveaux 11 et 14 (soit entre 1,10 m et 1,40 m de profondeur sous la surface), constituée en grande partie de débris minéraux dont la taille moyenne est comprise entre 50 et 100 μ . Cette passée d'origine terrigène, riche en paillettes de micas mêlées à une importante fraction colloïdale, n'était pas visible macroscopiquement. Les Foraminifères pélagiques sont peu abondants dans toute cette zone ce qui indique un dépôt très rapide venu interrompre la séquence régulière de type pélagique qui s'observe de part et d'autre.

Ce niveau de sablons a été indiqué sur le "log" et n'a pas été pris en considération pour l'interprétation des microfaunes.

Plusieurs niveaux riches en éléments minéraux se rencontrent également en dessous de la passées précédente, notamment entre les niveaux 16 et 18. De plus, on observe dans la partie profonde, des passées à Foraminifères littoraux ce qui indique des apports détritiques dont l'importance apparaît difficile à chiffrer. Les remaniements semblent n'avoir affecté que les fractions les plus fines du sédiment (lessivage) mais ils ont certainement concerné également les espèces pélagiques. Telle est sans doute l'origine de l'augmentation de la fréquence de l'assemblage "chaud" que l'on observe à plusieurs reprises durant cette période (niveau 2,8 m ; 3 m ; 3,6 m...) tandis que le pourcentage du groupe "froid" demeure élevé.

En définitive la base de la carotte, bien que dépourvue de niveaux sableux proprement dit, pourrait bien présenter un taux de sédimentation plus élevé que la portion la plus récente.

Les successions climatiques :

Les schémas B₁ et B₂ montrent la présence de 3 stades froids encadrés par des stades chauds, dont le dernier, très récent, est situé 20 cm à peine sous la surface.

On peut faire à propos de *Globorotalia truncatulinoides* des remarques analogues à celles que suggérait déjà la carotte C₃ : cette espèce apparaît ici encore dans les périodes tempérées et disparaît aussi bien lors des maxima froids que lors des maxima chauds à l'exception du dernier.

Les variations du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* confirment les courbes climatiques et soulignent le caractère très accentué de la dernière passée froide. On est amené à envisager dans ces conditions la correspondance de tels dédiciments au dernier stade würmien (Würm IV). Ce dernier se terminerai ici à 50 cm à peine sous la surface. Ceci implique un taux de sédimentation très faible durant les temps post glaciaires alors qu'il a sans doute été un peu plus élevé pendant l'ensemble du Würm.

En effet, cette période a certainement comporté des phénomènes d'érosions, des crues fluviales pendant les interstades etc..., entraînant des augmentations plus ou moins temporaires des apports terrigènes et de la turbidité de l'eau.

Je reviendrai ultérieurement sur les conséquences de cette interprétation.

D - La carotte K₂

Provenant d'une région bien différente (Nord de la Sicile) cette carotte mesure 4,80 m de long. Des passées sableuses sont visibles macroscopiquement dans le premier mètre sous la surface. Le schéma (figure 27) montre leur emplacement. Elles sont constituées de matériel sableux plus ou moins grossier, et même de petits graviers mêlés à de l'argile. Dans ces sédiments sableux la fraction organique d'origine pélagique est parfois importante (niveau 4, 7, 12); d'autres fois, au contraire, elle est très réduite ou nulle.

En fait les passées remaniées, formées d'éléments "glissés", sont encore plus nombreuses dans cette carotte : on trouve plusieurs niveaux presque entièrement minéraux, formés d'éléments de très petite taille (50 à 150), notamment dans les intervalles de -40 à -60 cm et de -80 à -110 cm, au niveau -140 cm et entre -440 et 460 cm.

Les portions de carottes où les espèces pélagiques sont absentes ou rares, et qui correspondent de ce fait à un dépôt rapide de sédiment, ont été laissées en blanc dans le graphique (pl. V - figure C). Quelques autres niveaux, de moindre importance, n'ont pas été figurés. Ils sont situés principalement dans la partie profonde.

La présence de ces nombreuses passées "minérales" pouvait évoquer, à première vue, une succession de lits d'origine éruptive. Cependant l'examen microscopique ne révèle pas de cendre ni de verres volcaniques. Il s'agit principalement de micas auxquels s'ajoutent du quartz, des feldspaths et quelques autres minéraux (staurotide, disthène...). Certains débris, très altérés, pourraient correspondre à des fragments de calcaire d'origine organique.

La microfaune benthique contenue dans ces horizons et parfois formée d'espèces infralittorales (Miliolles, *Elphidium* ...) mais, le plus souvent, elle évoque un assemblage de type bathyal, tel que l'on observe notamment entre 500 et 1000 m de profondeur. Il s'agit de glissements ayant affecté à plusieurs reprises les sédiments de la pente continentale et que l'on peut attribuer sans doute à des microseismes survenus dans une zone particulièrement instable. Certaines de ces passées présentent un granoclassement qui confirme leur origine (turbidites).

En dehors de ces zones, le taux de sédimentation demeure assez faible et la fraction grossière du sédiment est presque exclusivement formée d'éléments pélagiques.

Les variations climatiques (pl. V - figure C)

La microfaune des niveaux de surface apparaît beaucoup plus chaude que celle des deux carottes précédentes ce qui est normal, compte tenu de sa situation géographique. Cette microfaune se caractérise par de forts pourcentages de *Globigerina inflata* (16 à 18 %) et de *Globigerinoides ruber*. Le total des formes chaudes atteint 24 % contre 8 % seulement d'espèces froides (*G. pachyderma*). Cependant, les courbes de la figure 26 montrent que les diverses espèces varient, au long de cette carotte, dans le même sens que celui observé pour les deux précédentes. La constitution des assemblages "chauds" et "froid" utilisés comme index climatique paraît donc valable également pour cette région.

De bas en haut on observe les périodes climatiques suivantes :

a) sédiments à microfaune typiquement froide dans la partie inférieure, de la base jusqu'au

On remarque une passée chaude possible vers 3,60 m. Cette dernière n'est cependant pas certaine car on note, à ce niveau, une forte augmentation des espèces banales ou sans signification.

b) période de réchauffement net : de 170-180 cm jusqu'à 70 cm sous la surface avec une légère pointe chaude probable au niveau 16, à -1,60 m sous la surface. Dans les sédiments correspondant à cette époque il faut signaler la présence de quelques *Asterigerina planorbis*, espèce chaude littorales, très répandue au Pliocène et qui, en Provence, paraît éteinte au Quaternaire. Les exemplaires sont en bon état et il est difficile de dire s'il s'agit là d'individus, glissés certes, mais contemporains du dépôt pélagique ou, au contraire, d'un matériel déjà remanié à cette époque et provenant de l'érosion d'un affleurement plus ancien.

c) période très chaude actuelle à partir de 50 cm jusqu'en surface les indicateurs "chauds" augmentent régulièrement tandis que les formes froides sont en nombre faible et assez constant.

Globorotalia truncatulinoides, absent dans les sédiments froids fait une apparition au niveau 18, puis devient constant à partir du niveau 12. Cette espèce augmente régulièrement d'importance dans toute la portion chaude et très chaude qui surmonte ce niveau.

Remarques :

La présence des sédiments déplacés ayant une origine tantôt littorale et tantôt bathyale peut être invoquée pour expliquer certaines anomalies observées dans la microfaune de cette carotte. Ils pourraient justifier notamment :

a) L'incohérence du pourcentage des *Globigérinapachyderma* sénestres durant la période froide. En effet ce pourcentage, souvent élevé -ce qui est normal à cette période- diminue parfois très brutalement à certains niveaux. On peut admettre que ces niveaux correspondent à un enrichissement du matériel profond et froid en éléments déposés antérieurement le long de la pente continentale et contenant une forte proportion de *Globigérina pachyderma* dextres, cette forme étant répandue à toutes les époques.

b) La présence, à tous les niveaux -même ceux indiscutablement froids- d'un certain nombre de *Globigérinoides ruber* qui, dans cette région, a peut-être persisté en surface pendant la majeure partie du Quaternaire tandis qu'elle disparaît presque complètement, dans la région provençale, pendant les époques glaciaires.

II - CORRELATION ET INTERPRETATION - EVALUATION APPROXIMATIVE DES TAUX DE SEDI-MENTATION

Il est particulièrement intéressant de comparer les successions climatiques mises en évidence par ces carottages et les données climatiques et chronologiques établies par les Géologues et les Préhistoriens dans les gisements continentaux et les grottes. Le tableau suivant a été établi en grande partie d'après le travail de M. ESCALON DE FONTON (1966) et complété à l'aide de travaux antérieurs (ESCALON 1951, 1963 ; BOURDIER 1961 ; MOLINIER et PRAT 1943 BONIFAY et MOLINIER 1955 ; BONIFAY 1962, etc...).

Ce tableau donne, pour la fin de la période würmienne et pour la période post-glaciaire, jusqu'à la période historique, une idée très schématique des successions climatiques telles qu'elles ont pu être établies à partir de l'étude des pollens (tourbières de montagnes, tufs récents de Provence), des faunes et des sédiments (éboulis cryoclastiques -sols pédologiques ...). Les indications chronologiques sont fournies, d'une part d'après les industries caractéristiques et, d'autre part, au moyen de quelques datations par la méthode du C¹⁴. Les âges absolus sont indiqués en milliers d'années avant l'actuel (B. P. des auteurs de langue anglaise).

Il faut cependant faire preuve d'une certaine prudence car toutes ces interprétations et corrélations sont fondées sur des hypothèses de travail parfois encore incertaines. Nous présenterons les remarques suivantes :

1/ On est obligé d'admettre arbitrairement que les changements faunistiques sont liés à des variations thermiques de l'eau. Le fait est probable mais il peut y avoir également intervention d'autres facteurs difficiles à limiter (notamment les phénomènes de dessalure en période de fonte glaciaire, la plus ou moins grande turbidité de l'eau etc...). Les termes "chauds" et "froid" sont donc toujours indiqués entre guillemets, la température paraissant être un facteur important mais peut être pas unique.

2/ On ignore tout des relations exactes entre les changements du climat terrestre (d'ailleurs souvent connu d'après l'étude de tourbières de montagne) et les variations de la température de l'eau en Méditerranée. On ne connaît pas, notamment, les incidences, en mer, des variations d'humidité constatées sur le continent ; variations qui sont, au contraire, très utilisées sur terre pour définir les diverses périodes tant froides que chaudes. L'existence de vents froids et secs ("mistral") paraissant prouvée depuis une époque reculée, il est probable que les périodes de froid sec, s'accompagnant de vent, correspondaient comme actuellement à des modifications courantologiques entraînant un refroidissement de l'eau plus important que durant les périodes froides mais pluvieuses et sans vent.

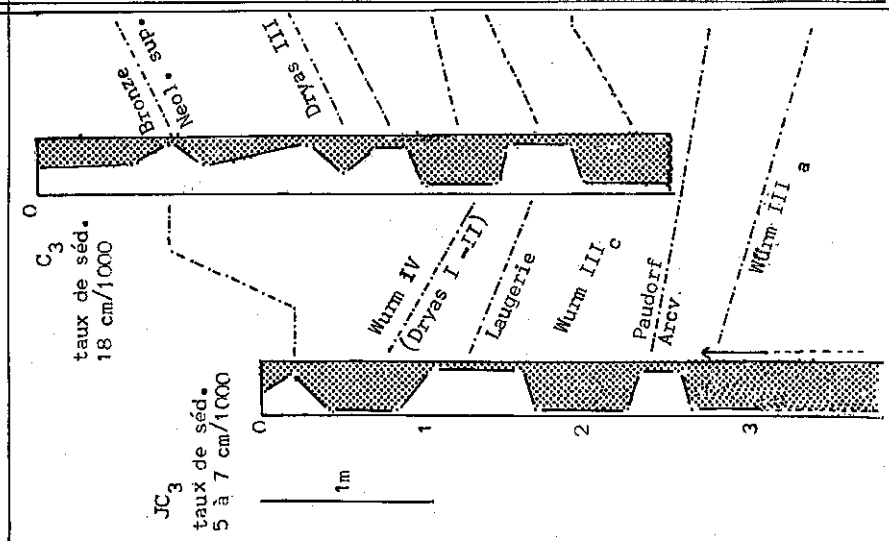
Les carottages effectués dans l'Atlantique et dans le Pacifique, synthèse de KING 1962, semblent indiquer que les interglaciaires ou interstadias, constaté depuis environ 60 000 ans, n'ont jamais été plus chauds que l'actuel. Les carottages étudiés ici montrent, par contre, des stades considérés comme "plus chauds". Les oscillations thermiques en Méditerranée ont peut être présenté une amplitude différente de celles observées dans les océans ? ... mais il est possible également que ces "optimums climatiques" aient correspondu, suivant l'hypothèse avancée précédemment, à un ensemble de conditions dont la température n'était pas forcément le principal facteur.

Ces quelques postulats paraissent assez vraisemblables et sans les considérer comme des certitudes absolues, il est possible de les utiliser et d'aboutir à quelques interprétations particulièrement cohérentes.

En comparant les successions climatiques décrites dans le tableau avec celles qui se manifestent dans les carottes, nous pourrions tenter d'établir un parallèle entre les sédiments marins

TABEAU n° 20

SCHEMA DES CORRELATIONS PROPOSEES POUR
LES DEUX CAROTTES C₃ et JC₃ •
(analyse détaillée : pl. V).



Datation	Période	Climat (analyses polliniques et étude des sédiments de grotte).	A titre de comparaison : Industries préhistoriques en Provence •
actuel	actuel	Etablissement du climat actuel très humide	Fer
- 2000	Sub-atlantique	humide et chaud	Bronze chalcolithique
- 4000	Sub-boréal	humide	Méolithique } sup } cardial
- 6000	Atlantique	sec tempéré	Castelnovien
- 8000	Boréal	sec	Montadien
- 10000	Préboréal	assez froid	Romanellien
- 12000	Dryas III	très humide	Azilien
- 14000	Alleröd	réchauffement	Magdalénien V - VI
- 16000	Bolling	humide réchauffement	Salpêtrien } I
- 18000	Dryas I	humide	
- 20000	Lascaux-Laugerie	sec	Solutréen
- 25000	Würm III c	humide-réchauffement	Aurignacien terminal
- 30000	Paudorf	froid	Aurignacien ancien
- 35000	Arcv	réchauffe	
- 35000	Würm III a	réchauffe t	
- 35000	Würm III a	froid	

Tableau 20 - Schéma des corrélations proposées pour les deux carottes C₃ et JC₃ (analyse détaillée : pl. V).

et la chronologie terrestre et en déduire une valeur approximative des taux de sédimentation dans les régions considérées.

A - La carotte C₃

La dernière période à caractère suffisamment "froid" pour pouvoir être considérée comme glaciaire se situe entre 2,80 et 2,40 m sous la surface. Il est logique de l'attribuer au dernier stade glaciaire bien accusé dans nos régions, c'est à dire, vraisemblablement l'intervalle de temps correspondant aux Dryas I et II qui ne sont séparés que par un interstade (Bölling) très court.

Dans cette hypothèse, l'intervalle chaud (de 2,80 m à 3,2 m) pourrait être l'interstadaire Würm III/IV (Lascaux-Laugerie) et la carotte ne permettrait donc pas de remonter au-delà du Würm III final.

Quelle est la place de ces niveaux dans la chronologie absolue indiquées sur le tableau général ?

L'intervalle 2,80-2,40 m assimilé aux Dryas I et II se situerait entre 16 000 et 12 500 ans - soit un taux moyen de sédimentation de 18 cm/1 000 ans.

A partir de ce taux nous pouvons calculer approximativement l'âge de la passée chaude de 2,80 à 3,20 m qui correspondrait alors à une période allant de 15 500 ans à 17 700 ans ce qui paraît conforme avec l'hypothèse avancée. En effet ces dates permettent bien d'attribuer cette période de réchauffement à l'interstade Lascaux-Laugerie. Le stade froid le plus profond étant assimilable au Würm IIIe.

En ce qui concerne maintenant les niveaux post-glaciaires, il semble que le réchauffement, à la fin de la période glaciaire ait été rapide. La proportion des formes chaudes augmente considérablement en quelques dizaines de centimètres. Les formes froides sont encore abondantes mais la forme sénestre de *Globigerina pachyderma* disparaît.

Cette variation climatique pourrait (?) être contemporaine de la disparition de Méditerranée des faunes celtiques qui se sont éteintes à la fin de la dernière glaciation. Quant à son âge il se situerait aux environs de $200 : 18 = 11\ 000$ ans ce qui la place pendant l'intervalle d'Alleröd - le léger refroidissement ultérieur pouvant alors s'assimiler à la brève oscillation fraîche du Dryas III.

Enfin la passée chaude récente aurait un âge de 4 400 ans et serait contemporaine du Néolithique supérieur ou de l'âge du Bronze (L. BLANC-VERNET 1965).

Signalons qu'en Adriatique, BOTTEMA et VAN STRATTEN (1966) ont étudié la malacologie et les pollens dans deux carottes et ont déterminé par ce moyen la présence et la position des diverses périodes de la fin du Würm et du post-glaciaire : Dryas ancien - Alleröd - Dryas final - Préboréal - Atlantique ... etc... Ces deux carottes semblent présenter des taux de sédimentation très élevés mais les successions climatiques sont comparables à celles observées dans C₃.

B - La carotte JC₃

Quoique légèrement plus courte, cette carotte paraît remonter plus loin dans le temps. Trois maximums froids apparaissent nettement. Le dernier est situé entre 70 et 50 cm à peine sous la surface.

La forte proportion des *Globigerina pachyderma* sénestres (plus de 25 %) et l'absence des formes chaudes empêchent de considérer cette passée comme un simple rafraîchissement intervenu durant le post-glaciaire. Ce niveau paraît donc être l'équivalent des niveaux 24 à 28 de C₃, c'est à dire qu'il représenterait le dernier stade Würmien.

En attribuant à ces sédiments les mêmes estimations chronologiques que précédemment, nous aurons ici un taux de sédimentation compris entre $50/13 = 3,8$ cm et $70/13 = 5,3$ cm soit 4 à 5 cm pour 1 000 ans, donc très faible. Ce fait est vraisemblable compte tenu de la situation de cette carotte au large (50 milles) des Maures dans une zone où ne débouche aucun fleuve important. Ce taux paraît valable dans toute la partie supérieure de la carotte et se trouve notamment confirmé par la position à 20 cm sous la surface du dernier maxima chaud - soit 4 000 ans environ.

Le réchauffement constaté entre 40 et 20 cm se situerait donc dans le temps entre 8 000 et 4 000 ans et réunirait l'intervalle allant de la période atlantique à l'âge du Bronze, périodes humides et sans doute assez chaudes. Il est impossible de détailler ici la climatologie post-glaciaire, la vitesse du dépôt des sédiments ayant été trop rapide pendant cette période.

Les temps glaciaires proprement dits se terminant à -50 cm, avec le dernier stade assimilé au Dryas II, nous pouvons dater les deux maximums froids antérieurs ainsi que les deux intervalles inter-glaciaires qui les limitent.

Remarquons tout d'abord que les profondeurs supérieures à 1 m doivent être diminuées de 30 cm en tenant compte de l'épaisseur de la passée minérale azotée. Malgré cette correction, le taux de 5 cm/1000 ans semble encore trop faible.

Le maximum froid précédent, apparaît sur le tableau comme celui du Würm IIIc, intervenu entre 20 500 et 25 000 ans. Il correspond vraisemblablement sur la carotte, à l'intervalle $160 - 30 = 130$ cm et $220 - 30 = 190$ cm (profondeurs corrigées) ; le taux de sédimentation serait, pour cette époque compris entre 6,5 cm et 7,5 cm. Sur la base de ce dernier chiffre, l'intervalle de $200 - 30 = 190$ à $260 - 30 = 230$ se localise entre 25 000 et 30 000 ans et peut être assimilé aux intervalles. Arcy-Paudorf. La base de la carotte remonterait au Würm IIIa.

Pour cette carotte, comme pour la précédente et toujours d'après les travaux en cours de H. CHAMLEY, les essais d'interprétation climatique d'après la cristallinité de l'illite amènent à des hypothèses tout à fait conformes aux successions de la microfaune. La confrontation des données minéralogiques et micropaléontologiques pourra, à l'avenir, donner des résultats très intéressants pour la définition des conditions paléocéologiques.

C - La carotte K₂

Il n'est pas certain que l'on puisse paralléliser exactement les stades de cette carotte, situés au Sud de la mer Tyrrhénienne, avec ceux décrits au large des côtes provençales. Néanmoins les évaluations sont très approximatives et doivent pouvoir s'appliquer.

Suivant le même principe nous aurions donc les chiffres suivants :

1/ Dernier stade würmien : en plaçant à -2 m -70 cm (passées minérales à sédimentation "rapide"), soit -1,30 m le dernier stade froid précédemment considéré comme vieux de 13 000 ans nous obtenons un taux de sédimentation de 10 cm/1000 ans.

2/ Dans ces conditions, le premier stade de réchauffement compris entre $160 - (10+40+20) = 90$ cm et $70 - 20 = 50$ cm sous la surface, se situerait entre 9 000 et 5 000 ans.

3/ La période de réchauffement maximum subactuelle aurait eu lieu entre 5 000 et 2 000 ans.

D - Les carottes du canal de Corse

L'intérêt de ces courtes carottes est de confirmer le dernier stade chaud observé en Méditerranée occidentale. La position du maximum ne peut être évaluée en raison de la taille réduite des prélèvements. Ce stade se termine entre -20 cm et -40 cm suivant la région considérée, traduisant de grandes différences dans la vitesse du dépôt des sédiments. Ce fait n'est pas surprenant, d'ailleurs, étant donné la profondeur relativement réduite à laquelle les carottages ont été effectués (400 à 800 m). Dans cette zone, les remaniements sont plus importants que dans la plaine abyssale et, en outre, il s'agit ici de dépressions dont les pentes ont été certainement le siège de nombreux glissements du matériel sédimentaire.

CONCLUSIONS DE LA DEUXIÈME PARTIE

L'étude des assemblages de Foraminifères pélagiques a été réalisée à partir d'un grand nombre de sédiments dragués ou carottés à des profondeurs allant des petits fonds (25 - 30 m) jusqu'à des grandes profondeurs 1 000, 2 000 et 4 200 m. D'ailleurs, au delà d'un millier de mètres la composition de cette fraction de la microfaune devient assez constante, d'une station à une autre, pour une région donnée.

Les Foraminifères pélagiques trouvés sur le fond correspondent à l'accumulation des tests des différentes espèces ayant vécu à tous les niveaux de la tranche d'eau. L'examen de sédiments de profondeurs croissantes permettra ainsi de connaître approximativement la limite supérieure compatible avec la vie de chaque espèce. Par contre la comparaison des microfaunes contenues dans des vases profondes provenant de différentes régions, rendra compte de l'influence du climat sur la population planctonique. La distinction entre espèces "chaudes" et espèces "froides", établie à partir de sédiments actuels trouvera sa principale application dans l'interprétation des assemblages fossiles (étude des carottes).

A - ETUDE DES DRAGAGES

1/ Variations du pourcentage des espèces pélagiques en fonction de l'éloignement du rivage

En règle générale, la proportion des espèces pélagiques par rapport au total de la microfaune augmente de la côte vers le large et atteint environ 80 à 90 % dès 800, 1 000 m de profondeur. Au-delà les formes benthiques ne représentent plus que 1 % à 2 % de la microfaune.

Il faut souligner cependant des exceptions à cette loi, dues à des conditions locales : des stations du plateau continental peuvent être par exemple, plus pauvres en certaines espèces que d'autres qui sont mieux exposées à l'influence du large. C'est le cas des stations circalittorales de la baie de Marseille (70-80 m) où *Globorotalia truncatulinoides* est toujours rare alors qu'il abonde, plus à l'Est, dans l'archipel de Riou. Cette espèce qui passe une partie de sa vie en profondeur, paraît arrêtée par la barrière rocheuse et les petits fonds qui séparent ces deux aires : (Mafre, Tiboulen, Banc du Veyron, Planier ...).

2/ Ordre d'apparition des espèces dans des sédiments de plus en plus profonds.

L'examen de sédiments de profondeurs croissantes montre que les espèces se rencontrent dans l'ordre suivant : *Globigerina bullides* et *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia inflata* sont présentes dès la surface ; *Orbulina universa*, *Globigerinoides sacculifer* apparaissent légèrement plus bas et sont bien représentées à partir de 50 m ; *Globigerinella aequilateralis* semble se localiser au-dessous de 60-70 m, suivie de *Globigerina quinqueloba* et *G. dutertrei*. *Globigerina pachyderma* n'a pas été trouvée au-dessus de 300 m. *Globorotalia scitula*, rare dans les sédiments récents, accompagne la forme précédente.

Cette constatation présente une application immédiate : les stations profondes comportant une importante fraction d'éléments "glissés" provenant du plateau continental se caractériseront par une proportion d'espèces épipélagiques beaucoup plus importante que les stations de la même région qui n'auront pas subi cet apport. Ce phénomène interviendra de même dans les passées remaniées des carottes ("turbidites"). Les espèces superficielles étant le plus souvent des formes "tolérantes au chaud", les niveaux détritiques des carottages donneront toujours l'illusion d'un climat plus chaud que les niveaux environnants. Il sera nécessaire de déceler de telles passées (examen du sédiment et de la microfaune benthique) pour les distinguer des véritables oscillations climatiques.

3/ Répartition climatiques des microfaunes

La connaissance de la microfaune actuelle d'une région, est indispensable avant d'entreprendre l'étude des variations climatiques dans les carottes. En effet, ces dernières seront toujours définies comme "plus chaudes" ou "plus froides" que le climat actuel de surface. La liste des espèces demeure la même dans l'ensemble des régions étudiées. Seules les fréquences relatives des espèces varient en fonction des conditions climatiques.

Trois types de microfaune ont été rencontrés dans les niveaux superficiels des carottes et dans les dragages profonds :

a) un climat tempéré frais (Provence-Corse) caractérisé par de forts pourcentages de *Globigerina pachyderma* (forme dextre à 97-98 %).

b) un premier type de climat chaud (mer Tyrrhénienne) caractérisé par une diminution de l'espèce précédente ; elle est remplacée par une grande abondance de *Globorotalia inflata*, nettement dominant, accompagnée par des formes comme *Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber*... Ces dernières présentent ici des pourcentages bien supérieurs à ceux observés au large de la Provence.

c) un second type de climat chaud (Péloponèse-Crète). Dans ces régions les dernières espèces citées (*Orbulina*, *Globigerinoides*) atteignent des proportions considérables éclipsant même *Globorotalia inflata*. *Globorotalia truncatulinoides*, abondant dans les deux premiers types de climat, devient rare ici.

Les différences faunistiques observées entre ce type de climat chaud et le précédent peuvent être locales et accidentelles. Je ne dispose, en effet, que d'un seul prélèvement en mer Tyrrhénienne. Il est possible cependant qu'elles soient liées à l'existence en mer de Crète de masses d'eau particulièrement chaudes présentant des maximums thermiques élevés, (travaux de H. LACOMBE et de ses collaborateurs).

B - ETUDE DES CAROTTAGES

L'étude des successions des faunes "chaudes" et "froides" dans les carottes renseignent sur l'évolution du climat pendant la fin de la glaciation würmienne et les temps post-würmiens.

1/ Les critères climatiques

Ils ont été établis en se fondant sur la répartition actuelle des principales espèces et sur les variations du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*. Dans les carottes, les estimations thermiques sont relatives et appréciées par rapport à l'assemblage récent de surface.

Trois critères ont été retenus :

a) Les variations de fréquence en sens contraire de deux groupes d'espèces estimées "tolérantes au chaud" ou "tolérantes au froid"

La composition de ces deux groupes a été établie après examen des diagrammes donnant les variations relatives des diverses formes présentes. Les données bibliographiques concernant la répartition de ces mêmes formes dans d'autres mers (Atlantique notamment) permettent de confirmer ces interprétations.

b) Les variations du sens d'enroulement de *G. pachyderma*

Dextre à plus de 95 % dans les sédiments actuels, elle présente jusqu'à 25 % d'individus sénestres durant les périodes froides. Par ailleurs, l'espèce diminue ou disparaît pendant les périodes plus chaudes que l'actuel.

c) Les variations de fréquence de *Globorotalia truncatulinoides*

Fréquent dans les sédiments actuels du sommet des carottes, cette espèce est absente dans toutes les périodes froides. Elle se manifeste durant les périodes de réchauffement pour disparaître de nouveau au maximum de ceux-ci.

2/ Les successions climatiques et la chronologie du Quaternaire

L'interprétation suggérée est résumée sur les schéma de la planche V.

a) Les sédiments datant de la dernière glaciation

Ils forment la base et au moins la moitié inférieure des trois longues carottes. Leur limite supérieure se situe à une profondeur variable : 2,5 m (carotte C₃) ; 50-60 cm (carotte JC₃), 2 m environ (carotte K₂).

Pour les deux premières, effectuées au large des côtes provençales, le parallèle avec les données de la climatologie et de la stratigraphie du Quaternaire, établies dans les grottes, paraît se justifier. Le tableau n° 20 résume cette chronologie. Le dernier stade froid très accentué constaté dans les carottes a été assimilé au Dryas II (12 à 13 000 ans). Les taux de sédimentation calculés sur cette base peuvent respectivement être estimés à 18 cm/1 000 ans (C₃) et 5 à 7,5 cm/1 000 ans (JC₃).

Les deux carottes montrent, en dessous, un interstade chaud bien individualisé, parallélisé chronologiquement avec l'interstade "Lascaux Laugerie" (16-17 000 ans environ).

La carotte C₃ dont la vitesse de sédimentation a été relativement rapide se termine peu en dessous à 4,40 dans des sédiments à microfaune froide attribués au Würm III final (Würm IIIc).

La carotte JC₃, permet de remonter plus loin dans le temps et révèle, sous les niveaux du Würm IIIc, une nouvelle période chaude (couvrant vraisemblablement l'intervalle "Arcy-Paudorf") et se termine dans une passée froide référable au Würm III initial (Würm IIIa). La partie profonde de cette carotte serait ainsi formée de sédiments vieux de plus de 35 000 ans.

En mer Tyrrhénienne, on constate une période assez uniformément froide entre 2 m et 3,20 m sous la surface, précédé d'un interstade plus clément.

Seule la présence du Würm IV peut être avancée. La partie basale correspond sans doute à l'interstade Würm IV/III (Lascaux) et, peut être, à l'extrême fin du Würm III. Les irrégularités du taux de sédimentation -d'ailleurs souvent élevé- expliqueraient le caractère relativement récent de ces niveaux, situés cependant à près de 5 m sous la surface.

b) Les sédiments post-würmiens

Très réduits évidemment dans JC₃ où le réchauffement post-glaciaire se manifeste en 40 cm, les sédiments post-würmiens représentent plus de 2 m sur la carotte C₃.

Cette carotte montre le caractère brusque du changement de climat à la fin du maximum du Würm IV. Ce réchauffement, temporairement interrompu par un épisode plus frais (Dryas III ?), s'atténue ensuite.

Une période plus chaude que l'actuel se manifeste sur toutes les carottes de la région Provence-Corse. Sa position à 80 cm dans C₃ et à -20 cm en JC₃ permettent de lui attribuer un âge d'environ 4 000 ans, compte tenu des taux de sédimentation respectifs calculés sur ces deux carottages. Cette "pointe" climatique est rapidement suivie d'un rafraîchissement l'installation des conditions actuelles de type tempéré.

Ce stade pourrait correspondre à la période du Néolithique supérieur et à l'âge du Bronze ; époque humide et peut être assez chaude qui a permis en Provence le développement de masses de tufs (Tufs récents de la vallée de l'Huveaune, à Pont de Joux) riches en débris végétaux parfaitement conservés (BONIFAY et MOLINIER 1955). En Méditerranée orientale, PARKER (1958) a décrit dans plusieurs carottes une passée récente plus chaude que l'actuel -"optimum climatique"- Cette passée est située, suivant les carottes, à une profondeur allant de 40 cm à 9 cm sous la surface dans la plupart des carottes à l'exception de celles situées au large du delta du Nil.

L'évolution du climat dans les temps post-glaciaires paraît avoir été légèrement différente au Nord de la Sicile et se manifeste en deux stades :

- L'un (entre -180 et -70 cm) correspond à des conditions encore assez fraîches avec un maximum plus chaud à -160 m.

- L'autre, compris entre 70 cm et la surface est une période de réchauffement intense et rapide qui s'est poursuivie jusqu'à nos jours. La proportion des espèces froides augmente cependant légèrement en surface.

c/ Variation du taux de sédimentation

Assez élevé (18 cm/1 000 ans en moyenne) dans la carotte C₃ à 22 milles environ de la côte des Alpes Maritimes, il est beaucoup plus faible dans la carotte JC₃, effectuée à 50 milles au large

des Maures. Dans cette région, où ne débouche aucun fleuve important la vitesse de dépôt paraît très lente : on passe d'environ 7,5 cm/1 000 ans au maximum en période glaciaire à 5 cm/1 000 ans en moyenne pour les temps post-würmiens.

Dans la carotte K₃, dans la mesure où l'on admet le synchronisme de la dernière passée froide en mer Tyrrhénienne avec le Dryas II (considéré comme le dernier épisode rigoureux inscrit dans les sédiments de la région provençale), on aboutit à un taux moyen de sédimentation de 13 cm/1 000 ans. Ce chiffre ne rend pas compte exactement des modalités du dépôt. Il demeure sans doute inférieur à la réalité pour certaines périodes d'hypersédimentation. Ces périodes, qui se traduisent par des accumulations minérales pauvres en Foraminifères pélagiques, paraissent, de ce fait avoir été brèves. Elles sont, à titre d'hypothèse, attribuées à des glissements brusques de matériel sur la pente continentale, en liaison probable avec des mouvements du sol dans une zone volcanique.

Par contre, en dehors de ces passées détritiques la vitesse du dépôt paraît d'une manière générale assez régulière et proche de 10 cm/1 000 ans.

PARKER, étudiant de nombreuses carottes de Méditerranée orientale, a noté également une diminution entre les taux de sédimentation calculés pour le dernier stade würmien (10-11 cm/1 000 ans) et la période post-glaciaire (5 à 7 cm/1 000 ans). ERIKSON (1958) d'après la carotte 210 de "l'Albatross", située dans la portion extrême occidentale de la Méditerranée, entre les côtes d'Espagne et d'Algérie, aboutit à des taux moyens de 29 cm/1 000 ans pendant le dernier stade würmien contre 14 cm/1 000 ans pendant la période allant de la fin du Würm à nos jours.

Pour une même période, ces taux apparaissent donc très variables suivant la région considérée et les conditions sédimentologiques locales, comme cela a d'ailleurs été constaté sur les trois carottes considérées au cours de ce travail.

TABLEAU - XVI

Carottes du canal de Corse

Pourcentage des espèces aux différents niveaux de deux carottes
(la proportion des espèces pélagiques par rapport au total des Foraminifères varie entre 40 et 50 %)

	n° 2 (fosse Monté-Cristo)						n° 4 (fosse de Capraja)						
	0	2	4	6	8	0	0/1	1	2	3	4		
n° de l'échantillon	surface	1,64	1,93	1,80	2	surface	26,5	25,5	41,2	51,7	59,7		
profondeur sous la surface	surface	20	40	60	80	surface	5	10	20	30	40		
% éléments grossiers ($\phi > 0,50\mu$)	1,25	1,64	1,93	1,80	2	21,12	26,5	25,5	41,2	51,7	59,7		
<i>Globigerina bulloides</i>	29	19,7	17,5	12	8	34,1	38,4	26,5	23	19,4	22,6		
<i>G. pachyderma</i>	20	22,6	14,9	16	21	14,4	10	5,1	14	14,5	15		
<i>G. quinqueloba</i>	10,8	16	30,2	8		8,5	6,3	1	5	1,5	1,5		
<i>G. dutertrei</i>	1,5	1,4		1		2,3		2	2		2,2		
<i>Globigerina</i> sp.						3			2				
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	1,5	1,4		5	4				1,5	1,5			
<i>Orbulina universa</i>	+	8,5	2,5	10	12	5,3	6,3	6,1	7	14	6,5		
<i>Globigerinita glutinata</i>	1,5	4,2	12,4	4	12	2							
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	6,2	2,8	10	8	2	4,5	6,3	5,1	11	10,5	7,6		
<i>G. ruber</i>	25	12,6	10	12	8	10	10	18,4	10	15,7	15		
<i>G. sacculifer</i>				+			1,3	3		1,5			
<i>Globorotalia inflata</i>	3,5	2,8		20	29	10,5	16,3	23,5	22	20,9	25,8		
<i>G. truncatulinoides</i>	3	7	2,5	3	4	4	3,8	8,2	3	1,5	4,3		
<i>G. scitula</i>						1,3	1,3	1					
% espèces "chaudes"	39	29	22,5	50	55	29,3	39,9	56,1	51,5	64	55		
% espèces "froides"	35	42	57	29	33	25	17,6	7,1	19	16	16,8		

TABLEAU - XVII

Carotte C3
Pourcentage des espèces aux différents niveaux

Les espèces notées + sont celles dont la fréquence, trop faible, ne pouvait être chiffrée

n° de l'échantillon	0	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	41	43	44
niveau en dessous de la surface (cm)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	410	430	440	
% éléments grossiers (Ø > 50µ)	13,4	1,4	4,24	3	5,8	7,07	3,7	4	5	9,7	4,13	3,68	5,52	3,31	2,94	2,91	7,21	5,99	3,2	5	4,5	4,5
% benthiques	1	0,7	1,5	2	2	0,6	-1%	1	1,3	3,7	2,3	3	1,2	5	6	5	6,7	6	3,4	6	2	6,5
<i>Globigerina bulloides</i>	28	27,7	27,5	37,1	26	27,4	22	23,6	14,5	15,3	13,3	17,5	15,3	16,8	26	13,5	18,2	19,5	16,7	16,4	20,2	40,2
<i>G. pachyderma</i>	48	48,3	30,4	15	40,6	41,5	40,1	20	41	26,2	15	16,5	17	38	26,6	21,8	21,6	15,8	29,5	15	25	8
<i>G. quinqueloba</i>	2	4	18,6	3,6	8,7	5,1	1,2	4,4	7,8	0,6	11	22,4	24,4	18,6	7,1	27,8	28,6	21,6	20,5	27,9	22,1	16,7
<i>G. dutertrei</i>	3	4,4	7	3	1,5	0,6	2,3	1,3	2,6	1	0,6	3,5	4,6	0,9	1,9	4,5	4,6	9,5	1	0,7		2,8
<i>Globigerina</i> sp.												1,8										
<i>Globigerinella oenitateralis</i>	1	1,6		0,5	0,5	1,9		2,3	1,3	3,8	0,6											
<i>Globigerinita glutinata</i>																						
<i>Orbulina uniuersa</i>	2	1,6	0,7	3	1,5	2,5	3,5	6,9	3,3	13,1	1,7	0,6	0,6	13,3	5,2	15	13,6	22	11,6	16,4	20,2	27,8
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	0,5			1,6		1,9	3	6,3	4	11,2	4,1			2,6	2,6	0,8		+	1,1			
<i>G. ruber</i>	2	2,9	2,1	5	2	6,4	5,2	6,3	4,2	5,4	15,4	5,3		0,9	5,2	2,3		1,1				
<i>G. sacculifer</i>																						
<i>Globorotalia inflata</i>	6	4,4	7,7	19,8	9,6	12,1	22	28,5	21	28	28,3	8,2	1,7	7,1	18,2	0,8		0,5				
<i>G. truncatulinoides</i>	7	5,1	5	11,4	7		0,6					2,4	0,6	1,3	1,3							
<i>G. scitula</i>	0,5	1			1		3,3			1,6	2,3	5,3	3,4	4	4	13,5	15,9	8,9	18,7	23,6	12,5	4,2
<i>Globorotalia</i> sp.												1,8										
% espèces "chaudes"	11,5	10,5	12,1	29,9	13,6	24,8	30,7	50,5	30,8	55,3	57,2	18,1	2,3	12,4	27,3	3,9		2,7				
% espèces "froides"	50,5	52,3	50	18,6	51,8	47,2	45	24,4	48,8	26,8	26	56,6	76,8	69,9	42,2	78,1	77,2	70	80,3	82	79,8	57
% <i>Globigerina</i> <i>Polyderna</i> sénestres		1,6		3	3		1	1	1		4,3	10,6	6,6	2,3	3,3	10,2	22,5	21,5	18,1	14,3		20

TABLEAU - XVIII
Carotte JC3

Pourcentage des espèces aux différents niveaux

Les espèces notées + sont celles dont la fréquence, trop faible, ne pouvait être chiffrée

n° de l'échantillon	0	2	4	5	7	9	10	15	17	19	22	24	26	28	30	32	36	38
niveau (cm) sous la surface	surface	20	40	50	70	90	100	150	170	190	220	240	260	280	300	320	360	380
<i>Globigerina bulloides</i>	19,5	22	27	22	24	27	52,5	30	6	21,3	10	30	10,1	21,4	20	22	20,5	36,4
<i>G. pachyderma</i>	42,5	24	35	25,7	15,7	29	23	48	34,5	33,4	31	17	33,4	48,7	47	45	40,8	23
<i>G. quinqueloba</i>	0,9		14	24,8	23	12	3,9	6	36,8	22,9	23	9	21,8	5,7	8,8	12	9,7	17
<i>G. dutertrei</i>	0,9	7			2,4	2	7,7	8	1,2	0,9	1		2,6	5,7	5	2	4,3	2,7
<i>Globigerina</i> sp.	4,4	3	8	1,8	7,2	8	1,3		4,8	3,6	5	5						
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	2,7							2										
<i>Globigerinita glutinata</i>	1,8	26	7	9,2	13,3	4	3,9	6	9,5	5,4	6	2	9		1	5	7,5	4
<i>Orbulina universa</i>	1,8		+				+	2	+	0,9		1		1,4	1			+
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	1,8	1	2				+		2,4	0,9	2	4	+	5,7	6,5	2	1	
<i>G. ruber</i>	7,1	6					+			0,9	4	2			1			
<i>Globorotalia inflata</i>	9,7	20	2			6		30	1,2	6,2	5	18	1,3	7,1	6,5	6	10,6	8
<i>G. tuncatulinoides</i>	6,2	1				4	+				1							
<i>G. scitula</i>	0,9	+	5	16,5	14,4	8	7,7	8	3,6	3,6	12	2	19,2	2,9	5,2	8	5,4	6,2
<i>Globorotalia</i> sp.													2,6					2,7
% espèces "chaudes"	23,1	28	4	0	0	6	6	34	3,6	8,9	7	25	1,3	14,2	14	8	11,8	8
% espèces "froides"	45,9	30	61	76,2	66,4	53	38	68	84,4	65,3	72	30	83,4	59,7	61	70	63,4	50
% <i>Globigerina pachyderma</i> sénestres	2,1		10	13	16	11	10	3	17,2	13	13,5	17	19	23,5	20	24	20	22,6

TABLEAU - XIX
Carotte K2

Pourcentage des espèces aux différents niveaux
Les espèces notées + sont celles dont la fréquence, trop faible, ne pouvait être chiffrée

n° de l'échantillon	0	2	4	7	12	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48
niveau sous la surface (cm)	surface	20	40	70	120	160	180	200	240	280	320	360	400	440	480
% fraction grossière ($\phi > 50\mu$)	14,2	15	70	35	8,6	7		5,5	4	6		6,7	5,9	6,7	5,6
% benthiques	1	1	2	15	20	2	22	25	24	18,4		17,6	20	30	26
<i>Globigerina bulloides</i>	10	25,5		26	19	20	17	9,7	10	15	17	32,8	11	35	30
<i>G. pachyderma</i>	9	8	10	30	31,4	30	23	18	42	31,1	30	14,7	29,7	30	29,8
<i>G. quinqueloba</i>	2	0,7	2	10	9	10	23	24,6	14	13,2	15	4,9	18,8	5	8,3
<i>G. dutertrei</i>								6	6	11,3	9	11,6	6,2		3,3
<i>Globigerina</i> sp.	5	0,7	2					4,2		11,3	6	8,2	3,2		3,3
<i>Globigerinella aequilateralis</i>		0,7	1			2	2								
<i>Globigerinita glutinata</i>		+		4	2	4	2	10,4	3	9,5	10	1,6	12,4	5	2,7
<i>Orbulina universa</i>	2	1	1			+						1,6			
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	20	15	10	2	3	5	8	1,2	6		2	4,7	1,6	5	5
<i>G. ruber</i>	24	23	20	10	18	18	12	9,7	8	3,8	2	10	3,1	10	7,6
<i>G. sacculifer</i>	1	+													
<i>Globorotalia inflata</i>	17	16,4	18	10	3,6	5	4	1,2	+		2	4,9		5	6,7
<i>G. truncatulinoides</i>	9	7,1	4	2	2		+								
<i>G. scitula</i>	1	0,7	1	4	9	6	7	14,4	8	3,8	7	6,7	12,4	5	4
<i>Globorotalia</i> sp.		+													
% espèces "chaudes"	64	66	50	23	25,6	30	26	12,1	14	3,8	6	19,6	6,3	20	22,7
% espèces "froides"	12	10	13	46	51,4	50	55	63,3	67	58,6	62	27,9	73,3	45	40

TROISIÈME PARTIE

LES THANATOCÈNOSES PLIO-QUATÉRNAIRES

Interprétation paléocéanographique - comparaison avec les microfaunes actuelles

CHAPITRE I

LE PLIOCÈNE ET SES ASSEMBLAGES, PALÉOÉCOLOGIE

I - GENERALITES

L'étude des quelques sédiments pliocènes considérés dans ce travail a été envisagée d'un point de vue essentiellement paléocéologique. Je n'ai pas entrepris de situer les divers affleurements à l'intérieur de la chronologie ni de décrire ou de discuter les espèces rencontrées. Ces domaines seraient étrangers au cadre de ce travail. Par contre, je me suis efforcée d'observer un nombre suffisant d'affleurements de manière à pouvoir comparer les différentes microfaunes qu'ils renferment et à préciser l'ensemble des conditions du milieu qui ont vraisemblablement présidé au dépôt de chaque type de sédiment.

Il ne peut évidemment s'agir que d'hypothèses établies à partir de nos connaissances sur l'écologie de la répartition des Foraminifères actuels ; aussi les renseignements les plus précis seront fournis par les espèces qui vivent encore de nos jours et dont la répartition actuelle est bien connue. Au contraire, les espèces qui se sont éteintes successivement depuis le Pliocène seront sans doute de bons repères stratigraphiques mais seront beaucoup moins utilisables du point de vue paléocéanographique. On peut toutefois essayer de préciser leur écologie probable d'après l'allure générale de l'assemblage qui les accompagne et envisager une reconstitution des biotopes anciens en remontant des espèces actuelles aux espèces fossiles.

La plupart des échantillons ont été pris dans des régions où l'on rencontre un certain nombre de faciès différents -successifs ou juxtaposés- dans lesquels on peut reconnaître divers biotopes liés à des conditions écologiques locales qu'il est intéressant de définir. C'est le cas par exemple pour le gisement de Biot-Vaugrenier où l'on observe des marnes, des sables, des calcarénites pliocènes et où l'on trouve, en outre au-dessus, les traces d'une transgression quaternaire. Dans la région de Pégomas, le Pliocène se montre également sous plusieurs faciès, notamment marnes et bancs de grès. Le Pliocène de Durance offre une assez grande variété avec des marnes occupant la ria principale et divers faciès plus littoraux étagés sur les bordures et dans les vallées affluentes (canyon de Régalon).

Il est souvent nécessaire, en outre, de déceler les remaniements de microfaune et les mélanges. Ce phénomène a été observé à plusieurs reprises, par exemple lorsque la mer quaternaire a transgressé et raviné des marnes pliocènes. Bon nombre d'espèces rencontrées dans les dépôts les plus récents sont en réalité des formes tertiaires remaniés qu'il est nécessaire de distinguer des formes en place.

Enfin quelques gisements nouveaux ont été rattachés au Pliocène :

- l'un se présente sous la forme d'un remplissage sablo-argileux ; il colmate un ancien karst creusé dans des calcaires barrémiens qui affleurent sur la bordure Est de la Camargue entre les étangs de Galéjon et de la Roque.

- les autres sont des affleurements immergés au large des côtes provençales et dont différents échantillons ont été ramenés au cours de dragages. Citons :

- grès dragués en bordure des canyons de Cassidagne (La Ciotat) et de Planier (Marseille) et dont la microfaune, de type infralittoral ou circalittoral supérieur, renseigne sur la situation du rivage pliocène dans ces régions.

- marnes sableuses et grès dragués également dans la région de la Ciotat. Ils contiennent une microfaune constituée en grande partie par des formes profondes et qui correspondent vraisemblablement à des sédiments bathyaux, plus ou moins mêlés à des apports détritiques.

Je considérerai successivement les différents affleurements des Alpes Maritimes, la région Durance-Alpilles, les témoins émergés ou immergés de la région du Rhône à la Ciotat.

II - ETUDE DES AFFLEUREMENTS - LA REGION DE NICE

A - Les marnes

Les sédiments marneux constituent un faciès très répandu au Pliocène et sont particulièrement bien représentés dans la région de Nice, notamment dans les différentes vallées qui débouchent au S.-W. de cette ville et qui formaient au Pliocène autant de "rias" envahies par la mer. Ces sédiments correspondent, suivant les endroits, à des dépôts de profondeurs variables et ont fait l'objet de nombreux travaux. Pour ne mentionner que les études de microfaune citons par exemple : S. DEB (1937) qui signale la présence de micro-organismes dans les marnes plaisanciennes des Alpes Maritimes ; MARIE et PERRIAUX (1958) qui ont analysé les différents modes de vie des espèces rencontrées dans ces sédiments ; formes du large (pélagiques, nectoniques, benthiques) formes littorales (nectoniques et benthiques) etc... Enfin, Y. LE CALVEZ, outre les nombreuses déterminations qu'elle a effectué pour les chercheurs de l'équipe BOURCART, a particulièrement insisté dans une note (1958) sur les différentes "microfaunes et faciès du Pliocène", en particulier dans les niveaux marneux.

Ces derniers se présentent sous différents aspects, depuis les formations côtières à Amphistégines, jusqu'à des sédiments profonds riches en espèces pélagiques, en *Bulimnidae* et surtout en *Lagenidae*. Ces formations qui affleurent, par exemple, dans la basse vallée de la Siagne, se relient, vers le large, aux vases bleues que l'on drague dans la baie des Anges, sous une mince couche de vase actuelle (GENNESSEAUX et LE CALVEZ 1960).

Les listes d'espèces rencontrées dans ces marnes pliocènes ne sont plus à établir. Pour ma part, j'ai tenté d'approfondir l'étude comparative des assemblages contenus dans divers sédiments pour y suivre, le plus exactement possible, les modifications de la microfaune d'un échantillon à l'autre. Les variations de fréquence de certaines familles, de groupes d'espèces ou même d'espèces isolées - comparées aux variations des mêmes formes ou de formes analogues, observées dans les sédiments actuels - permettent de dégager quelques notions générales. On arrive ainsi à établir une méthode d'étude paléocéanographique des sédiments marneux applicable du Pliocène à nos jours et dont les grandes lignes permettront peut-être une meilleure compréhension des sédiments plus anciens.

1/ Localisation des prélèvements

Les prélèvements étudiés proviennent des points suivants :

a/ (C.L) La Colle sur Loup. Dans la vallée du Loup le faciès des marnes bleues plaisanciennes est bien représenté. Le prélèvement a été effectué le long de la route de la Colle sur Loup à Villeneuve Loubet.

b/ (V₂) Marnes pliocène de Vaugrenier, surmontée par une série quaternaire

c/ (P) Pégomas - quartier de Moulin Vieux, argiles entrecoupées, au sommet de la série, de bancs de grés traduisant une faible profondeur et la proximité du rivage pliocène.

Ces trois niveaux correspondent à des remplissages de rias ; situés à des distances variables de la côte, leur microfaune traduit des conditions bathymétriques différentes.

d/ (B.R) Nice : "Bleu Rivage" ; près du port, quartier du Lazaret. Des terrassements destinés à la construction d'un immeuble ont mis à jour des marnes à microfaune pliocène surmontées par des cailloutis fluviaux - cailloutis du Paillon (Villafranchien ?).

La mer Quaternaire a transgressé ces formations laissant les traces de deux cordons littoraux, l'un situé vers 11 m et l'autre à une vingtaine de mètres environ.

e/ (T.A.) Nice : "Terra Amata", gisement du Bd. Carnot. A proximité de la localité précédente, des travaux d'urbanisme ont également mis à jour des marnes jaunâtres, qui ont d'ailleurs été en partie enlevées au cours des travaux.

La microfaune, moins variée qu'à Bleu Rivage, se limite à des espèces banales, peu profondes voire même liées à une influence saumâtre. Cette formation a dû se déposer en bordure immédiate du littoral.

Les microfaunes de ces deux derniers échantillons présentent beaucoup d'analogies et doivent, très vraisemblablement, correspondre, à des dépôts plus ou moins contemporains ou tout au moins sédimentés dans des conditions écologiques comparables, l'un près de la côte, l'autre légèrement plus au large.

Ajoutons qu'à quelques dizaines de mètres plus loin, au fond du chantier les marnes pliocènes ne se rencontrent plus. On peut observer un niveau de galets fluviaux surmontant directement des marnes d'âge cénoomanien et lui-même recouvert par des formations marines quaternaires : cordon littoral, plage et dune à industrie préhistorique (gisement de Terra Amata) fouillé par H. de LUMLEY.

2/ La microfaune des divers échantillons

Sur le tableau 21, qui concerne l'ensemble des affleurements étudiés, sont indiqués les pourcentages des familles et des genres. Les diagrammes cumulatifs de la figure 28 montrent de façon schématique les modifications de la plupart d'entre eux lorsque l'on passe d'un échantillon à l'autre. Il a été établi en tenant compte essentiellement des formes qui -dans l'actuel- se sont révélées de bons indicateurs bathymétriques ou écologiques.

Ce tableau fait ressortir les variations en sens opposé de deux groupes d'espèces, les unes littorales les autres profondes, tandis que certaines espèces par leur présence, leur abondance ou au contraire leur absence, signalent l'existence de faciès particuliers. Je considérerai successivement chaque échantillon :

a/ Les marnes de la Colle sur Loup représentent nettement l'échantillon le plus profond.

Les *Lagenidae* sont bien représentées (10,5 %) avec une grande variété de genres et d'espèces. Parmi les plus fréquentes citons : *Dentalina mucronata* Neug. ; *D. consobrina* d'Orb. var. *emaciata* Reuss ; *Nodosaria monilis* Silv. *N. hispida* d'Orb. ; *N. raphanistrum* L. ; *Marginulina glabra* d'Orb. ; *M. costata* Batsch ; *Lenticulina calcar* L. ; *L. rotulata* Lmk. ; *L. peregrina* Schwager, et diverses espèces de *Lagena*.

Les *Bulminidae* (34,5 %) comprennent surtout de très nombreuses *Bulimina* : *B. marginata* d'Orb. ; *B. elongata* d'Orb. ; *B. pupoides* d'Orb. ; *B. aculeata* d'Orb. ; *B. ovata* d'Orb. ; *B. costata* d'Orb. Les *Bolivina*, bien que représentées par plusieurs espèces sont, dans l'ensemble, beaucoup moins abondantes : *Bolivina dilatata* Reuss. ; *B. catanensis* Seg. ; *B. pseudoplicata* H-A. et E ; *B. punctata* d'Orb. ; *B. aenariensis* Costa ; *B. tortuosa* Brady ; *B. subspinescens* Cushman.

Les *Uvigerines* - avec notamment *Uvigerina peregrina* Cushman. ; *U. tenuistriata* Reuss - représentent environ 8 % de la microfaune benthique.

Citons enfin *Reussella spinulosa* Reuss ; *Virgulina schreibersiana* Czjz. ; *Angulogerina angulosa* Will. *Trifarina bradyi* Cushman, et quelques rares *Loxostomum digitale* d'Orb.

Les *Chilostomellidae* (*Pullenia bulloides* d'Orb. *Sphaeroidina bulloides* d'Orb.) sont fréquents ainsi que les *Cassidulinidae*, composées surtout de *Cassidulina carinata* Silv. et de quelques *C. crassa* d'Orb., *C. subglobosa* Brady, *C. oblonga* Reuss, *Cassidulinoides bradyi* Norman.

Parmi les *Textulariidae* remarquons la dominance des *Bigenerina* (*B. nodosaria*) sur les *Textularia* (*T. sagittula* Defr., *Textularia* sp.) comme cela s'observe actuellement à partir du Circalittoral inférieur et dans la vase bathyale où, d'ailleurs, les Textulaires diminuent assez rapidement.

La présence de *Epistomina elegans* Höglund confère à cet assemblage un aspect relativement profond.

Le reste de la microfaune comprend *Dorothia gibbosa* d'Orb., *Eggerella* sp., *Martinottiella communis* d'Orb., quelques *Polymorphinidae* (*Guttulina communis* d'Orb., *Glandulina laevigata* d'Orb. ; *Ramulina globulifera* Brady), des *Cibicides*, représentés surtout par des formes circalittorales et bathyales (*C. pseudoungarianus* Cushman., *C. cf. ungerianus* d'Orb. ; *C. wuellerstorfi* Schwager) et quelques *Miliolidae* (*Stigmollina tenuis* Czjz. ; *S. celata* Cost ; *Spiroculina canaliculata* d'Orb.).

Les formes littorales sont peu nombreuses, on remarque toutefois quelques *Elphidium* (surtout *E. complanatum* d'Orb. et *E. macellum* F. et M.), des *Nonton* surtout *N. boueanum* d'Orb.) et une ou deux *Ammonia beccarii* L. citons enfin des *Valvulineria bradyana* Forn., *Eponides umbonatus* Reuss, *E. praecinctus* Karrer.

Le pourcentage des espèces pélagiques est élevé (44 % au total des Foraminifères) ce qui indique un golfe largement soumis à l'influence de la mer ouverte.

b/ A côté du diagramme représentant la microfaune des marnes de la Colle, celui correspondant aux marnes de Vaugrenier montre de notables différences :

1/ Diminution nette des *Lagenidae* qui passent de 11,5 % à 2,5 %.

2/ Inversion du rapport *Bulimina/Bolivina* : Les *Buliminidae* sont toujours aussi abondants mais la place prépondérante est maintenant occupée par les *Bolivina* qui atteignent 30 %, contre 3 % aux *Bulimina*. Les *Loxostomum* (*L. perforatum*, *L. digitale*) augmentent en même temps que les *Bolivina*. On a vu, dans l'actuel, le rapport *Bulimina/Bolivina* s'inverser aux alentours de 90 m. Cette profondeur constitue, en outre la limite supérieure atteinte de nos jours par la plupart des *Uvigerines*. Ces dernières, très abondantes au Pliocène présentent cependant, dans les marnes de Vaugrenier, des fréquences plus faibles qu'à la Colle sur Loup. Il semble que les différentes espèces d'*Uvigerina* aient des habitats très différents.

3/ *Chilostomellidae* et *Cassidulinidae* ont nettement diminué.

4/ Les Textulaires prennent le pas sur les *Bigenerina* ce qui est également l'indice d'une diminution de profondeur et l'indication d'un biotope circalittoral.

5/ Le groupe littoral est bien plus important que dans l'échantillon précédent : nombreux *Eponides* (*E. schreibersii* d'Orb. ; *E. haidingeri* d'Orb. ; divers *Discorbidae*, *Asterigerina planorbis* d'Orb. ; *Amphistegina hauerina* d'Orb. (rare) ; quelques *Miliolidae* (*Quinqueloculina*).

On note l'apparition de *Cibicides lobatulus* W. et J. et de *Planorbulina mediterraneensis* d'Orb., qui suggèrent la présence, à proximité, de peuplements végétaux (algues ? phanérogames ?) ou de sédiments grossiers riches en débris coquillers susceptibles de fournir à ces formes une surface de fixation. Les quelques *Amphistegina* rencontrées dans ces marnes doivent sans doute venir aussi de milieux périphériques. Actuellement ce genre caractérise surtout les peuplements algaux et les herbiers de type "chaud" (herbiers à *Halophila*) de Méditerranée orientale.

En résumé, cette station présente l'aspect typique des vases terrigènes côtières actuelles et dénote, en outre, la contribution de milieux infralittoraux proches.

Les espèces pélagiques sont moins abondantes comme on peut également le constater de nos jours lorsque l'on passe du domaine bathyal au domaine circalittoral.

c/ La station suivante ("Bleu Rivage" à Nice) présente des caractères très analogues.

La disparition des Textulaires et l'augmentation des *Rotaliidae* suggèrent un milieu encore moins profond. Les pélagiques sont toujours fréquents (environ 30 %) dans ces vases déposées en bordure d'un golfe largement ouvert (Baie de Nice) où les grands fonds se rencontrent très près du rivage.

d/ Au gisement du Bd Carnot (T.A. - situé à proximité du précédent) la même exposition justifie la proportion encore considérable de la fraction planctonique dans un assemblage visiblement très côtier : importance des *Rotaliidae*, *Elphidiidae*, *Nonionidae*.

La présence de *Discorbidae*, *Cibicides*, *Planorbulina*, signale l'existence probable de peuplements végétaux, tandis que de nombreux *Ammonia beccarii* L., *A. beccarii tepida* Cushman, *Protelphidium parvatum* Tintant indiquent une influence lagunaire.

Le milieu actuel, dont la microfaune apparaît la plus comparable, est réalisé en bordure de l'étang de Berre dans des peuplements à Cymodocées qui se développent sous moins de 1 m d'eau. Citons, par exemple, les parages de la plage de Verdon, à l'Est de St Chamas où l'on retrouve notamment une grande variété d'*Elphidium*.

Cependant, à "Terra Amata", cette vase côtière devait être largement ouverte vers le large (16 % d'espèces pélagiques).

e/ Placé sur le schéma entre les deux stations de "Bleu Rivage" et de "Terra Amata", le gisement de Pégomas (P) représente un faciès intermédiaire au point de vue bathymétrique mais situé cette fois dans une ria, ce qui explique le faible pourcentage des formes appartenant au plancton.

Une dernière remarque concerne l'absence presque totale des *Miliolidae* maintes fois évoqués à propos du Pliocène. Il est certain que cette famille n'a pas rencontré dans nos régions, à cette époque, des conditions favorables à son développement sans que la cause apparaisse bien clairement. Mais il convient cependant d'insister sur le fait que la plupart des sédiments examinés sont des marnes comparables à la vase terrigène côtière actuelle. Or, dans ce biotope, le pourcentage des *Miliolidae* vivantes, dans les stations de la baie de Marseille et du Golfe de Fos par exemple,

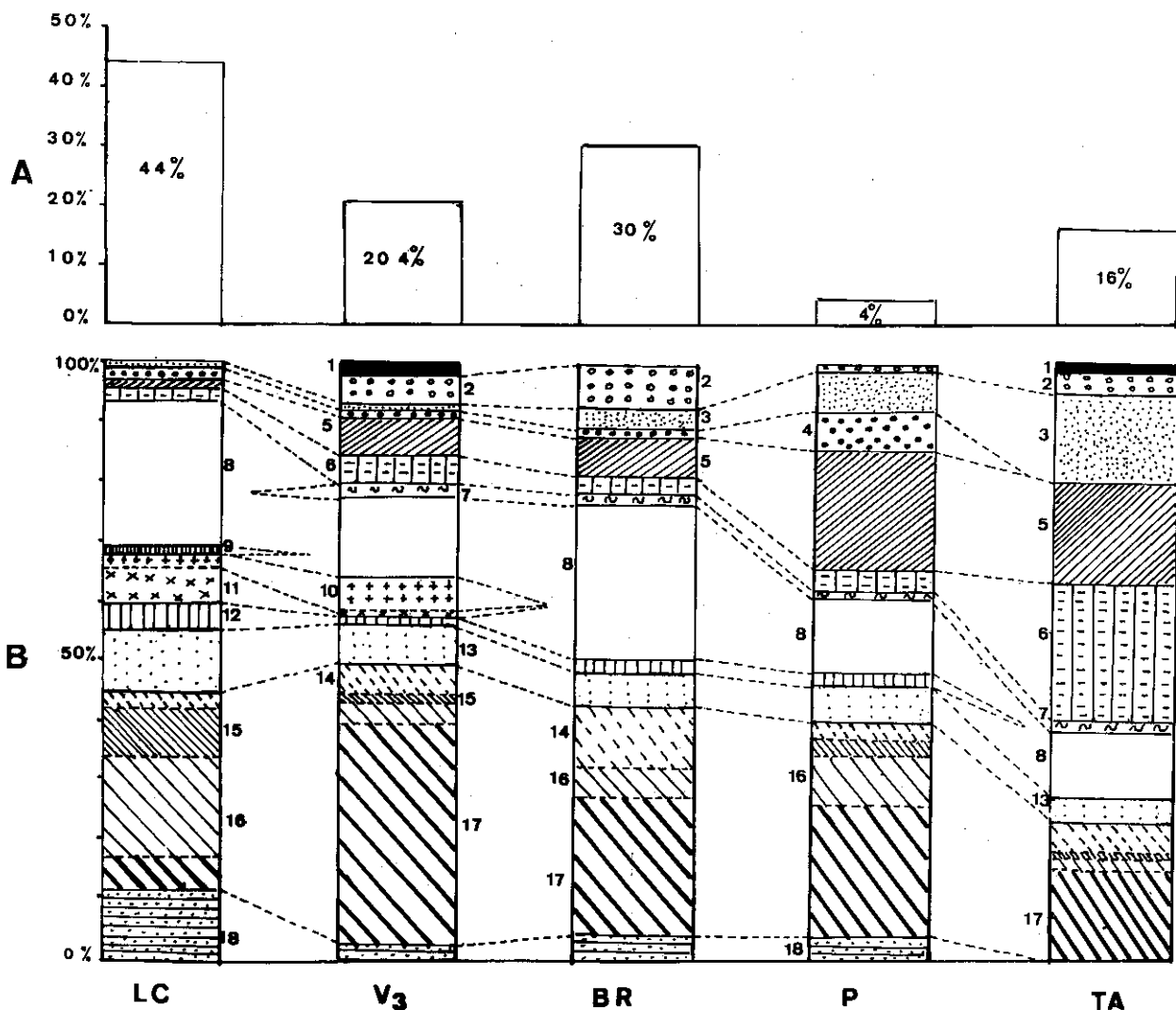


Figure 28 - Comparaisons des microfaunes contenues dans quelques stations de marnes plaisanciennes provenant des localités suivantes : L.C : La Colle sur Loup ; V₃ : Vaugrenier ; B.R. "Bleu Rivage" ; P. Pégomas ; T.A : "Terra Amata".

A : Proportion des espèces pélagiques par rapport au total de la microfaune.

B : Proportion relatives des principales formes benthiques.

- | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 : <i>Planorbulinidae</i> | 7 : <i>Asterigerina planorbis</i> | 13 : <i>Chilostomellidae</i> |
| 2 : <i>Cibicides lobatulus</i> | 8 : Autres formes | 14 : Divers <i>Buliminidae</i> |
| 3 : <i>Rotaliidae</i> | 9 : <i>Epistominidae</i> | 15 : <i>Uvigerina</i> |
| 4 : <i>Valvulineria bradyana</i> | 10 : <i>Textularia</i> | 16 : <i>Bulimina</i> |
| 5 : <i>Nonion</i> (différentes espèces) | 11 : <i>Bigenerina</i> | 17 : <i>Bolivina</i> |
| 6 : <i>Elphidium</i> (différentes espèces) | 12 : <i>Cassidulinidae</i> | 18 : <i>Lagenidae</i> |

n'est jamais supérieur à 2 %. Les proportions parfois plus élevées observées dans l'assemblage total de ces mêmes fonds correspondent à des apports en provenance des fonds voisins (herbiers ou fonds détritiques). Ce sont, en fait, ces derniers biotopes qui paraissent avoir été assez mal représentés au Pliocène le long des portions de côtes étudiées.

3/ En conclusions, ces différents échantillons de marnes offrent des exemples de vases de profondeur décroissante depuis le sommet de la vase bathyale jusqu'aux faciès très littoraux. La répartition de la microfaune en fonction de la profondeur y est très analogue à celle que l'on a pu observer dans les milieux actuels.

Par analogie avec ces derniers, la profondeur du premier échantillon (L.C.) peut être estimée à 200 m environ. Le second (V3) paraît correspondre à une tranche d'eau de 80 m au maximum: on peut raisonnablement avancer une marge de 40 à 80 m.

Les deux stations suivantes (B.R. et P.) correspondent à des vases côtières de type très peu profond comme on en observe dans le golfe de Fos ou mieux dans les baies envasées des côtes Grecques (golfe de Volo, baie de Salamine où ce faciès remonte presque jusqu'au rivage. Enfin le dernier sédiment montre un assemblage de Foraminifères moins varié en genres et en espèces. Ceci traduit une population adaptée à des conditions locales, ici sans doute la faible épaisseur d'eau; jointe peut-être à une tendance -temporaire ou constante- à la dessalure, comme le fait supposer la présence d'*Ammonia beccarii tepida* et de *Protelphidium parvulum*.

B - Les sédiments grossiers

Ce sont des alternances rythmiques de sables et de grès molassiques mêlés à des calcirudites à éléments en grande partie coralligènes. Ces faciès sont bien représentés dans la région de Biot d'où proviennent les divers exemples présentés ci-dessous.

1/ Localisation des prélèvements

a/ Coupe de la Chapelle St Grégoire

Cette coupe, décrite par OTTMANN (1952) est visible près de la Chapelle St Grégoire, au Sud de Biot, le long d'un petit chemin (cf. figure 29).

Du Nord vers le Sud on rencontre successivement (les chiffres romains indiquent les prélèvements) :

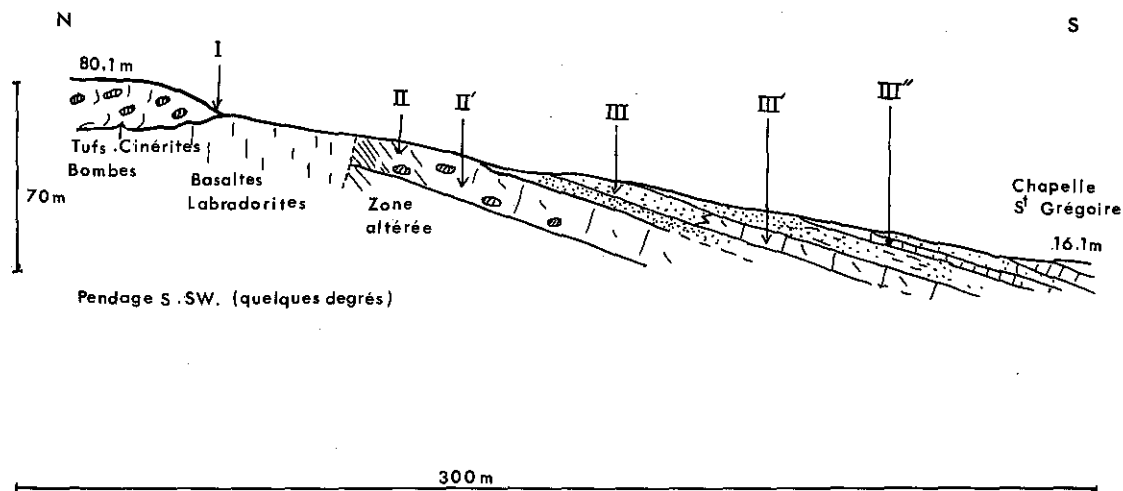


Figure 29 - Calcaires de Biot (Coupe de la Chapelle St Grégoire). Emplacement des prélèvements.

- des tufs volcaniques (I)
- une zone altérée correspondant à la base des calcaires de Biot. On y rencontre des fragments volcaniques, des galets de tufs, etc... (II). Localement se rencontrent des zones riches en fossiles (*Chlamys*) (II').
- des molasses et des sables blancs ou roux (faciès de calcarénites plus ou moins indurées).

Certaines zones sont très consolidées, fines et compactes, tandis que d'autres et notamment les derniers bancs, présentent des alternances de calcarénites et de sables.

(Le prélèvement III a été effectué dans une portion sableuse. III' correspond à une lentille de Bryozoaires. III'' correspond à un faciès molassique jaune roux).

Ces niveaux correspondent aux assises qui, au-delà de la dépression occupée par la route, portent le village de Biot.

b) Sous le village de Biot

Prélèvement B₁ : lentille sableuse intercalée dans les bancs de calcarénite.

c/ Enfin une dernière série de prélèvements a été faite dans un autre affleurement de Pliocène, visible le long de la route Antibes-Biot près du pont sur lequel passe l'autoroute. On observe une alternance de sables (prélèvement B4) et de grès (prélèvement B5) à *Chlamys* (*C. scabrellus* Lmk*) dont la microfaune est très voisine de celles des sables B1.

Ces différentes formations, sables, grès, calcarénites plus ou moins consolidées, apparaissent comme des sédiments grossiers infralittoraux, parfois circalittoraux (coralligène), déposés en bordure d'une vallée dont l'axe était le siège d'une sédimentation beaucoup plus fine. L'étude de la microfaune contenue dans ce matériel côtier permet de retrouver les caractères de plusieurs biotopes actuels.

2/ La microfaune des sables (B1, B4, BIII)

Ce sont des sables fins comportant une certaine quantité de sablon. La microfaune est dans ses grandes lignes très identique dans les trois échantillons. La composition de l'assemblage est indiquée sur le tableau n° 21. Par rapport aux sédiments marneux, même les plus littoraux, on constate une diminution très sensible des formes vasicoles et profondes : 1 % de *Lagenidae*, 13 à 17 % de *Buliminidae* (*Bulimina*, *Bolivina* et *Reussella*), 1 % de *Cassidulinidae*.

Les *Textulariidae* sont assez fréquentes (3-5 %) bien entendu sans *Bigenerina*. Les *Verneulinidae* (1 %) sont représentées par d'assez nombreuses *Dorothia gibbosa*.

Les *Nonionidae* (9-10 % en moyenne) comportent surtout des formes peu profondes : *Nonion granosum*, *N. boueanum* (très abondants) ainsi que quelques *N. soldanii*.

Parmi les *Elphidiidae*, signalons la présence de *Protelphidium paraliu* Tintant.

Le genre *Elphidium* est représenté par *E. crispum*, *E. macellum*, *E. complanatum*, *E. advenum*. On trouve également *Parrellina verriculata*.

Les *Rotaliidae* sont bien représentées (4 à 8 %).

Les *Planorbulinidae*, avec *Planorbulina mediterraneensis*, prennent beaucoup plus d'importance que dans les marnes et forment 4 à 6 % de la microfaune benthique. Citons de nombreux *Discorbidae*, notamment *R. globularis*, *E. hajdingeri*, *Cancris auriculus*, et parfois quelques *Valvulinertia bradyana* (le milieu semble trop grossier ou trop littoral pour cette espèce).

Asterigerinata mamilla est fréquente ainsi que *Asterigerina planorbis*. Enfin, les *Cibicides* forment plus de 30 % du total des espèces benthiques (*C. lobatulus*, *C. refulgens*, *C. boueanus*).

On trouve également dans ces sables une petite quantité de *Miliolidae* (Quinqueloculines ou Triloculines) dont le test est rarement intact. On peut s'interroger sur les raisons de cette usure affectant des formes à tests en principe robuste.

Les *Globigerinidae* sont nombreux

Ces sables, dont la microfaune se révèle assez constante, doivent correspondre à un même biotope qui occupait de larges superficies en de nombreux points du littoral pliocène. On peut imaginer ce milieu comme l'homologue des sables fins terrigènes actuels plus ou moins envahis par divers peuplements végétaux. Ces fonds (cf. 1ère partie), que l'on drague en de nombreux points du littoral provençal, se caractérisent par une microfaune vivante plutôt dispersée mais suffisamment abondante pour que la quantité de tests s'accumulant dans le sédiment soit assez importante.

Réduite à quelques espèces - *A. beccarii*, *Nonionidae* - lorsque le sédiment est lessivé (plages de Camargue, de Fos, de Bandol, etc...), la microfaune devient plus variée dès que la proportion de colloïdes et de matières organiques augmente : *Bolivina* surtout mais aussi *Lagena*, *Entosolenia*, et quelques *Polymorphinidae* apparaissent alors ainsi que des formes arénacées : *Eggerella*, *Trochammina*, parfois *Textularia* lorsque la profondeur s'accroît suffisamment (plage du Prado à Marseille, plage du Ceinturon à Hyères).

* Détermination P. MARS

Les régions soumises à des arrivées d'eaux douces comportent une certaine proportion de formes soumates : *Protelphidium paraliu*, *Ammonia beccarii tepida*, tandis que la présence ou la proximité de peuplements végétaux conditionne la présence des espèces épiphytes : *Cibicides*, *Planorbulina*, *Discorbidae*.

Les *Miliolidae* sont surtout représentées par des espèces à test agglutiné. Si de telles formes ont existé dans les sables pliocènes équivalents, il n'est pas étonnant qu'elles aient disparu : on a vu, en effet, la grande fragilité et la mauvaise conservation de ces tests dans les sédiments actuels (cf. étude des peuplements à Cymodocées).

Ces divers aspects de la microfaune se retrouvent dans les sables pliocènes de Biot. Comme de nos jours, l'assemblage le plus fréquemment rencontré correspond à un mélange d'espèce des sables et d'espèces épiphytes. La proportion d'éléments fins est toujours assez élevée justifiant l'importance générale des *Buliminidae* et notamment des *Bolivina*.

Remarquons toutefois que le sable BIII présente un faciès particulier. Outre les espèces précédentes on y trouve, *Gyroidina umbonata*, *Nodosaria hispida*, *Hopkinsina bononiensis*, *Lenticulina calcar*, *Cushmanella* cf. *excentrica*. Ces espèces sont d'ailleurs toutes peu abondantes. De plus, les *Miliolidae* sont plus fréquentes que dans les prélèvements B1 et B4, quoique toujours en mauvais état. Enfin les Amphistégines sont bien représentées.

Les pélagiques sont assez fréquents.

La présence de l'association *Amphistegina-Miliolidae*, qui ne se manifestait pas les autres niveaux amène à insister sur ce sédiment qui paraît le témoin d'un biotope assez différent, proche sans doute des peuplements actuels à Amphistégines de la Méditerranée orientale. Dans ces derniers on constate justement une relation assez nette entre la fréquence des *Amphisteginidae* et celle des *Miliolidae*.

Sur les côtes de Crète, ces deux familles sont abondantes dans la plupart des peuplements végétaux infralittoraux, surtout les peuplements algaux et les herbiers à Phanérogames de type "chaud" (herbiers à *Halophila*). Par contre, les Amphistégines diminuent, ou même disparaissent, dans la plupart des sables fins et dans les herbiers à Cymodocées.

3/ La microfaune des calcarénites plus ou moins consolidées

Ce sont les échantillons (I, II, II', III', III'') provenant tous du faciès des "calcaires de Biot" et prélevés le long de la coupe de la Chapelle St Grégoire. Le matériel étant diversement consolidé suivant les portions considérées il a été possible, à partir des échantillons les plus friables, d'isoler quelques foraminifères après dissociation de la roche par les moyens classiques : broyage modéré, ébullition, alternance de chaud et de froid.

Les niveaux trop fortement consolidés ont été étudiés en lames minces. II et II' se laissent assez facilement désagréger, on trouve un grand nombre de *Miliolidae*, la plupart représentées par le moule interne des loges dont le test a disparu. Ajoutons des *Elphidium* et des *Textularies* en assez mauvais état.

III' et III'' présentent les mêmes caractères, toutefois le dernier est nettement plus riche et sa microfaune se rapproche de celle du sable III.

L'examen de lames minces effectuées dans ces calcaires permet de se rendre compte plus exactement de la structure de ce matériel. Ce sont des calcarénites à gros débris : fragments de Bryozoaires, piquants d'Echinides, morceaux de coquilles de Mollusques, Ostracodes forment l'essentiel du matériel biodétritique. Les sections de Foraminifères sont nombreuses : *Elphidium* (T. A) ; *Buliminidae* (A) *Verneuilinidae* (A) *Textulariidae* (A). on reconnaît en outre, d'assez fréquents *Cibicides*, des *Planorbulina*, des *Rotalia*, des Milioles et des Amphistégines. Les espèces pélagiques (*Globigerinidae*) sont fréquentes.

Le prélèvement I montre, en outre, des éléments volcaniques, augite, petits galets de labradorite, des plagioclases, de la hornblende. Ces minéraux sont liés à la proximité d'une cheminée volcanique. Quelques galets semblables se rencontrent encore dans le niveau II. On ne les retrouve plus en III.

Ces calcarénites peuvent être interprétées comme des accumulations de débris d'origine multiple : éléments coralligènes, matériel infralittoral remanié. Elles se sont constituées, en bordure de la vallée, le long des côtes les plus abruptes (ici le massif des Aspres de Biot) tandis que dans les dépressions côtières s'établissait, sous une épaisseur d'eau sans doute plus faible, une sédimentation sableuse à microfaune exclusivement littorale.

LA VALLEE DE LA DURANCE

Dans la vallée de la Durance, on retrouve les divers faciès décrits précédemment : marnes, coralligène, sables littoraux. Si les formations marneuses ne contiennent pas d'aussi riches microfaunes que celles des Alpes Maritimes, les assemblages côtiers, sont au moins aussi variés, bien que les affleurements soient, dans l'ensemble, beaucoup plus limités.

J'ai prélevé des marnes en deux points : sur la rive droite de la Durance à l'Ouest de Mérindol et d'autre part en bordure Sud-Ouest des Alpilles dans la région d'Eyguières. Par ailleurs, le canyon de Régalon, étroite entaille dans le flanc sud du Lubéron contient de nombreux témoins du séjour de la mer pliocène (perforation de Lithophages jusqu'à 190-200 mètres, accumulations de sables et d'argiles dans les grottes).

A - Les marnes de Mérindol et des Alpilles

A Mérindol, on peut observer une tranchée dans ces marnes. Le sédiment présente un aspect varvé avec alternance de lits sableux jaunes et de marnes gris-bleu. La microfaune, pauvre, est composée surtout de formes planctoniques (70 à 80 %) et de quelques espèces de *Buliminidae* et *Lagenidae*.

Les lits sableux, plus riches, comportent une notable proportion d'éléments littoraux, mêlés aux formes précédentes. On trouve de nombreuses *Bolivina*, quelques *Bulimina*, des *Angulogerina*, des *Cassidulina*, des *Lagenidae* (*D. consobrina*), des *Polymorphinidae* (*Glandulina* sp.).

Les Textulaires sont assez bien représentées, les *Nonton* (*N. boueanum*, *N. cf. scaphum*, *N. soldanii*) abondants. Citons encore *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *C. pseudoungerianus*, *Ammonia beccarii*, *Gyroidina umbonata*, *Rosalina cf. obtusa*, *Eponides haidingeri*.

Ce mélange d'espèces infralittorales et circalittorales traduit l'origine complexe du matériel et la contribution de peuplements côtiers remaniés.

On peut rattacher la microfaune de ces marnes à un faciès circalittoral du Plaisancien, mais les conditions écologiques paraissent avoir été bien moins favorables que dans la région niçoise. Cependant la relation avec la mer ouverte est attestée par la forte proportion de formes pélagiques.

En bordure des Alpilles, les marnes pliocènes ont livré une microfaune encore plus appauvrie, essentiellement composée de *Buliminidae* et de quelques espèces pélagiques.

B - Le canyon de Régalon

La mer pliocène y a laissé à des altitudes diverses de nombreuses traces de son séjour.

1/ Les grottes supérieures :

J'ai pu en observer trois :

a/ Sur la rive gauche, presque au débouché du canyon sur le plateau et à 200 m environ d'altitude, une d'entre elle montre des perforations de Lithophages très bien conservées. Le remplissage pliocène qui a pu s'y trouver a toutefois disparu et les perforations sont remplies d'un sable jaune pulvérulent d'origine éolienne.

b/ Sur la rive droite et à peu près à la même altitude deux excavations ont gardé une assez grande quantité de sédiment.

L'une à 195 m contient un sable riche en Foraminifères : *Cibicides refulgens* et *C. lobatulus* (A), *Asterigerina planorbis* (A), *Elphidium macellum* et *E. complanatum* (T. A), *Rotalia granulata*. On y trouve en outre les genres *Nonton*, *Eponides*, *Cancris* ; quelques *Lagenidae* (*Nodosaria*, *Dentalina*) et *Buliminidae* (*Bolivina*).

L'autre grotte, quelques mètres plus haut, explorée par C. TEMPIER, présente sur ces parois des encroutements coralligènes de plusieurs centimètres d'épaisseur. Le matériel, très consolidé, ne peut être désagrégé. Les lames minces montrent une calcarénite à gros débris assez identique aux calcaires de Biot : débris d'algues calcaires, de Bryozoaires, d'Echinides, microfaune à *Buliminidae*, *Textulariidae*, *Vermeillinae*, *Elphidiidae*, avec également des sections de *Miliolidae*.

Ces deux formations paraissent être l'homologue des sables grossiers et des calcarénites plus ou moins fortement cimentées que l'on observe dans les "calcaires de Biot". Ces faciès paraissent caractérisés par une microfaune à espèces infralittorales et notamment à Astérigerines. Localement, certains niveaux contiennent des Miliolites et des Amphistégines.

DI NAPOLI-ALLIATA (1952) signale des assemblages semblables dans l'Astien de Castel Arquato. Dans cette région cette formation apparaît au dessus des marnes plaisanciennes et sous le Calabrien à *Cyprina islandica*, elle peut donc être datée de la fin du Pliocène. La microfaune en est caractérisée, en outre, par *Loxostomum perforatum*, *L. pseudodigitale*, *Rotalia granulata*, *Rotalia eponoides*, *Cushmanella excentrica*, etc...

La plupart de ces formes ont été retrouvées dans ce travail (cf. listes), cependant leur présence ne suffit pas à dater les niveaux étudiés ; l'apparition de ces espèces peut très bien être liée localement à des changements écologiques, sédimentologiques ou bathymétriques et intervenir à des époques différentes dans deux régions éloignées l'une de l'autre.

En particulier, à Castel Arquato on passe successivement du faciès des marnes bleues aux sables "astiens" plus littoraux, tandis qu'à Régalon, comme à Biot d'ailleurs, marnes et sédiments grossiers paraissent en grande partie contemporains.

2/ Les grottes inférieures

a/ Description (cf. fig. 30 A et B)

A l'altitude d'environ 100-120 m, deux larges grottes, situées en face l'une de l'autre, sont en grande partie remplies de sédiments pliocènes. La stratigraphie est, à peu de chose près, identique dans l'une et dans l'autre :

- à la base, une formation calcaire à débris assez meuble dans la grotte E (échantillon R1). Elle est beaucoup plus difficile à désagréger du côté Ouest (échantillon R'1).
- au-dessus, un sable contenant de nombreuses valves de Térébratules (R3)*.
- deux niveaux argileux s'intercalent dans les formations grossières, l'un (R2) en lentille dans le sable R1, l'autre (R4) dans le sable à Térébratules.

L'épaisseur des dépôts atteint 7 m dans la grotte E. Elle est surmontée de concrétions stalagmitiques.

b/ La microfaune des différents niveaux

- les sables et calcaires inférieurs (R1 et R'1) sont pauvres en Foraminifères qui se limitent à quelques *Nonionidae* (*N. boueanum*, *N. granosum*) accompagnés par *Protelphidium paraliun*.
- les sables à Térébratules (R3) contiennent une microfaune plus abondante, quoique peu variée en espèces. On y rencontre surtout des *Nonionidae* : aux trois espèces précédentes, il faut ajouter ici *N. soldanii*.

Elphidium macellum est abondant, *Cibicides lobatulus* et *C. refulgens* sont plutôt rares. On trouve quelques *Bolivina* (*B. cf. spathulata*) et quelques Miliolés usées appartenant au genre *Quinqueloculina* (*Q. rugosa* ?).

Au total une microfaune appauvrie et extrêmement littorale.

- Dans les lentilles argileuses (R2 et R4), l'assemblage est très différent. On trouve les espèces suivantes :

TABLEAU - XXII

Espèces	Lentille R2	Lentille R4
<i>Articulina cf. tubulosa</i> Seg.	+	+
<i>Dentalina consobrina</i> d'Orb.	+	+
<i>Nodosaria monilis</i> Silv.		+
<i>Bolivina cf. antiqua</i> d'Orb.	A	A
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HA. et E.	A	A
<i>Loxostomum cf. perforatum</i> di NA.	A	A
<i>Angulogerina angulosa</i> Will.	+	+
<i>Hopkinsina bononiensis</i> Fornas		+
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman		+
<i>Cassidulina carinata</i> Silv.		+
<i>Pseudoparella</i> sp.		+
<i>Nonion soldanii</i> d'Orb.	PA	PA
<i>Gyroidina umbonata</i> Silv.		+

* Ces sables sont signalés par D. MARTIN (1900) qu'il attribue, avec réserves, à l'Helvétien et par C. DEPERET qui les rattache au Pliocène (Astien).

TROISIÈME PARTIE

LES THANATOCÈNOSES PLIO-QUATÉRNAIRES

Interprétation paléocéanographique - comparaison avec les microfaunes actuelles

CHAPITRE I

LE PLIOCÈNE ET SES ASSEMBLAGES, PALÉOÉCOLOGIE

I - GENERALITES

L'étude des quelques sédiments pliocènes considérés dans ce travail a été envisagée d'un point de vue essentiellement paléocéologique. Je n'ai pas entrepris de situer les divers affleurements à l'intérieur de la chronologie ni de décrire ou de discuter les espèces rencontrées. Ces domaines seraient étrangers au cadre de ce travail. Par contre, je me suis efforcée d'observer un nombre suffisant d'affleurements de manière à pouvoir comparer les différentes microfaunes qu'ils renferment et à préciser l'ensemble des conditions du milieu qui ont vraisemblablement présidé au dépôt de chaque type de sédiment.

Il ne peut évidemment s'agir que d'hypothèses établies à partir de nos connaissances sur l'écologie de la répartition des Foraminifères actuels ; aussi les renseignements les plus précis seront fournis par les espèces qui vivent encore de nos jours et dont la répartition actuelle est bien connue. Au contraire, les espèces qui se sont éteintes successivement depuis le Pliocène seront sans doute de bons repères stratigraphiques mais seront beaucoup moins utilisables du point de vue paléocéanographique. On peut toutefois essayer de préciser leur écologie probable d'après l'allure générale de l'assemblage qui les accompagne et envisager une reconstitution des biotopes anciens en remontant des espèces actuelles aux espèces fossiles.

La plupart des échantillons ont été pris dans des régions où l'on rencontre un certain nombre de faciès différents -successifs ou juxtaposés- dans lesquels on peut reconnaître divers biotopes liés à des conditions écologiques locales qu'il est intéressant de définir. C'est le cas par exemple pour le gisement de Biot-Vaugrenier où l'on observe des marnes, des sables, des calcarénites pliocènes et où l'on trouve, en outre au-dessus, les traces d'une transgression quaternaire. Dans la région de Pégomas, le Pliocène se montre également sous plusieurs faciès, notamment marnes et bancs de grès. Le Pliocène de Durance offre une assez grande variété avec des marnes occupant la ria principale et divers faciès plus littoraux étagés sur les bordures et dans les vallées affluentes (canyon de Régalon).

Il est souvent nécessaire, en outre, de déceler les remaniements de microfaune et les mélanges. Ce phénomène a été observé à plusieurs reprises, par exemple lorsque la mer quaternaire a transgressé et raviné des marnes pliocènes. Bon nombre d'espèces rencontrées dans les dépôts les plus récents sont en réalité des formes tertiaires remaniés qu'il est nécessaire de distinguer des formes en place.

Enfin quelques gisements nouveaux ont été rattachés au Pliocène :

- l'un se présente sous la forme d'un remplissage sablo-argileux ; il colmate un ancien karst creusé dans des calcaires barrémiens qui affleurent sur la bordure Est de la Camargue entre les étangs de Galéjon et de la Roque.

- les autres sont des affleurements immergés au large des côtes provençales et dont différents échantillons ont été ramenés au cours de dragages. Citons :

- grès dragués en bordure des canyons de Cassidagne (La Ciotat) et de Planier (Marseille) et dont la microfaune, de type infralittoral ou circalittoral supérieur, renseigne sur la situation du rivage pliocène dans ces régions.

- marnes sableuses et grès dragués également dans la région de la Ciotat. Ils contiennent une microfaune constituée en grande partie par des formes profondes et qui correspondent vraisemblablement à des sédiments bathyaux, plus ou moins mêlés à des apports détritiques.

Je considérerai successivement les différents affleurements des Alpes Maritimes, la région Durance-Alpilles, les témoins émergés ou immergés de la région du Rhône à la Ciotat.

II - ETUDE DES AFFLEUREMENTS - LA REGION DE NICE

A - Les marnes

Les sédiments marneux constituent un faciès très répandu au Pliocène et sont particulièrement bien représentés dans la région de Nice, notamment dans les différentes vallées qui débouchent au S.-W. de cette ville et qui formaient au Pliocène autant de "rias" envahies par la mer. Ces sédiments correspondent, suivant les endroits, à des dépôts de profondeurs variables et ont fait l'objet de nombreux travaux. Pour ne mentionner que les études de microfaune citons par exemple : S. DEB (1937) qui signale la présence de micro-organismes dans les marnes plaisanciennes des Alpes Maritimes ; MARIE et PERRIAUX (1958) qui ont analysé les différents modes de vie des espèces rencontrées dans ces sédiments ; formes du large (pélagiques, nectoniques, benthiques) formes littorales (nectoniques et benthiques) etc... Enfin, Y. LE CALVEZ, outre les nombreuses déterminations qu'elle a effectué pour les chercheurs de l'équipe BOURCART, a particulièrement insisté dans une note (1958) sur les différentes "microfaunes et faciès du Pliocène", en particulier dans les niveaux marneux.

Ces derniers se présentent sous différents aspects, depuis les formations côtières à Amphistégines, jusqu'à des sédiments profonds riches en espèces pélagiques, en *Bulimnidae* et surtout en *Lagenidae*. Ces formations qui affleurent, par exemple, dans la basse vallée de la Siagne, se relient, vers le large, aux vases bleues que l'on drague dans la baie des Anges, sous une mince couche de vase actuelle (GENNESSEAUX et LE CALVEZ 1960).

Les listes d'espèces rencontrées dans ces marnes pliocènes ne sont plus à établir. Pour ma part, j'ai tenté d'approfondir l'étude comparative des assemblages contenus dans divers sédiments pour y suivre, le plus exactement possible, les modifications de la microfaune d'un échantillon à l'autre. Les variations de fréquence de certaines familles, de groupes d'espèces ou même d'espèces isolées - comparées aux variations des mêmes formes ou de formes analogues, observées dans les sédiments actuels - permettent de dégager quelques notions générales. On arrive ainsi à établir une méthode d'étude paléocéanographique des sédiments marneux applicable du Pliocène à nos jours et dont les grandes lignes permettront peut-être une meilleure compréhension des sédiments plus anciens.

1/ Localisation des prélèvements

Les prélèvements étudiés proviennent des points suivants :

a/ (C.L) La Colle sur Loup. Dans la vallée du Loup le faciès des marnes bleues plaisanciennes est bien représenté. Le prélèvement a été effectué le long de la route de la Colle sur Loup à Villeneuve Loubet.

b/ (V₂) Marnes pliocène de Vaugrenier, surmontée par une série quaternaire

c/ (P) Pégomas - quartier de Moulin Vieux, argiles entrecoupées, au sommet de la série, de bancs de grés traduisant une faible profondeur et la proximité du rivage pliocène.

Ces trois niveaux correspondent à des remplissages de rias ; situés à des distances variables de la côte, leur microfaune traduit des conditions bathymétriques différentes.

d/ (B.R) Nice : "Bleu Rivage" ; près du port, quartier du Lazaret. Des terrassements destinés à la construction d'un immeuble ont mis à jour des marnes à microfaune pliocène surmontées par des cailloutis fluviaux - cailloutis du Paillon (Villafranchien ?).

La mer Quaternaire a transgressé ces formations laissant les traces de deux cordons littoraux, l'un situé vers 11 m et l'autre à une vingtaine de mètres environ.

e/ (T.A.) Nice : "Terra Amata", gisement du Bd. Carnot. A proximité de la localité précédente, des travaux d'urbanisme ont également mis à jour des marnes jaunâtres, qui ont d'ailleurs été en partie enlevées au cours des travaux.

La microfaune, moins variée qu'à Bleu Rivage, se limite à des espèces banales, peu profondes voire même liées à une influence saumâtre. Cette formation a dû se déposer en bordure immédiate du littoral.

Les microfaunes de ces deux derniers échantillons présentent beaucoup d'analogies et doivent, très vraisemblablement, correspondre, à des dépôts plus ou moins contemporains ou tout au moins sédimentés dans des conditions écologiques comparables, l'un près de la côte, l'autre légèrement plus au large.

Ajoutons qu'à quelques dizaines de mètres plus loin, au fond du chantier les marnes pliocènes ne se rencontrent plus. On peut observer un niveau de galets fluviaux surmontant directement des marnes d'âge cénoomanien et lui-même recouvert par des formations marines quaternaires : cordon littoral, plage et dune à industrie préhistorique (gisement de Terra Amata) fouillé par H. de LUMLEY.

2/ La microfaune des divers échantillons

Sur le tableau 21, qui concerne l'ensemble des affleurements étudiés, sont indiqués les pourcentages des familles et des genres. Les diagrammes cumulatifs de la figure 28 montrent de façon schématique les modifications de la plupart d'entre eux lorsque l'on passe d'un échantillon à l'autre. Il a été établi en tenant compte essentiellement des formes qui -dans l'actuel- se sont révélées de bons indicateurs bathymétriques ou écologiques.

Ce tableau fait ressortir les variations en sens opposé de deux groupes d'espèces, les unes littorales les autres profondes, tandis que certaines espèces par leur présence, leur abondance ou au contraire leur absence, signalent l'existence de faciès particuliers. Je considérerai successivement chaque échantillon :

a/ Les marnes de la Colle sur Loup représentent nettement l'échantillon le plus profond.

Les *Lagenidae* sont bien représentées (10,5 %) avec une grande variété de genres et d'espèces. Parmi les plus fréquentes citons : *Dentalina mucronata* Neug. ; *D. consobrina* d'Orb. var. *emaciata* Reuss ; *Nodosaria monilis* Silv. *N. hispida* d'Orb. ; *N. raphanistrum* L. ; *Marginulina glabra* d'Orb. ; *M. costata* Batsch ; *Lenticulina calcar* L. ; *L. rotulata* Lmk. ; *L. peregrina* Schwager, et diverses espèces de *Lagena*.

Les *Bulminidae* (34,5 %) comprennent surtout de très nombreuses *Bulimina* : *B. marginata* d'Orb. ; *B. elongata* d'Orb. ; *B. pupoides* d'Orb. ; *B. aculeata* d'Orb. ; *B. ovata* d'Orb. ; *B. costata* d'Orb. Les *Bolivina*, bien que représentées par plusieurs espèces sont, dans l'ensemble, beaucoup moins abondantes : *Bolivina dilatata* Reuss. ; *B. catanensis* Seg. ; *B. pseudoplicata* H-A. et E ; *B. punctata* d'Orb. ; *B. aenariensis* Costa ; *B. tortuosa* Brady ; *B. subspinescens* Cushman.

Les *Uvigerines* - avec notamment *Uvigerina peregrina* Cushman. ; *U. tenuistriata* Reuss - représentent environ 8 % de la microfaune benthique.

Citons enfin *Reussella spinulosa* Reuss ; *Virgulina schreibersiana* Czjz. ; *Angulogerina angulosa* Will. *Trifarina bradyi* Cushman, et quelques rares *Loxostomum digitale* d'Orb.

Les *Chilostomellidae* (*Pullenia bulloides* d'Orb. *Sphaeroidina bulloides* d'Orb.) sont fréquents ainsi que les *Cassidulinidae*, composées surtout de *Cassidulina carinata* Silv. et de quelques *C. crassa* d'Orb., *C. subglobosa* Brady, *C. oblonga* Reuss, *Cassidulinoides bradyi* Norman.

Parmi les *Textulariidae* remarquons la dominance des *Bigenerina* (*B. nodosaria*) sur les *Textularia* (*T. sagittula* Defr., *Textularia* sp.) comme cela s'observe actuellement à partir du Circalittoral inférieur et dans la vase bathyale où, d'ailleurs, les Textulaires diminuent assez rapidement.

La présence de *Epistomina elegans* Höglund confère à cet assemblage un aspect relativement profond.

Le reste de la microfaune comprend *Dorothia gibbosa* d'Orb., *Eggerella* sp., *Martinottiella communis* d'Orb., quelques *Polymorphinidae* (*Guttulina communis* d'Orb., *Glandulina laevigata* d'Orb. ; *Ramulina globulifera* Brady), des *Cibicides*, représentés surtout par des formes circalittorales et bathyales (*C. pseudoungarianus* Cushman., *C. cf. ungerianus* d'Orb. ; *C. wuellerstorfi* Schwager) et quelques *Miliolidae* (*Stigmollina tenuis* Czjz. ; *S. celata* Cost ; *Spiroculina canaliculata* d'Orb.).

Les formes littorales sont peu nombreuses, on remarque toutefois quelques *Elphidium* (surtout *E. complanatum* d'Orb. et *E. macellum* F. et M.), des *Nonton* surtout *N. boueanum* d'Orb.) et une ou deux *Ammonia beccarii* L. citons enfin des *Valvulineria bradyana* Forn., *Eponides umbonatus* Reuss, *E. praecinctus* Karrer.

Le pourcentage des espèces pélagiques est élevé (44 % au total des Foraminifères) ce qui indique un golfe largement soumis à l'influence de la mer ouverte.

b/ A côté du diagramme représentant la microfaune des marnes de la Colle, celui correspondant aux marnes de Vaugrenier montre de notables différences :

1/ Diminution nette des *Lagenidae* qui passent de 11,5 % à 2,5 %.

2/ Inversion du rapport *Bulimina/Bolivina* : Les *Buliminidae* sont toujours aussi abondants mais la place prépondérante est maintenant occupée par les *Bolivina* qui atteignent 30 %, contre 3 % aux *Bulimina*. Les *Loxostomum* (*L. perforatum*, *L. digitale*) augmentent en même temps que les *Bolivina*. On a vu, dans l'actuel, le rapport *Bulimina/Bolivina* s'inverser aux alentours de 90 m. Cette profondeur constitue, en outre la limite supérieure atteinte de nos jours par la plupart des *Uvigerines*. Ces dernières, très abondantes au Pliocène présentent cependant, dans les marnes de Vaugrenier, des fréquences plus faibles qu'à la Colle sur Loup. Il semble que les différentes espèces d'*Uvigerina* aient des habitats très différents.

3/ *Chilostomellidae* et *Cassidulinidae* ont nettement diminué.

4/ Les Textulaires prennent le pas sur les *Bigennerina* ce qui est également l'indice d'une diminution de profondeur et l'indication d'un biotope circalittoral.

5/ Le groupe littoral est bien plus important que dans l'échantillon précédent : nombreux *Eponides* (*E. schreibersii* d'Orb. ; *E. haidingeri* d'Orb. ; divers *Discorbidae*, *Asterigerina planorbis* d'Orb. ; *Amphistegina hauerina* d'Orb. (rare) ; quelques *Miliolidae* (*Quinqueloculina*).

On note l'apparition de *Cibicides lobatulus* W. et J. et de *Planorbulina mediterraneensis* d'Orb., qui suggèrent la présence, à proximité, de peuplements végétaux (algues ? phanérogames ?) ou de sédiments grossiers riches en débris coquillers susceptibles de fournir à ces formes une surface de fixation. Les quelques *Amphistegina* rencontrées dans ces marnes doivent sans doute venir aussi de milieux périphériques. Actuellement ce genre caractérise surtout les peuplements algaux et les herbiers de type "chaud" (herbiers à *Halophila*) de Méditerranée orientale.

En résumé, cette station présente l'aspect typique des vases terrigènes côtières actuelles et dénote, en outre, la contribution de milieux infralittoraux proches.

Les espèces pélagiques sont moins abondantes comme on peut également le constater de nos jours lorsque l'on passe du domaine bathyal au domaine circalittoral.

c/ La station suivante ("Bleu Rivage" à Nice) présente des caractères très analogues.

La disparition des Textulaires et l'augmentation des *Rotaliidae* suggèrent un milieu encore moins profond. Les pélagiques sont toujours fréquents (environ 30 %) dans ces vases déposées en bordure d'un golfe largement ouvert (Baie de Nice) où les grands fonds se rencontrent très près du rivage.

d/ Au gisement du Bd Carnot (T.A. - situé à proximité du précédent) la même exposition justifie la proportion encore considérable de la fraction planctonique dans un assemblage visiblement très côtier : importance des *Rotaliidae*, *Elphidiidae*, *Nonionidae*.

La présence de *Discorbidae*, *Cibicides*, *Planorbulina*, signale l'existence probable de peuplements végétaux, tandis que de nombreux *Ammonia beccarii* L., *A. beccarii tepida* Cushman, *Protelphidium parvatum* Tintant indiquent une influence lagunaire.

Le milieu actuel, dont la microfaune apparaît la plus comparable, est réalisé en bordure de l'étang de Berre dans des peuplements à Cymodocées qui se développent sous moins de 1 m d'eau. Citons, par exemple, les parages de la plage de Verdon, à l'Est de St Chamas où l'on retrouve notamment une grande variété d'*Elphidium*.

Cependant, à "Terra Amata", cette vase côtière devait être largement ouverte vers le large (16 % d'espèces pélagiques).

e/ Placé sur le schéma entre les deux stations de "Bleu Rivage" et de "Terra Amata", le gisement de Pégomas (P) représente un faciès intermédiaire au point de vue bathymétrique mais situé cette fois dans une ria, ce qui explique le faible pourcentage des formes appartenant au plancton.

Une dernière remarque concerne l'absence presque totale des *Miliolidae* maintes fois évoqués à propos du Pliocène. Il est certain que cette famille n'a pas rencontré dans nos régions, à cette époque, des conditions favorables à son développement sans que la cause apparaisse bien clairement. Mais il convient cependant d'insister sur le fait que la plupart des sédiments examinés sont des marnes comparables à la vase terrigène côtière actuelle. Or, dans ce biotope, le pourcentage des *Miliolidae* vivantes, dans les stations de la baie de Marseille et du Golfe de Fos par exemple,

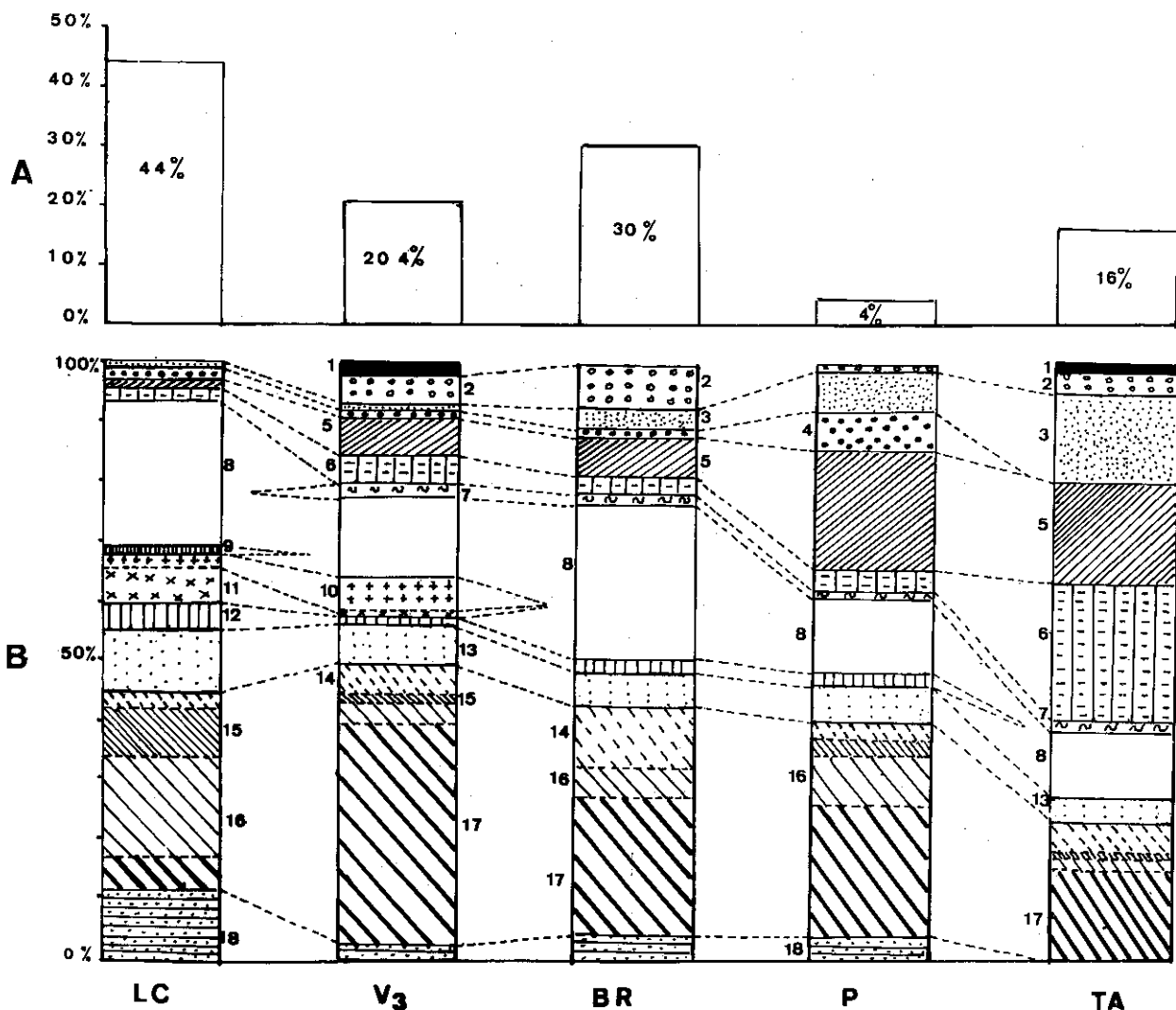


Figure 28 - Comparaisons des microfaunes contenues dans quelques stations de marnes plaisanciennes provenant des localités suivantes : L.C : La Colle sur Loup ; V₃ : Vaugrenier ; B.R. "Bleu Rivage" ; P. Pégomas ; T.A : "Terra Amata".

A : Proportion des espèces pélagiques par rapport au total de la microfaune.

B : Proportion relatives des principales formes benthiques.

- | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 : <i>Planorbulinidae</i> | 7 : <i>Asterigerina planorbis</i> | 13 : <i>Chilostomellidae</i> |
| 2 : <i>Cibicides lobatulus</i> | 8 : Autres formes | 14 : Divers <i>Buliminidae</i> |
| 3 : <i>Rotaliidae</i> | 9 : <i>Epistominidae</i> | 15 : <i>Uvigerina</i> |
| 4 : <i>Valvulineria bradyana</i> | 10 : <i>Textularia</i> | 16 : <i>Bulimina</i> |
| 5 : <i>Nonion</i> (différentes espèces) | 11 : <i>Bigenerina</i> | 17 : <i>Bolivina</i> |
| 6 : <i>Elphidium</i> (différentes espèces) | 12 : <i>Cassidulinidae</i> | 18 : <i>Lagenidae</i> |

n'est jamais supérieur à 2 %. Les proportions parfois plus élevées observées dans l'assemblage total de ces mêmes fonds correspondent à des apports en provenance des fonds voisins (herbiers ou fonds détritiques). Ce sont, en fait, ces derniers biotopes qui paraissent avoir été assez mal représentés au Pliocène le long des portions de côtes étudiées.

3/ En conclusions, ces différents échantillons de marnes offrent des exemples de vases de profondeur décroissante depuis le sommet de la vase bathyale jusqu'aux faciès très littoraux. La répartition de la microfaune en fonction de la profondeur y est très analogue à celle que l'on a pu observer dans les milieux actuels.

Par analogie avec ces derniers, la profondeur du premier échantillon (L.C.) peut être estimée à 200 m environ. Le second (V3) paraît correspondre à une tranche d'eau de 80 m au maximum: on peut raisonnablement avancer une marge de 40 à 80 m.

Les deux stations suivantes (B.R. et P.) correspondent à des vases côtières de type très peu profond comme on en observe dans le golfe de Fos ou mieux dans les baies envasées des côtes Grecques (golfe de Volo, baie de Salamine où ce faciès remonte presque jusqu'au rivage. Enfin le dernier sédiment montre un assemblage de Foraminifères moins varié en genres et en espèces. Ceci traduit une population adaptée à des conditions locales, ici sans doute la faible épaisseur d'eau; jointe peut-être à une tendance -temporaire ou constante- à la dessalure, comme le fait supposer la présence d'*Ammonia beccarii tepida* et de *Protelphidium paratium*.

B - Les sédiments grossiers

Ce sont des alternances rythmiques de sables et de grès molassiques mêlés à des calcirudites à éléments en grande partie coralligènes. Ces faciès sont bien représentés dans la région de Biot d'où proviennent les divers exemples présentés ci-dessous.

1/ Localisation des prélèvements

a/ Coupe de la Chapelle St Grégoire

Cette coupe, décrite par OTTMANN (1952) est visible près de la Chapelle St Grégoire, au Sud de Biot, le long d'un petit chemin (cf. figure 29).

Du Nord vers le Sud on rencontre successivement (les chiffres romains indiquent les prélèvements) :

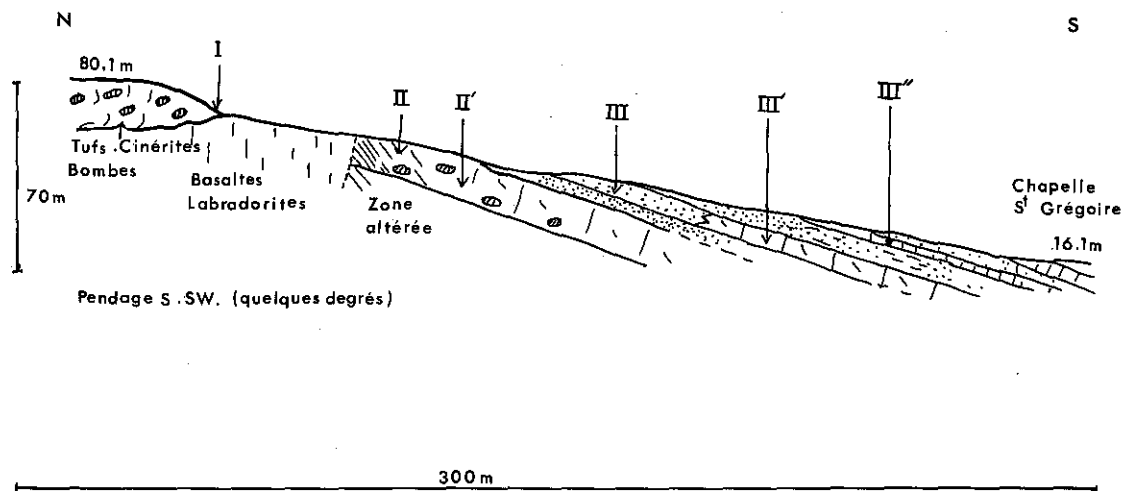


Figure 29 - Calcaires de Biot (Coupe de la Chapelle St Grégoire). Emplacement des prélèvements.

- des tufs volcaniques (I)
- une zone altérée correspondant à la base des calcaires de Biot. On y rencontre des fragments volcaniques, des galets de tufs, etc... (II). Localement se rencontrent des zones riches en fossiles (*Chlamys*) (II').
- des molasses et des sables blancs ou roux (faciès de calcarénites plus ou moins indurées).

Certaines zones sont très consolidées, fines et compactes, tandis que d'autres et notamment les derniers bancs, présentent des alternances de calcarénites et de sables.

(Le prélèvement III a été effectué dans une portion sableuse. III' correspond à une lentille de Bryozoaires. III'' correspond à un faciès molassique jaune roux).

Ces niveaux correspondent aux assises qui, au-delà de la dépression occupée par la route, portent le village de Biot.

b) Sous le village de Biot

Prélèvement B₁ : lentille sableuse intercalée dans les bancs de calcarénite.

c/ Enfin une dernière série de prélèvements a été faite dans un autre affleurement de Pliocène, visible le long de la route Antibes-Biot près du pont sur lequel passe l'autoroute. On observe une alternance de sables (prélèvement B4) et de grès (prélèvement B5) à *Chlamys* (*C. scabrellus* Lmk*) dont la microfaune est très voisine de celles des sables B1.

Ces différentes formations, sables, grès, calcarénites plus ou moins consolidées, apparaissent comme des sédiments grossiers infralittoraux, parfois circalittoraux (coralligène), déposés en bordure d'une vallée dont l'axe était le siège d'une sédimentation beaucoup plus fine. L'étude de la microfaune contenue dans ce matériel côtier permet de retrouver les caractères de plusieurs biotopes actuels.

2/ La microfaune des sables (B1, B4, BIII)

Ce sont des sables fins comportant une certaine quantité de sablon. La microfaune est dans ses grandes lignes très identique dans les trois échantillons. La composition de l'assemblage est indiquée sur le tableau n° 21. Par rapport aux sédiments marneux, même les plus littoraux, on constate une diminution très sensible des formes vasicoles et profondes : 1 % de *Lagenidae*, 13 à 17 % de *Bulminidae* (*Bulimina*, *Bolivina* et *Reussella*), 1 % de *Cassidulinidae*.

Les *Textulariidae* sont assez fréquentes (3-5 %) bien entendu sans *Bigenerina*. Les *Verneulinidae* (1 %) sont représentées par d'assez nombreuses *Dorothia gibbosa*.

Les *Nonionidae* (9-10 % en moyenne) comportent surtout des formes peu profondes : *Nonion granosum*, *N. boueanum* (très abondants) ainsi que quelques *N. soldanii*.

Parmi les *Elphidiidae*, signalons la présence de *Protelphidium paraliu* Tintant.

Le genre *Elphidium* est représenté par *E. crispum*, *E. macellum*, *E. complanatum*, *E. advenum*. On trouve également *Parrellina verriculata*.

Les *Rotaliidae* sont bien représentées (4 à 8 %).

Les *Planorbulinidae*, avec *Planorbulina mediterraneensis*, prennent beaucoup plus d'importance que dans les marnes et forment 4 à 6 % de la microfaune benthique. Citons de nombreux *Discorbidae*, notamment *R. globularis*, *E. hajdingeri*, *Cancris auriculus*, et parfois quelques *Valvulinertia bradyana* (le milieu semble trop grossier ou trop littoral pour cette espèce).

Asterigerinata mamilla est fréquente ainsi que *Asterigerina planorbis*. Enfin, les *Cibicides* forment plus de 30 % du total des espèces benthiques (*C. lobatulus*, *C. refulgens*, *C. boueanus*).

On trouve également dans ces sables une petite quantité de *Miliolidae* (Quinqueloculines ou Triloculines) dont le test est rarement intact. On peut s'interroger sur les raisons de cette usure affectant des formes à tests en principe robuste.

Les *Globigerinidae* sont nombreux

Ces sables, dont la microfaune se révèle assez constante, doivent correspondre à un même biotope qui occupait de larges superficies en de nombreux points du littoral pliocène. On peut imaginer ce milieu comme l'homologue des sables fins terrigènes actuels plus ou moins envahis par divers peuplements végétaux. Ces fonds (cf. 1ère partie), que l'on drague en de nombreux points du littoral provençal, se caractérisent par une microfaune vivante plutôt dispersée mais suffisamment abondante pour que la quantité de tests s'accumulant dans le sédiment soit assez importante.

Réduite à quelques espèces - *A. beccarii*, *Nonionidae* - lorsque le sédiment est lessivé (plages de Camargue, de Fos, de Bandol, etc...), la microfaune devient plus variée dès que la proportion de colloïdes et de matières organiques augmente : *Bolivina* surtout mais aussi *Lagena*, *Entosolenia*, et quelques *Polymorphinidae* apparaissent alors ainsi que des formes arénacées : *Eggerella*, *Trochammina*, parfois *Textularia* lorsque la profondeur s'accroît suffisamment (plage du Prado à Marseille, plage du Ceinturon à Hyères).

* Détermination P. MARS

Les régions soumises à des arrivées d'eaux douces comportent une certaine proportion de formes soumates : *Protelphidium paraliun*, *Ammonia beccarii tepida*, tandis que la présence ou la proximité de peuplements végétaux conditionne la présence des espèces épiphytes : *Cibicides*, *Planorbulina*, *Discorbidae*.

Les *Miliolidae* sont surtout représentées par des espèces à test agglutiné. Si de telles formes ont existé dans les sables pliocènes équivalents, il n'est pas étonnant qu'elles aient disparu : on a vu, en effet, la grande fragilité et la mauvaise conservation de ces tests dans les sédiments actuels (cf. étude des peuplements à Cymodocées).

Ces divers aspects de la microfaune se retrouvent dans les sables pliocènes de Biot. Comme de nos jours, l'assemblage le plus fréquemment rencontré correspond à un mélange d'espèce des sables et d'espèces épiphytes. La proportion d'éléments fins est toujours assez élevée justifiant l'importance générale des *Buliminidae* et notamment des *Bolivina*.

Remarquons toutefois que le sable BIII présente un faciès particulier. Outre les espèces précédentes on y trouve, *Gyroidina umbonata*, *Nodosaria hispida*, *Hopkinsina bononiensis*, *Lenticulina calcar*, *Cushmanella* cf. *excentrica*. Ces espèces sont d'ailleurs toutes peu abondantes. De plus, les *Miliolidae* sont plus fréquentes que dans les prélèvements B1 et B4, quoique toujours en mauvais état. Enfin les Amphistégines sont bien représentées.

Les pélagiques sont assez fréquents.

La présence de l'association *Amphistegina-Miliolidae*, qui ne se manifestait pas les autres niveaux amène à insister sur ce sédiment qui paraît le témoin d'un biotope assez différent, proche sans doute des peuplements actuels à Amphistégines de la Méditerranée orientale. Dans ces derniers on constate justement une relation assez nette entre la fréquence des *Amphisteginidae* et celle des *Miliolidae*.

Sur les côtes de Crète, ces deux familles sont abondantes dans la plupart des peuplements végétaux infralittoraux, surtout les peuplements algaux et les herbiers à Phanérogames de type "chaud" (herbiers à *Halophila*). Par contre, les Amphistégines diminuent, ou même disparaissent, dans la plupart des sables fins et dans les herbiers à Cymodocées.

3/ La microfaune des calcarénites plus ou moins consolidées

Ce sont les échantillons (I, II, II', III', III'') provenant tous du faciès des "calcaires de Biot" et prélevés le long de la coupe de la Chapelle St Grégoire. Le matériel étant diversement consolidé suivant les portions considérées il a été possible, à partir des échantillons les plus friables, d'isoler quelques foraminifères après dissociation de la roche par les moyens classiques : broyage modéré, ébullition, alternance de chaud et de froid.

Les niveaux trop fortement consolidés ont été étudiés en lames minces. II et II' se laissent assez facilement désagréger, on trouve un grand nombre de *Miliolidae*, la plupart représentées par le moule interne des loges dont le test a disparu. Ajoutons des *Elphidium* et des *Textularies* en assez mauvais état.

III' et III'' présentent les mêmes caractères, toutefois le dernier est nettement plus riche et sa microfaune se rapproche de celle du sable III.

L'examen de lames minces effectuées dans ces calcaires permet de se rendre compte plus exactement de la structure de ce matériel. Ce sont des calcarénites à gros débris : fragments de Bryozoaires, piquants d'Echinides, morceaux de coquilles de Mollusques, Ostracodes forment l'essentiel du matériel biodétritique. Les sections de Foraminifères sont nombreuses : *Elphidium* (T. A) ; *Buliminidae* (A) *Verneuilinidae* (A) *Textulariidae* (A). on reconnaît en outre, d'assez fréquents *Cibicides*, des *Planorbulina*, des *Rotalia*, des Milioles et des Amphistégines. Les espèces pélagiques (*Globigerinidae*) sont fréquentes.

Le prélèvement I montre, en outre, des éléments volcaniques, augite, petits galets de labradorite, des plagioclases, de la hornblende. Ces minéraux sont liés à la proximité d'une cheminée volcanique. Quelques galets semblables se rencontrent encore dans le niveau II. On ne les retrouve plus en III.

Ces calcarénites peuvent être interprétées comme des accumulations de débris d'origine multiple : éléments coralligènes, matériel infralittoral remanié. Elles se sont constituées, en bordure de la vallée, le long des côtes les plus abruptes (ici le massif des Aspres de Biot) tandis que dans les dépressions côtières s'établissait, sous une épaisseur d'eau sans doute plus faible, une sédimentation sableuse à microfaune exclusivement littorale.

LA VALLEE DE LA DURANCE

Dans la vallée de la Durance, on retrouve les divers faciès décrits précédemment : marnes, coralligène, sables littoraux. Si les formations marneuses ne contiennent pas d'aussi riches microfaunes que celles des Alpes Maritimes, les assemblages côtiers, sont au moins aussi variés, bien que les affleurements soient, dans l'ensemble, beaucoup plus limités.

J'ai prélevé des marnes en deux points : sur la rive droite de la Durance à l'Ouest de Mérindol et d'autre part en bordure Sud-Ouest des Alpilles dans la région d'Eyguières. Par ailleurs, le canyon de Régalon, étroite entaille dans le flanc sud du Lubéron contient de nombreux témoins du séjour de la mer pliocène (perforation de Lithophages jusqu'à 190-200 mètres, accumulations de sables et d'argiles dans les grottes).

A - Les marnes de Mérindol et des Alpilles

A Mérindol, on peut observer une tranchée dans ces marnes. Le sédiment présente un aspect varvé avec alternance de lits sableux jaunes et de marnes gris-bleu. La microfaune, pauvre, est composée surtout de formes planctoniques (70 à 80 %) et de quelques espèces de *Buliminidae* et *Lagenidae*.

Les lits sableux, plus riches, comportent une notable proportion d'éléments littoraux, mêlés aux formes précédentes. On trouve de nombreuses *Bolivina*, quelques *Bulimina*, des *Angulogerina*, des *Cassidulina*, des *Lagenidae* (*D. consobrina*), des *Polymorphinidae* (*Glandulina* sp.).

Les Textulaires sont assez bien représentées, les *Nonton* (*N. boueanum*, *N. cf. scaphum*, *N. soldanii*) abondants. Citons encore *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *C. pseudoungerianus*, *Ammonia beccarii*, *Gyroidina umbonata*, *Rosalina cf. obtusa*, *Eponides haidingeri*.

Ce mélange d'espèces infralittorales et circalittorales traduit l'origine complexe du matériel et la contribution de peuplements côtiers remaniés.

On peut rattacher la microfaune de ces marnes à un faciès circalittoral du Plaisancien, mais les conditions écologiques paraissent avoir été bien moins favorables que dans la région niçoise. Cependant la relation avec la mer ouverte est attestée par la forte proportion de formes pélagiques.

En bordure des Alpilles, les marnes pliocènes ont livré une microfaune encore plus appauvrie, essentiellement composée de *Buliminidae* et de quelques espèces pélagiques.

B - Le canyon de Régalon

La mer pliocène y a laissé à des altitudes diverses de nombreuses traces de son séjour.

1/ Les grottes supérieures :

J'ai pu en observer trois :

a/ Sur la rive gauche, presque au débouché du canyon sur le plateau et à 200 m environ d'altitude, une d'entre elle montre des perforations de Lithophages très bien conservées. Le remplissage pliocène qui a pu s'y trouver a toutefois disparu et les perforations sont remplies d'un sable jaune pulvérulent d'origine éolienne.

b/ Sur la rive droite et à peu près à la même altitude deux excavations ont gardé une assez grande quantité de sédiment.

L'une à 195 m contient un sable riche en Foraminifères : *Cibicides refulgens* et *C. lobatulus* (A), *Asterigerina planorbis* (A), *Elphidium macellum* et *E. complanatum* (T. A), *Rotalia granulata*. On y trouve en outre les genres *Nonton*, *Eponides*, *Cancris* ; quelques *Lagenidae* (*Nodosaria*, *Dentalina*) et *Buliminidae* (*Bolivina*).

L'autre grotte, quelques mètres plus haut, explorée par C. TEMPIER, présente sur ces parois des encroutements coralligènes de plusieurs centimètres d'épaisseur. Le matériel, très consolidé, ne peut être désagrégé. Les lames minces montrent une calcarénite à gros débris assez identique aux calcaires de Biot : débris d'algues calcaires, de Bryozoaires, d'Echinides, microfaune à *Buliminidae*, *Textulariidae*, *Vermeullinidae*, *Elphidiidae*, avec également des sections de *Miliolidae*.

Ces deux formations paraissent être l'homologue des sables grossiers et des calcarénites plus ou moins fortement cimentées que l'on observe dans les "calcaires de Biot". Ces faciès paraissent caractérisés par une microfaune à espèces infralittorales et notamment à Astérigerines. Localement, certains niveaux contiennent des Miliolites et des Amphistégines.

DI NAPOLI-ALLIATA (1952) signale des assemblages semblables dans l'Astien de Castel Arquato. Dans cette région cette formation apparaît au dessus des marnes plaisanciennes et sous le Calabrien à *Cyprina islandica*, elle peut donc être datée de la fin du Pliocène. La microfaune en est caractérisée, en outre, par *Loxostomum perforatum*, *L. pseudodigitale*, *Rotalia granulata*, *Rotalia eponoides*, *Cushmanella excentrica*, etc...

La plupart de ces formes ont été retrouvées dans ce travail (cf. listes), cependant leur présence ne suffit pas à dater les niveaux étudiés ; l'apparition de ces espèces peut très bien être liée localement à des changements écologiques, sédimentologiques ou bathymétriques et intervenir à des époques différentes dans deux régions éloignées l'une de l'autre.

En particulier, à Castel Arquato on passe successivement du faciès des marnes bleues aux sables "astiens" plus littoraux, tandis qu'à Régalon, comme à Biot d'ailleurs, marnes et sédiments grossiers paraissent en grande partie contemporains.

2/ Les grottes inférieures

a/ Description (cf. fig. 30 A et B)

A l'altitude d'environ 100-120 m, deux larges grottes, situées en face l'une de l'autre, sont en grande partie remplies de sédiments pliocènes. La stratigraphie est, à peu de chose près, identique dans l'une et dans l'autre :

- à la base, une formation calcaire à débris assez meuble dans la grotte E (échantillon R1). Elle est beaucoup plus difficile à désagréger du côté Ouest (échantillon R'1).
- au-dessus, un sable contenant de nombreuses valves de Térébratules (R3)*.
- deux niveaux argileux s'intercalent dans les formations grossières, l'un (R2) en lentille dans le sable R1, l'autre (R4) dans le sable à Térébratules.

L'épaisseur des dépôts atteint 7 m dans la grotte E. Elle est surmontée de concrétions stalagmitiques.

b/ La microfaune des différents niveaux

- les sables et calcaires inférieurs (R1 et R'1) sont pauvres en Foraminifères qui se limitent à quelques *Nonionidae* (*N. boueanum*, *N. granosum*) accompagnés par *Protelphidium paraliun*.
- les sables à Térébratules (R3) contiennent une microfaune plus abondante, quoique peu variée en espèces. On y rencontre surtout des *Nonionidae* : aux trois espèces précédentes, il faut ajouter ici *N. soldanii*.

Elphidium macellum est abondant, *Cibicides lobatulus* et *C. refulgens* sont plutôt rares. On trouve quelques *Bolivina* (*B. cf. spathulata*) et quelques Miliolés usées appartenant au genre *Quinqueloculina* (*Q. rugosa* ?).

Au total une microfaune appauvrie et extrêmement littorale.

- Dans les lentilles argileuses (R2 et R4), l'assemblage est très différent. On trouve les espèces suivantes :

TABLEAU - XXII

Espèces	Lentille R2	Lentille R4
<i>Articulina cf. tubulosa</i> Seg.	+	+
<i>Dentalina consobrina</i> d'Orb.	+	+
<i>Nodosaria monilis</i> Silv.		+
<i>Bolivina cf. antiqua</i> d'Orb.	A	A
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HA. et E.	A	A
<i>Loxostomum cf. perforatum</i> di NA.	A	A
<i>Angulogerina angulosa</i> Will.	+	+
<i>Hopkinsina bononiensis</i> Fornas		+
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman		+
<i>Cassidulina carinata</i> Silv.		+
<i>Pseudoparella</i> sp.		+
<i>Nonion soldanii</i> d'Orb.	PA	PA
<i>Gyroidina umbonata</i> Silv.		+

* Ces sables sont signalés par D. MARTIN (1900) qu'il attribue, avec réserves, à l'Helvétien et par C. DEPERET qui les rattache au Pliocène (Astien).

TABLEAU - XXII (suite)

Espèces	Lentille R2	Lentille R4
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> Cushman.		A
<i>C. lobatulus</i> W. et J.	+	+
<i>C. refulgens</i> Montfort	A	PA
<i>Siphonina planoconvexa</i> Silv.		+
<i>S. reticulata</i> Czjzek		+
<i>Elphidium macellum</i> F. et M.	A	
<i>Ammonia beccarii</i> L.		+

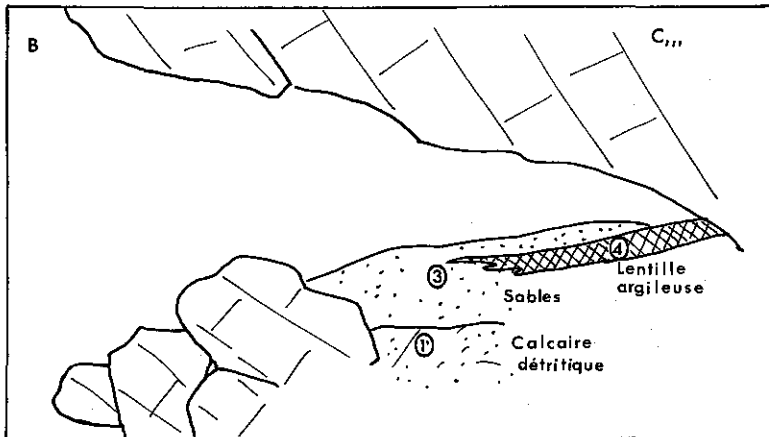
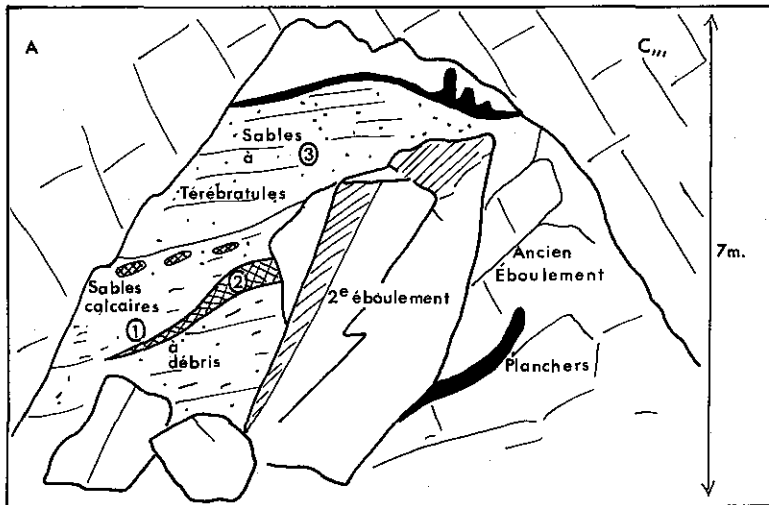


Figure 30 - Grottes inférieures de Régalon : remplissage pliocène (A : Grotte E : B : Grotte W.).

Les Foraminifères étant assez dispersés dans le sédiment, il est difficile d'établir des pourcentages valables. La fréquence des diverses formes peut seulement être estimée approximativement. Les deux stations R2 et R4 sont portées sur le tableau général des assemblages pliocènes à côté des marnes des Alpes Maritimes avec les notations suivantes : +++ = très abondant ; ++ = abondant + = peu abondant ou rare.

On voit que la microfaune de ces deux échantillons peut être interprétée comme une population circalittorale, de type "vase terrigène", à nombreux éléments côtiers (*Elphidium*, *Nonion*, *Cibicides*). Les *Lagenidae* et *Cassidulinidae* sont bien représentées ; la richesse en *Bulminidae* correspond à l'abondance des *Bolivina* et des *Loxostomum*. Les pélagiques sont présents mais en petit nombre.

c/ Interprétation

Il est certain que les deux sédiments argileux rencontrés en lentilles, l'un dans des grès détritiques à éléments coralligènes et l'autre dans des sables à Térébratules ne correspondent pas aux mêmes conditions écologiques et bathymétriques que les sédiments grossiers dans lesquels ils sont intercalés.

L'analyse sédimentologique de ces niveaux montre que les calcarénites qui forment la base du remplissage (1') ne contiennent aucun minéral exogène qui aurait pu provenir de l'Helvétien qui affleure sur le plateau. Il s'agit d'un matériel bio-détritique formé à partir de la destruction et du remaniement sur place du coralligène des parois de la grotte. Il n'en n'est pas de même pour les sédiments qui les surmontent : le sable à Térébratules ainsi que la fraction grossière des argiles 2 et 4 montrent en effet des quartz littoraux dont certains présentent même une usure éolienne indiquant qu'il s'agit d'un matériel littoral glissé dans le canyon. On y trouve des grenats venant de l'Helvétien, des micas, chlorites, etc...

L'analyse thermopondérale des marnes pliocènes et des marnes helvétiques permet de mesurer l'analogie de constitution de ces sédiments. Ces marnes apparaissent constituées de 40 à 45 % de calcite (on y trouve même des nodules formés de plus 90 % de calcite) et par une forte proportion d'illite à laquelle s'ajoute un peu de Kaolinite, Chlorite et Muscovite.

Les deux niveaux argileux montrent ainsi une origine complexe. Ils sont constitués par un mélange de divers minéraux issus du stock miocène ainsi que pour une plus faible part, d'éléments littoraux. Le tout "descendu" le long du canyon.

Le remplissage des deux grottes inférieures peut être considéré comme le résultat de l'accumulation de sédiments variés, soit formés sur place (à partir du peuplement des parois), soit déplacés (argiles, sables littoraux).

Ainsi s'explique la présence dans les sables 1 et 3 d'une microfaune très peu profonde en un point situé à une centaine de mètres sous le niveau présumé de la mer pliocène, microfaune qui ne s'est certainement pas développée à cet emplacement. Les Térébratules, dont les valves se rencontrent toujours isolées et dispersées dans le sédiment devaient vivre sur les parois et tomber sur le fond après leur mort.

A certains moments, le glissement de masses argileuses a déterminé les lentilles que l'on trouve intercalées dans les sédiments sableux. Dans ce matériel fin initialement azoïque (je n'ai trouvé aucun Foraminifère dans les marnes miocènes du Plateau de Majorques) a pu se développer, sous une centaine de mètres d'eau une microfaune circalittorale à *Lagenidae*, *Cassidulinidae*, *Bulminidae*, mêlée à une fraction littorales en grande partie remaniée.

Cette microfaune se rapproche d'ailleurs de celle de Mérindol mais elle est plus pauvre en pélagiques (ce qui est normal au fond de cet étroit canyon) et relativement variée en espèces.

LA BORDURE ORIENTALE DE LA CAMARGUE

Au Sud des Alpilles et de la Durance, le Pliocène marin n'affleure plus en Provence occidentale. Rencontré en sondage sous la Camargue, on ne le retrouve plus, vers l'Est, jusqu'à la vallée de l'Argens. De ce fait, les renseignements sur la topographie pliocène d'une grande partie de la côte demeurent inexistantes.

Cependant plusieurs gisements réferables à cette époque, ont été récemment découverts dans cette région.

- L'un est situé en bordure Est de la Camargue, entre les étangs de Gloria et de Galéjon. Le sédiment (une vase sableuse) remplit un ancien karst creusé dans des calcaires barrémiens qui forment des pointements rocheux au milieu des alluvions récentes.

- Les autres, immergés, sont localisés au large de Marseille et de La Ciotat. Ils seront envisagés dans un chapitre ultérieur.

Le gisement du Galéjon

Entre les étangs du Galéjon et de la Roque, à l'Ouest de l'ancienne route de Port St Louis à Port de Bouc (de direction Nord-Sud à cet endroit) des pointements de calcaire barrémien sont visibles au-dessus des alluvions récentes. Ces calcaires sont creusés de fissures et d'anciens avens remplis d'un sable jaune, très argileux, d'origine marine.

Les Foraminifères sont abondants dans ce sédiment. On y trouve notamment :

Textularia candellana d'Orb.

Quinqueloculina stelligera, *Quinqueloculina* cf. *ungariana*.

Triloculina longirostra, *T. longirostra* var. *italica*, *Cornuspira involvens*.

Les *Lagenidae* sont représentés par des fragments attribuables à *Nodosaria hispida* et *D. consobrina*.

Les *Bulminidae* sont variés : *Bulmina elegans*, *B. elongata*, *B. gibba*, *B. costata*, *B. marginata*, *Bolivina pseudoplicata*, *B. dilatata*, *B. cf. antiqua*, *B. difformis*, *B. aenariensis*, *B. tortuosa*, *B. punctata*, *Loxostomum perforatum*, *Hopkinsina bononiensis*, *Uvigerina* sp., *Angulogerina angulosa*, *Virgulina complanata*, *Reussella spinulosa*.

Parmi les *Cassidulinidae* : *Cassidulina carinata*, *C. crassa*, *C. subglobosa*.

Les *Nonionidae*, assez fréquents, comprennent en particulier *N. parkeri*, *N. granosum* et *Nonionella turghida*.

Citons également *Pullenta bulloides*, *Pleurostomella* sp.

Les *Discorbidae* sont abondants avec *Neoconorbina williamsoni*, *N. terquemii*, *Rosalina globularis* var. *bradyi*, *Gyroldina umbonata* et *Valvulineria bradyana*.

Les *Cibicides* sont peu nombreux avec toutefois *C. lobatulus* et *C. boueanus*.

Enfin les *Rotalidae* sont fréquentes, avec *Rotalia granulata* et *Ammonia beccarii* sous une forme parfois très granuleuse assez proche de *R. gaimardii* d'Orb.

Il s'agit d'un assemblage typique de vases terrigènes côtières (biocoenose à *Nonionella*) telles qu'on en drague actuellement au large de Camargue sous une trentaine de mètres d'eau. Cependant la microfaune comprend à un mélange de formes pliocènes et d'espèces qui, en principe, ont apparu au Quaternaire (*Ammonia* cf. *gaimardii*).

Les *Nonionella*, *Valvulineria* et Textulaires sont classiques dans ce type de sédiment ainsi que l'abondance des formes vasicoles : *Bulminidae* (dominées par les *Bolivina*) et *Cassidulinidae*.

La fréquence des formes pélagiques suggère une zone largement ouverte vers le large.

C'est là le dépôt d'une mer qui a recouvert toute la région sous une épaisseur d'eau non négligeable.

A Peaudure, à une dizaine de Km à l'Ouest du Galéjon, des sondages effectués par la S.N.P.L.M. et cités par C. DUBOUL-RAZAVET (1955) ont montré le Pliocène transgressif sur le Barrémien. Il est vraisemblable que l'on se trouve ici en présence d'un fait analogue. La situation plus orientale du gisement expliquerait sa position plus élevée ; en effet le Barrémien lui-même affleure à des côtes de plus en plus basses d'Est en Ouest, depuis par exemple, les collines de la Fare-Lançon jusqu'au delta du Rhône sous lequel il se retrouve en profondeur.

Le sédiment sablo-argileux de Galéjon paraît bien l'homologue écologique des vases terrigènes côtières pliocènes décrits précédemment dans la vallée de la Durance sans que les âges relatifs de ces deux formations puissent être précisés exactement - la seule complication est ici constituée par la présence des *Ammonia* du groupe *gaimardii* formes qui semblent bien être apparues au Quaternaire.

On pourrait évidemment envisager la possibilité d'un niveau transgressif d'âge Calabrien ce qui ne serait pas contradictoire avec la présence de reliques tertiaires (*Hopkinsina* etc. . .). Mais cette hypothèse semble ne pas devoir être retenue pour de multiples raisons :

1/ Un sédiment tel que celui du Galéjon déposé sous une quarantaine de mètres d'eau, suppose en même temps la submersion d'une grande superficie de terrain. Or aucun gisement émergé de cette région n'a jusqu'à ce jour pu être rattaché au Quaternaire ancien marin.

2/ Dans le sondage de Peaudure, comme dans les autres forages de la région, le Pliocène est partout directement recouvert par des cailloutis rattachés au Villafranchien sans qu'aucun sédiment marin du Quaternaire ancien n'ait été mis en évidence nulle part.

3/ On ne trouve aucune trace, dans l'assemblage des marnes de Galéjon, des hôtes nord-atlantiques entrés en Méditerranée au Calabrien. Remarquons notamment l'absence de *Hyalinea balthica* qui abonde actuellement dans le faciès correspondant.

Par contre, les sondages de Camargues s'accordent à montrer -sur les cailloutis- la présence de niveaux marins transgressifs récents. Le calcaire Barrémien du Galéjon présente, lui-même, la trace d'un modelé littoral très frais qui a dû s'effectuer à l'époque flandrienne.

Il est probable que cette mer transgressive récente a brassé et remanié les affleurements de marnes pliocènes qu'elle a recouvert ; les tests des espèces quaternaires qui vivaient dans ces petits fonds se sont retrouvés mêlés aux tests des formes tertiaires.

Actuellement (cf. p. 19), la population des sédiments côtiers de la même région (plages de Camargue ou de Fos) se limite à quelques *Nontonidae* et *Rotalidae*, parmi lesquels domine largement une forme très ornée d'*Ammonia beccarii*, tout à fait comparable à celle des marnes du Galéjon.

LES AFFLEUREMENTS IMMERGÉS

1/ Les faciès littoraux. Ils ont été dragués dans la région de Planier et de Cassidagne (cf. carte pl. VI).

A Cassidagne, plusieurs dragages ont ramené des fragments d'une calcarénite assez dure à microfaune pliocène de type littoral (L. BLANC-VERNET 1960, 1966 ; J.J. BLANC et L. BLANC-VERNET 1966). L'extension exacte de l'affleurement ne pourra être connue avec précision que lorsque un grand nombre de prélèvements auront pu être effectués. Donnons toutefois les coordonnées de l'un d'entre eux (station Pl. 1) :

$\varphi = 43^{\circ}09'37''$ N

G = $5^{\circ}30'47''$ E

Les fragments de roches ont été ramenés de profondeur variant entre 150 et 250 m.

Très récemment une formation semblable a été de nouveau draguée dans la même région, à 3 milles environ au Sud-Ouest de la station précédente, profondeur 250 m environ (Pl. 2).

La liste des espèces est la suivante :

Textularia sagittula, *Textularia* sp., *Dorothia gibbosa*.

Miliolidae : fragments de *Quinqueloculines* et *Triloculines* vraisemblablement. On reconnaît *Spiroloculina tenuiseptata* et *Triloculina trigonula* ; *Nodosaria scalaris* ; *Entosolenia ordignyana* ; *Bulimina pupoides* ; *Bolivina* cf. *aenariensis* ; *B. pseudoplicata* ; *B. dilatata* ; *B. punctata* ; *Angulogerina angulosa* ; *Reussella spinulosa* ; *Cassidulina crassa*, *C. carinata*, *Nonton soldanii*, *N. boueanum* ; *Cancris oblongus* ; *Gyroldina umbonata*, *Asterigerina planorbis*, *Cibicides lobatulus* ; *C. refulgens*, *C. boueanus* ; *Elphidium macellum*, *E. complanatum* ; *Ammonia beccarii* ; *Amphistegina* cf. *hauerina*.

Les *Globigerinidae* sont peu abondantes (6 % du total de la microfaune) avec *Orbulina universa*, *Globigerina bulloides* ; *Globigerina* sp., *Globigerinoides gomitulus*.

Les proportions des familles et des genres sont indiquées sur le tableau général (tableau n°20). Cet assemblage se rapproche beaucoup de ceux que l'on observe dans les sédiments de Biot. Il s'agit d'une microfaune peu profonde référable à l'Infra ou tout au plus au sommet du Circalittoral (Détritique côtier actuel) qui devait correspondre à une topographie littorale maintenant submergée (flexurée ou faillée) en bordure du canyon de la Cassidagne.

La présence d'espèces disparues actuellement, *Dorothia gibbosa*, *Asterigerina planorbis*, *Amphistegina hauerina*, amène à attribuer à cette microfaune un âge vraisemblablement pliocène, en tout cas antérieur au refroidissement Quaternaire.

Une roche assez analogue affleure dans la zone supérieure du canyon de Planier, elle n'a malheureusement jamais été draguée en place. Des morceaux roulés ont été ramenés, mêlés à de la vase actuelle, notamment lors du dragage 1051 ($\varphi = 43^{\circ}06'47''$ N - G = $5^{\circ}13'30''$ E) effectué par 350 m de fond. L'affleurement se trouve donc à une profondeur inférieure à 350 m.

Il s'agit d'une calcarénite à Mélobésiées de grande taille contenant une microfaune de type peu profond riche en Textulaires et Astérigerines. Ce faciès paraît correspondre à un biotope circalittoral supérieur et à une profondeur n'excédant pas 50 m.

Bien qu'aucune formation strictement côtière n'ait été draguée pour le moment, les dépôts précédents traduisent un milieu littoral permettant de situer approximativement l'emplacement du rivage pliocène au large d'une région rigoureusement dépourvue d'affleurements de cet âge.

2/ Les sédiments plus profonds

Ce sont des marnes assez sableuses, mêlées à des grès, qui ont été draguées à la profondeur de 250 m ($\varphi = 43^{\circ}08'10''$ N; G = $5^{\circ}27'15''$ E). Cet affleurement se situe donc dans la même région que la formation littorale décrite précédemment.

La microfaune, également Pliocène, comporte un mélange d'espèces benthiques littorales et de formes plus profondes :

Textularia sp. ; *Quinqueloculina seminulum*, *Sigmoilina celata* ; *Spiroloculina canaliculata*, *Lenticulina calcar*; *L. cultrata* ; *L. rotulata*, *Marginulina costata*; *N. glabra*; *Lagenodosaria scalaris*. *Glandulina* sp. ; *Uvigerina tenuistriata* var. *siphogenerinoides*; *Angulogerina angulosa* ; *Hopkinsina bononiensis*; *Bolivina* sp. div.; *Bulimina* sp. div.; *Loxostomum* sp. ; *Reussella spinulosa*, *Virgulina complanata* ; *Cassidulina carinata* ; *C. crassa* ; *Pullenia bulloides* ; *Sphaeroidina bulloides*; *Nonton boueanum*; *N. soldani*; *Plectofrondicularia* sp.; *Cancris oblongus* ; *Valvulineria bradyana* ; *Discorbinella bertheloti* ; *Rosalina obtusa* ; *Gyroldina umbonata*. *Anomalina ornata* ; *Anomalina* cf. *grosserugosa* ; *Planulina ariminensis* ; *Cibicides lobatulus* ; *C. pseudoungerianus* ; *Epistomina elegans*; *Lamarchina scabra* ; *Asterigerina planorbis* ; *Asterigerinata mamilla* ; *Elphidium macellum* ; *E. complanatum* ; *Ammonia beccarii*.

On peut considérer ce sédiment comme une vase circalittorale ou bathyale comportant une importante fraction détritique remaniée. Les foraminifères littoraux déplacés confirment cette hypothèse. Les formes pélagiques sont abondantes et constituent 75 % environ de l'assemblage. La présence de *Globigerina pachyderma*, représentée par un certain nombre d'exemplaires de grande taille, pourrait être le signe d'un début de refroidissement du climat et indiquer un Pliocène final.

Les relations stratigraphiques entre les deux faciès du Pliocène décrits ci-dessus ne peuvent être précisées à partir de ces prélèvements isolés et il n'est pas possible, pour le moment, de préciser s'il s'agit de deux formations contemporaines correspondant à deux étages bathymétriques liés à un même plan d'eau. Il est possible également que l'on soit en présence de deux stades successifs. Enfin, il est vraisemblable que, depuis leur dépôt, ces témoins ont été soumis à des mouvements récents qui, comme pour les témoins quaternaires, ont pu modifier leur position.

III - CONCLUSIONS

L'étude de ces quelques affleurements pliocènes montre qu'il est possible de reconnaître l'influence sur la microfaune d'au moins deux facteurs écologiques principaux, la nature du fond et la variation de profondeur, qui d'ailleurs, interfèrent plus ou moins suivant les cas.

Les microfaunes des sédiments grossiers sont le plus souvent riches en espèces littorales -soit qu'il s'agisse d'un biotope côtier (sables de plage, fonds terrigènes côtiers, sables coquillers infralittoraux)- soit que l'on soit en présence d'un matériel détritique sédimenté à une profondeur plus grande, mais constitué en grande partie de débris provenant des horizons supérieurs : dépôts de pieds de falaises riches en éléments coralligènes et aussi en éléments infralittoraux ; fonds détritiques circalittoraux.

Les sédiments vaseux, par contre, sont susceptibles de se rencontrer, sans interruption, depuis les petits fonds jusqu'au domaine bathyal. Outre un fond vasicole ubiquiste, on y rencontrera donc, à chaque niveau, un ensemble faunistique en équilibre avec les conditions bathymétriques. Comme dans les milieux actuels les échelles bathymétriques, etc... fondées sur les Foraminifères, pourront être établies uniquement dans les régions uniformément vaseuses de la côte jusqu'aux plus grandes profondeurs.

A - Description des principaux types de microfaune

(En fonction de la nature du sédiment et, le cas échéant, de la profondeur).

1/ La microfaune des sables

La microfaune des sables pliocènes considérés varie peu d'un échantillon à l'autre : il semble que les peuplements côtiers de cette époque n'aient pas présenté la variété considérable que l'on observe de nos jours. A moins que des mélanges de microfaunes issues de biotopes voisins aient finalement donné pour résultat une homogénéité apparente des assemblages.

La plupart des sédiments apparaissent comparables aux sables fins côtiers actuels, plus ou moins mêlés d'éléments provenant de peuplements végétaux - (algues ou phanérogames ?).

Le fond commun à ces divers sédiments est en effet formé par de nombreux *Rotaliidae*, *Nonionidae*, *Elphidiidae*, tandis que l'apport des "herbiers" est représenté - comme actuellement - par de nombreux *Cibicides* (montrant souvent les traces d'un enroulement autour d'un support cylindrique), *Planorbulina*, *Rosalina*, etc...

Aucun de ces peuplements ne paraît cependant être l'homologue exact des herbiers de Posidonies tels que nous les connaissons aujourd'hui.

La présence de *Bolivina* ou d'autres *Bulminidae* ainsi que celle de *Lagenidae* signale les sédiments les plus fins - voire envasés.

Remarquons qu'*Asterigerina planorbis* (forme éteinte) est banale dans ces fonds. *Dorothia gibbosa* (forme arénacée, éteinte également) pourrait avoir un habitat assez comparable à celui d'*Eggerella scabra* : sables fins littoraux et vase côtière.

Il faut enfin souligner la rareté des *Miliolidae* qui contraste avec leur abondance actuelle dans les peuplements infralittoraux.

Un autre type de sable, plus grossier, paraît correspondre à un biotope légèrement différent : plus riche en *Miliolidae* que le précédent, il comporte également des Amphistégines (*A. hauerina*). On est tenté de comparer ce biotope aux peuplements algaux et aux herbiers d'*Halophila* des portions chaudes de Méditerranée orientale où l'on retrouve de même l'association *Miliolidae*-*Amphistegina* (ici *A. madagascariensis*).

2/ La microfaune des calcarénites plus ou moins consolidées

Certains niveaux des calcaires de Biot contiennent une microfaune assez semblable à celle des sables précédents dont ils sont sans doute les équivalents. Cependant, en général, les formations contiennent aussi de nombreux débris roulés et usés : piquants d'oursins, fragments de Bryozoaires et d'organismes divers ; on peut alors les considérer comme des fonds détritiques.

Des accumulations à débris coralligènes se rencontrent contre les parois et dans les grottes supérieures du canyon de Régalon, ainsi que dans certains horizons du calcaire de Biot. Certaines de ces formations ont pu également s'édifier en dessous des peuplements côtiers et sont en grande partie formées de débris d'origine infralittorale.

3/ La microfaune des vases et la zonation bathymétrique

La comparaison des microfaunes trouvées dans un certain nombre de marnes pliocènes avec celles que l'on observe à diverses profondeurs dans les vases actuelles a permis une interprétation bathymétrique des premières en fonction des secondes.

- comme dans l'actuel, le stock vasicole apparaît en grande partie formé par des *Bulminidae*, des *Lagenidae* et des *Cassidulinidae* - ces deux dernières familles disparaissent dans les sédiments très côtiers.

- la microfaune permet, par analogie avec les milieux actuels, de séparer les sédiments à population strictement en place de ceux qui ont reçu un apport extérieur (sables, peuplements algaux, etc...).

- parmi les formes vasicoles certaines présentent une distribution trop large pour pouvoir être utilisées comme indicateurs bathymétriques : *Valvulineria bradyana*, et *Elphidium lidoense*, caractéristiques de vases terrigènes côtières actuelles, semblent être largement répandus dans les vases pliocènes. *Nonion boueanum*, quoique typiquement peu profond est cependant presque toujours présent. *Gyroidina umbonata*, et *Cancris oblongus* sont fréquemment rencontrés mais trop peu abondants pour avoir une signification précise. De même que *Dorothia gibbosa* qui, en sa qualité de Foraminifère arénacé, doit être, surtout, liée à la nature du fond.

TABLEAU - XXI

	MARNES							SABLES				
	La Colle	Biot Vaugren.	Pégomas	Nice		Régalon		E. Camargue	Biot		Régalon	Cassidagne
	LC	V3	P	BR	TA	R2	R4	Galéjon	B1	B4	RT	
TEXTULARIIDAE	<u>7,5</u>	<u>6,4</u>						+	<u>3</u>	<u>5</u>		<u>3</u>
<i>Textularia</i>	2,2	5,4						+	3	5		3
<i>Bigenerina</i>	5,3	1										
VERNEULLINIDAE	<u>2,9</u>	<u>1,5</u>	<u>2</u>	<u>2,6</u>					<u>1</u>	<u>1</u>		<u>1</u>
<i>Dorothia (D. gibbosa)</i>	1,5	1		1,3					1	1		1
<i>Eggerella</i>	0,7		2	1,3								
<i>Martinottiella</i>	0,7	0,5										
MILIOLIDAE	<u>2,9</u>	<u>1,5</u>	<u>2</u>			+	++	++	<u>1</u>	<u>1</u>		<u>5</u>
<i>Sigmoilina</i>	2,2	0,5				+	+					1
<i>Spiroloculina</i>	0,7	0,5				+	+					2
<i>Triloculina</i>			1					+				2
<i>Quinqueloculina</i>		0,5	1					+	1	1		
<i>Articulina</i>						+	+			+		
LAGENIDAE	<u>10,5</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5,2</u>		++	++	+	<u>1</u>	<u>1</u>		<u>4</u>
<i>Lagena</i>	0,7			1,3								3
<i>Lenticulina</i>	2,9	1	2									
<i>Dentatina</i>	3,2			3,9				+				
<i>Nodosaria</i>	3	2	2					+	1	1		3
<i>Marginulina</i>	0,7							+				
POLYMORPHINIDAE	<u>1,4</u>		<u>2</u>	<u>2,6</u>								
<i>Glandulina</i>	0,7			1,3								
<i>Guttulina</i>	0,7			1,3								
<i>Romulina</i>										+		
BULIMINIDAE	<u>34,5</u>	<u>40,4</u>	<u>36</u>	<u>37,8</u>	<u>23</u>	+++	+++	+++	<u>13</u>	<u>17</u>		<u>15</u>
<i>Bulina</i>	18	3,2	8	5,3	2	++	+	++	4	4		2
<i>Bolivina</i>	5,5	30	22	22,4	10	++	++	+++	5	6		5
<i>Loxostomum</i>	0,7			1	5	+	+	+	+	+		
<i>Uvigerina</i>	8,2	1	3		1			+	+	2		
<i>Angulogerina</i>	0,7	1		2,6	1	+	++	+				+
<i>Trifarina</i>	+	+					+					
<i>Reussella</i>	0,7	1	1	2,6	3				4	4		+
<i>Virgulina</i>	0,7	1	2	2,6	1			+		1		+
<i>Hopkinsina</i>		3,2		1,3		+		+			+	
CASSIDULINIDAE	<u>10,7</u>	<u>7,5</u>	<u>6</u>	<u>5,3</u>	<u>4</u>		+	++	<u>1</u>	<u>1</u>		<u>3</u>
<i>Cassidulinoides</i>	0,7		1									
<i>Cassidulina</i>	10	7,5	5	5,3	4		+	+	1	1		3
CHILOSTOMELLIDAE	<u>5,2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>2</u>				++				
<i>Pullentia</i>	4,5	1	2	2				++				
<i>Sphaeroidina</i>	0,7											
ELLIPSOIDINIDAE				<u>3,9</u>				+		<u>1</u>		
<i>Pleurostomella</i>				3,9				+		1		
NONIONIDAE	<u>1,5</u>	<u>7,5</u>	<u>20</u>	<u>6,6</u>	<u>17</u>	+++	++	++	<u>9</u>	<u>10</u>	+++	<u>7</u>
<i>Nonion</i>	1,5	6,5	18	6,6	16	+++	++	+			+++	7
<i>Astrononion</i>		1	2		1			+				
<i>Nonionella</i>								+				
HETEROHELICIDAE	<u>1,5</u>											
<i>Plectofrondicularia</i>	1,5											
DISCORBIDAE	<u>6,7</u>	<u>5,2</u>	<u>12,5</u>	<u>4,3</u>	<u>3</u>		+	+++	<u>5</u>	<u>5</u>	++	<u>6</u>
<i>Eponides</i>	1,5	3,2	4	4	2				1	1		2
<i>Gyroidina</i>	3		2				+	+				1
<i>Valvulineria</i>	1,5	1	6,5	1,3	1			++		1		+
<i>Cancris</i>	0,7	1							2	1		2
<i>Rosalina</i>								+	2	2		1
ANOMALINIDAE	<u>11,1</u>	<u>13</u>	<u>2</u>	<u>15,3</u>	<u>8</u>	+++	+++	++	<u>31</u>	<u>34</u>	++	<u>30</u>
<i>Cibicides</i>	10,4	13	2	14	8			++	30	34	++	30
<i>Anomalina</i>		+		1,3	+				1			
<i>Planulina</i>	0,7							+				
PLANORBULINIDAE		<u>2</u>			<u>1</u>				<u>6</u>	<u>4</u>		
<i>Gypsina</i>					1							
<i>Planorbulina</i>		2										
EPISTOMINIDAE	<u>0,7</u>							+				
<i>Epistomina</i>	0,7						+	+				
<i>Siphonina</i>							+					
CERATOBULIMINIDAE		<u>2</u>	<u>2</u>	<u>1,3</u>	<u>2</u>				<u>5</u>	<u>6</u>		<u>10</u>
<i>Asterigerina</i>		2	2	1,3	2				5	6		10
<i>(A. planorbis)</i>												
ELPHIDIIDAE	<u>2,2</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>28</u>	++	+	++	<u>15</u>	<u>10</u>	++	<u>13</u>
<i>Elphidium</i>	2,2	6	3	3	28	++	+	+			++	13
ROTALIIDAE	<u>0,7</u>	<u>1</u>	<u>6,5</u>	<u>3,9</u>	<u>15</u>		+	+++	<u>8</u>	<u>4</u>	++	
<i>Rotalia (R. granulata)</i>			+					+	2	1	+	
<i>Ammonia (A. Beccartii)</i>	0,7		+				+	++	6	3	++	
AMPHISTEGINIDAE		<u>2</u>							<u>1</u>	<u>1</u>		<u>1</u>
<i>Amphistegina</i>		2							1	1		1

- Enfin un certain nombre de critères permettent, d'évaluer approximativement la profondeur du dépôt :

a/ *Nonion*, *Rotalia Ammonia*, et, dans une certaine mesure, *Elphidium*, forment l'essentiel de la microfaune des vases très littorales. Le caractère saumâtre étant éventuellement souligné par *Ammonia beccarii tepida* et *Protelphidium paraliun*.

b/ L'abondance des *Textulariidae* et le rapport *Textularia/Bigenerina*. Il s'agit là de formes essentiellement circalittorales, surtout en ce qui concerne le genre *Textularia*.

Actuellement ce dernier n'est vraiment bien représenté qu'en dessous d'une trentaine de mètres et son optimum se situe de 40 à 100 m. Au delà il diminue progressivement au profit des *Bigenerina* qui abondent dans le Circalittoral inférieur et que l'on rencontre d'ailleurs, mais relativement moins abondantes, dans les sédiments bathyaux. Le remplacement progressif de ces deux genres l'un par l'autre, que l'on voit s'effectuer aussi bien dans les sédiments actuels que dans les niveaux pliocènes, permet de conclure à un phénomène très général et apporte une indication bathymétrique assez précise pour l'interprétation des séries tertiaires.

c/ Le rapport Bolivina/Bulimina

L'abondance des *Buliminidae* n'a pas, en elle même, de valeur bathymétrique, cette famille est toujours bien représentée dans tous les sédiments vaseux ou les sables fins. Cependant un renseignement intéressant est fourni par l'étude de la proportion relative des *Bulimina* par rapport aux *Bolivina*.

De nos jours, les *Bolivina* dominent nettement au-dessous de 80 m. Ce genre remonte jusque dans les tous petits fonds dans la mesure où le sédiment est riche en éléments fins ou colloïdaux (par exemple, dans les zones envasées de la calanque de Port Miou, à -9 m, on note une importante proportion de *Bolivina* mêlées à des éléments de l'herbier. Aux environs d'une centaine de mètres le rapport *Bolivina/Bulimina* s'inverse au profit de ces dernières qui dominent largement de 100 à 300 m - puis diminuent ensuite. Si bien qu'à partir de 400 m environ on retrouve des pourcentages assez faibles mais équivalents pour ces deux genres.

Il ne m'a pas été donné d'étudier des sédiments pliocènes aussi profonds mais, dans les limites que j'ai pu observer, on remarque que *Bolivina* et *Bulimina* subissent des variations de fréquence identiques à celles décrites dans les sédiments actuels (cf. fig. 17), ce qui permet de les considérer comme de bons indicateurs.

d/ Les formes de profondeurs.

Une seule famille paraît avoir une valeur certaine : les *Lagenidae*. La fréquence et la variété des représentants de cette famille semble en effet augmenter régulièrement avec la profondeur, dans les sédiments anciens comme dans les vases bathyales actuelles.

Certaines espèces, en outre, semblent, par leur seule présence, caractériser ces biotopes bathyaux : notamment *Epistomina elegans*.

Notons que si les *Cassidulinidae* et les *Chilostomellidae* varient *grosso modo* dans le même sens, que les *Lagenidae*, leur présence en nombre déjà considérable dans certains sédiments actuels peu profonds (golfe de Fos, Baie de Salonique, par exemple) limite leur valeur comme indice bathymétrique.

B - Tentative de reconstitution des "rias" pliocènes

L'examen des divers types de sédiments représentés dans la vallée de la Brague comme dans celle de la Durance et des vallons affluents (Régalon) permet de se représenter la riapliocène comme une juxtaposition de biotopes divers.

1/ Dans l'axe de la vallée une sédimentation marneuse, fine et régulière s'approfondissant de l'amont vers l'aval pour passer progressivement aux vases bathyales représentées soit dès l'embouchure soit au large. Des phénomènes de subsidence justifient la puissance atteinte dans certains cas par ces dépôts. La microfaune de ces marnes montre tous les intermédiaires entre les assemblages des vases côtières, des vases circalittorales et des vases profondes.

2/ En bordure, les sédiments vaseux, font localement place à des sables plus grossiers que la microfaune permet d'homologuer avec plus ou moins de précision à divers faciès littoraux actuels : sables fins terrigènes, peuplements végétaux du type "pelouse à Cymodocées", peuplements

de type "chaud" à Amphistégines. Les arrivées fluviales déterminent des zones à microfaune saumâtre.

3/ Le long des côtes rocheuses, au pied des falaises et des parois de grottes, se dépose un sédiment détritique à éléments coralligènes. Des formations à débris assez comparables (calcirudite) se constituent également à la limite inférieure des peuplements littoraux précédents. Elles sont formées en grande partie à partir d'éléments remaniés provenant des horizons supérieurs. Ces accumulations sont à l'origine des calcarénites à gros débris qui ont été trouvées en bordure des diverses vallées considérées et notamment à Biot. Dans cette localité la base de cette formations comporte également des éléments d'origine volcanique provenant d'une éruption contemporaine ou peu antérieure.

4/ Enfin l'étude d'un canyon permet de mettre en évidence, à une échelle réduite, des phénomènes de glissement du matériel sédimentaire qui doivent s'effectuer de nos jours également dans toute vallée sous-marine suffisamment abrupte : glissements successifs en milieu profond de masses d'argiles et de sables provenant des horizons littoraux (J. BOURCART, M. GENNESSAUX, J.J. BLANC, etc...).

C - Le pliocène au large des côtes de Provence Occidentale

Entre le Rhône et l'Argens, le Pliocène, qui n'affleure pas sur le continent a été retrouvé, en dragage, en bordure du précontinent et sur la pente continentale. Dans cette zone il est représenté par des faciès essentiellement détritiques : sables littoraux et sables vaseux bathyaux mais comportant une fraction encore importante de débris et de Foraminifères remaniés. Le faciès des marnes plaisanciennes typiques semble ne pas exister dans cette région et aux profondeurs considérées. Des campagnes de recherches ultérieures permettront peut-être de le rencontrer sous les vases actuelles, sur les pentes des canyons par exemple.

La situation à des profondeurs de 200 m au moins des témoins pliocènes littoraux au large des côtes de Provence témoignent d'un enfoncement récent du domaine marin dans cette zone. Phénomène qui se trouve confirmé par la position également rabaissée des témoins marins quaternaires (cf. chapitre II).

CHAPITRE II

LES FACIÈS DU QUATÉRNAIRE ET LES ASSEMBLAGES DE FORAMINIFÈRES

L'étude des microfaunes quaternaires rencontre un certain nombre de difficultés qui tiennent essentiellement au caractère très fragmentaire et dispersé des affleurements. Ces derniers, en effet, se présentent sous forme de lambeaux isolés correspondant à des dépôts de faciès et d'âges divers.

Il est délicat, dans ces conditions, de comparer les microfaunes des divers affleurements pour reconstituer les caractères et la répartition des biotopes représentés à une époque donnée car il est souvent difficile d'affirmer le synchronisme de certains dépôts. L'étude de la variation des conditions écologiques au cours du temps rencontre, de mêmes, quelques difficultés, la plupart des dépôts correspondent en effet à des tranches de temps assez limitées.

Une deuxième complication est liée à la situation actuelle de ces témoins qui s'échelonnent -suivant les régions- entre 110 m d'altitude à Monaco jusqu'à plus de 300 m au-dessous du niveau de la mer au large de Marseille. Il devient ainsi hypothétique de relier entre eux des dépôts situés cependant dans des secteurs voisins mais dont les uns ont été manifestement rabaissés depuis leur mise en place tandis que les autres pourraient avoir été surélevés. Dans ce travail, comme dans les "approches" concernant les temps quaternaires, il nous faut tenir le plus grand compte de l'importance des déformations relatives d'origine tectonique, souvent variées : failles, flexures et isostasie.

Nous considérerons successivement deux groupes de sédiments :

1/ Les "niveaux" émergés de la région de Nice Monaco

Echelonnés de 110 à une dizaine de mètres, entre Nice et la frontière italienne, ces niveaux conservés isolément dans quelques emplacements privilégiés -grottes et surplombs principalement- sont les témoins, en général côtiers, de stationnements de la mer au cours du Quaternaire, -depuis le Calabrien, vraisemblablement, jusqu'au Tyrrhénien-. A quelques dizaines de kilomètres plus à l'Ouest, la région de Biot-Vaugrenier porte également les traces d'une transgression quaternaire dont les sédiments seront également considérés.

2/ Les témoins de la Provence occidentale :

En grande majorité immergés, ces derniers semblent constituer des affleurements plus importants et plus continus que les précédents. Cependant leur extension demeure encore incomplètement connue en raison du caractère discontinu et assez aléatoire des moyens d'investigation : plongées, dragages, etc...

Les fragments examinés montrent que l'on a affaire, le plus souvent, à des sédiments de type circalittoral. La microfaune, plus nettement différenciée, permet de préciser le biotope. On reconnaît dans certaines formations les associations de type Nord-atlantique caractéristiques des périodes glaciaires. D'autres, au contraire, peuvent être interprétées comme des horizons transgressifs (Tyrrhénien ?).

Quelques niveaux littoraux -émergés ou immergés- viennent compléter nos connaissances sur le Quaternaire marin de ces régions.

I - LES TEMOINS EMERGES DES ALPES MARITIMES

A - Les sédiments quaternaires de Vaugrenier

Le Quaternaire est représenté, dans la région de Vaugrenier (F. OTTMANN 1963), par des dépôts saumâtres (au lieu dit "les Maurettes") et par des sables marins surmontant les marnes plaisanciennes. Ces sables atteignent l'altitude de 30 m. On peut les observer au Sud du Château de Vaugrenier. Un niveau de galets est parfois visible à la base de la formation (coupe visible sous un pont enjambant l'autoroute).

Le niveau saumâtre (marnes à *Cardium*) présente une microfaune classique à *Ammonia beccarii tepida* et à *Nonionidae*. Par contre les sables transgressifs contiennent un ensemble de Foraminifères beaucoup plus intéressants. On trouve les espèces suivantes :

Textularia cf. *sagittula*; *Textularia* sp.; *Bigennerina nodosaria*; *Spiroloculina excavata*, *Sigmoilina tenuis*; *Sigmoilina* sp. *Fissurina marginata*; *B. costata*; *B. pyrula*, *B. gibba*; *Bolivina punctata*; *B. subspinescens*; *B. pseudoplicata*; *B. spathulata*; *B. dilatata*; *B. aenariensis*; *Loxostomum alatum*; *L. limbatum*; *Angulogerina angulosa*; *Uvigerina* sp.; *U. tenuistriata* var. *siphogenerinoides*; *Reussella spinulosa*; *Trifarina bradyi*; *Hopkinsina bononiensis*; *Virgulina complanata*; *Cassidulina carinata*; *C. oblonga*; *C. crassa*; *Pullenia bulloides*; *Pleurostomella* sp.; *Nonion boueanum*; *N. granosum*; *Nonionella turghida*; *Rosalina globularis*, *R. globularis* var. *bradyi*; *Eponides umbonata*; *Eponides praecinctus*; *Valvulineria bradyana*; *Anomalina* cf. *grosserugosa*; *Planulina ariminensis*; *Cibicides lobatulus*; *C. refulgens*, *C. boueanus*; *Asterigerina planorbis*; *Asterigerina mamilla*; *Protelphidium paratium*; *Elphidium complanatum*; *E. macellum*; *E. macellum* var. *aculeatum*; *E. advenum*; *Planorbulina mediterraneensis*; *Ammonia beccarii*; *Rotalia granulata*; *Amphistegina hauerina*.

Les espèces pélagiques (12 % du total de la microfaune) sont représentées par *Globigerina bulloides*; *Globigerinoides ruber*; *G. conglobatus*, *Globigerina pachyderma* (1 exemplaire), *Globorotalia scitula*.

Le premier examen de cette liste montre l'abondance des formes pliocènes - abondance qui ne peut s'expliquer que par un remaniement des marnes plaisanciennes situées en dessous. Dans ce cas il faut également admettre qu'une partie au moins des autres formes - dont la répartition stratigraphique va du Tertiaire jusqu'à l'actuel - doit avoir la même origine.

En comparant les fréquences des principales formes trouvées dans les marnes pliocènes et dans les sables quaternaires on peut constater un certain nombre de différences ce qui permet de séparer, dans ses grandes lignes tout au moins, l'apport quaternaire du stock pliocène remanié.

Le tableau n° 23 montre que la microfaune des sables se distingue par :

- une diminution de la fraction pélagique (qui passe de 20 à 12 %), des *Bulminidae* (40 à 28 %), des *Lagenidae* (3 à moins de 1 %), des *Cassidulinidae* (7,5 à 4,8), des *Textulariidae* (6,4 à 0,4 %) et même, peut être, des *Chilostomellidae* (1 à 0,6 %) et des *Amphisteginidae* (2 à 1 %).

- une augmentation, au contraire, d'une autre série de familles dont la plupart des représentants peuvent, de ce fait, être considérés comme autochtones : *Nonionidae* (7,5 à 15,5 %) : *Elphidiidae* (13 à 18,6 %), auxquels il faut ajouter *Asterigerinata mamilla* (0 à 3,6 %) espèce fréquente dans les sables coquillers infralittoraux.

On peut supposer que ce sable s'est constitué, sous une tranche d'eau assez faible, à partir d'un lessivage de substratum marneux. Les Foraminifères de ce dernier, remis en suspension, ont pu alors se trouver mélangés avec une microfaune en place. Mais alors que les premiers constituaient un assemblage typique des fonds vaseux - comparable à celui de la vase terrigène côtière actuelle - les formes plus récentes sont, au contraire, en majorité des espèces des fonds infralittoraux sableux ou coquillers.

Cette explication ne peut être évidemment qu'une hypothèse ; cependant un tel mélange d'espèces d'âge différent a pu être constaté à plusieurs reprises dans des conditions sédimentologiques analogues : transgression sur un substratum marneux. Avancée une première fois pour les sédiments du Galéjon, cette interprétation paraît également valable pour certains niveaux de la Colle sur Loup.

Dans cette région (H. de LUMLEY, 1963), les marnes plaisanciennes sont localement ravinées et surmontées, à l'altitude de plus 160 mètres environ, par un cordon littoral dont la matrice sableuse renferme des Foraminifères (oscillation positive survenue au cours de la régression pliocène ? Quaternaire ancien ?). La microfaune des marnes est, on l'a vu, du type "vase bathyale" ou circalittoral assez profond ; les mêmes espèces se rencontrent dans les sables du cordon, augmentées d'un ensemble de formes côtières (*Cibicides* - *Planorbulina*...) qui n'étaient que peu ou pas représentées dans le niveau précédent.

TABLEAU - XXIII

Comparaison de la microfaune contenue dans les marnes pliocènes de Vaugrenier et dans les sables quaternaires qui les surmontent

Familles	Marnes pliocènes	Sables quaternaires
<i>Textulariidae</i>	6,4	0,6
<i>Verneullinidae</i>	1,5	
<i>Mitolidae</i>	1,5	1,8
<i>Lagenidae</i>	3	
<i>Buliminidae</i>	40,5	28
<i>Cassidulinidae</i>	7,5	4,8
<i>Chilostomellidae</i>	1	0,6
<i>Nonionidae</i>	7,5	15,5
<i>Discorbidae</i>	5,2	5,5
<i>Anomalinidae</i>	13	18,6
<i>Planorbulinidae</i>	2	2
<i>Ceratobulminidae</i>	2	2
(<i>A. planorbis</i>)	(2)	(2)
(<i>A. mamilla</i>)		(8)
<i>Elphidiidae</i>	6	12
<i>Rotaliidae</i>	1	3,6
<i>Amphisteginidae</i>	2	1

B - La région de Nice à Menton

Le long de cette portion de côte, de nombreux témoins de Quaternaire marin, échelonnés à des altitudes diverses sont devenus classiques. Je considérerai successivement :

1/ Les témoins de 108-110 m : grotte du Vallonet, grottes supérieures de Grimaldi.

2/ Le rivage de 83-90 m environ : gisements de Monaco-Beausoleil.

3/ Les niveaux de 25-30 m et principalement la grotte du Lazaret, à Nice, le gisement du Bd des Moulins à Monaco, les niveaux de la pointe de la Vieille et du Cap Martin.

4/ Les sédiments tyrrhéniens situés en majorité vers 10-12 m, certains de ces niveaux contenaient le Strombe (*Strombus bubonius*).

En outre, certains sables localisés plus haut (23 m) dans les grottes de Grimaldi pourraient être rattachés à ce stade dont ils constitueraient les faciés très littoraux.

1/ Les niveaux de 108-110 m

a/ La grotte du Vallonet :

Cette grotte, qui s'ouvre à plus de 100 mètres d'altitude sur le territoire de Roquebrune - Cap Martin, montre, à 108 m environ, les traces d'une transgression marine qui a raviné le rocher et les concrétions stalagmitiques antérieures. Dans les anfractuosités, on observe des perforations de Lithodomes et des dépôts marins attribués au Quaternaire ancien (Calabrien) d'après leur macrofaune (H. de LUMLEY 1965, p. 188).

Le sédiment étudié a été prélevé à l'intérieur des coquilles - notamment *Gryphaea virleti* Desh. et *G. cucullata* Born. La microfaune comprenait notamment les formes suivantes :

Fragments de Foraminifères arénacés (*Reophax*, *Ammobaculites* ?), *Dorothia gibbosa*, *Ramulina globulifera*, *Bolivina* cf. *dilata*, *B. aenariensis*, *B. pseudoplicata*, *Cassidulina corinata*, *Nonion* cf. *scaphum*, *Anomalin* cf. *ammonoides*, *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, (très abondants tous les deux), *Planulina ariminensis*, *Asterigerinata mamilla*, *Asterigerina planorbis*, *Elphidium macellum* (très abondants), *E. complanatum*, *Rotalia granulata*, *Ammonia beccarii*.

Outre son caractère très littoral, cette microfaune présente des affinités tertiaires certaines (*Dorothia gibbosa*, *Asterigerina planorbis* etc...).

Il est possible qu'il s'agisse là de Foraminifères du Poudingue de Roquebrune voisin, vaste delta et formations diverses s'étageant du Miocène au Pliocène. A titre de comparaison, un prélèvement a été effectué dans cette série, à proximité et au-dessus de la grotte du Vallonet. Il s'agit

d'une lentille sablo-argileuse intercalée dans les galets. La microfaune s'est révélée formée pour 50 % d'espèces pélagiques, le reste étant constitué par des *Bulminidae* et des *Lagenidae* principalement. Cet assemblage est assez différent du précédent. Il indique que l'apport fluviatile (galets) s'est effectué en milieu marin déjà assez profond. Au contraire, le Vallonnet évoque un faciès essentiellement littoral. Dans ces conditions, sans pouvoir exclure totalement la possibilité d'un remaniement d'affleurements antérieurs, on est en droit de supposer que le sédiment du Vallonnet puisse représenter le dépôt côtier d'une mer du Quaternaire ancien contenant encore un certain nombre de reliques pliocènes.

b/ Un autre sédiment a été également prélevé à la même altitude dans une grotte située à la frontière italienne, près de Grimaldi. La microfaune, également littorale, était moins riche. Outre les *Cibicides* et les *Elphidium*, toujours nombreux on ne peut guère citer que *Ammonia beccarii* et *Nonion cf. scaphum*.

2/ Les niveaux de 90-95 mètres

a/ Le plus riche en Foraminifères est le gisement dit de la "rue de la Source" à Beausoleil.

Il s'agit d'un sédiment meuble, sableux, contenant les espèces suivantes : nombreux fragments de Miliolles, notamment *Quinqueloculina seminula* et *Q. rugosa*, *Cibicides* (*C. lobatulus* très abondant, et *C. refulgens*) nombreuses *Planorbulina mediterraneensis* très nombreuses *Ammonia beccarii*, *Elphidium crispum* (abondants) *Asterigerinata mamilla*.

Cette liste correspond à un assemblage très littoral (nombreuses *Ammonia*). Les espèces sont toutes actuelles et constituent un peuplement comparable à celui que l'on rencontre actuellement dans les herbiers de Posidonies par des profondeurs parfois très faibles.

b/ Les autres niveaux sont formés de matériel beaucoup plus cimenté. Ces faciès de calcarénites de rencontrent en plusieurs points de la principauté de Monaco. Citons les principaux témoins examinés :

Rue Bellevue : calcaire détritique à *Miliolidae* constituant le point de départ de concrétionnements calcaires et ferrugineux ébauchant des oolites. On a parfois de véritables oolites ferrugineuses édifiées à partir d'un Foraminifère et noyées dans un ciment calcitique cristallin très clair.

Il s'agit sans doute d'un talus coralligène repris en faciès de plage (les Foraminifères sont indéterminables).

Hôpital de Monaco : calcaire isométrique à ciment calcitique grenu. Quelques plages micro-bréchiques à éléments dolomitiques (issues du substratum). Débris de tests, algues, Echinides, Foraminifères. Certains débris sont pseudo-oolitiques. Là aussi il s'agit probablement d'un talus coralligène.

Foraminifères : on trouve surtout des *Anomalinidae* (*Cibicides lobatulus*) et des *Miliolidae* (*Quinqueloculina seminulum*, *Q. vulgaris*, *Q. longirostra*) avec en outre, quelques *Elphidium crispum*, (*Elphidiidae*) et *Ammonia beccarii* (*Rotaliidae*).

Boulevard de Belgique : même faciès que précédemment mais plus hétérométrique. Des inclusions bréchoïdes d'un calcaire très recristallisé indiscernable (Jurassique ?). Toujours des fragments de tests. Les Foraminifères sont les mêmes que dans l'échantillon précédent.

Boulevard du Jardin Exotique : Calcarénite assez isométrique issue d'un "coralligène de pied de talus". Les éléments détritiques y sont brisés et très remaniés. Le broyage est assez poussé. Quelques pseudo-oolites à partir des *Miliolidae* : grains de glauconie détritique provenant vraisemblablement du substratum (Cénomaniens).

A l'exception de quelques *Elphidium*, les Foraminifères sont constitués par d'assez nombreuses Miliolles presque toutes indéterminables.

D'un point de vue écologique, ces hauts niveaux présentent tous une microfaune très peu profonde. L'assemblage, bien que plus difficile à définir en raison de la consolidation du matériel, paraît voisin de celui de la rue de la Source-toutefois beaucoup plus pauvre. On peut l'interpréter comme une formation détritique (débris de "matte" ou de formations coralligènes accumulées au pied de falaises rocheuses).

Il faut souligner la présence des fragments oolitiques, très ferrugineux, qui semblent indiquer un climat chaud, souvent favorable à la formation des "beach-rocks" (A. GUILCHER, W. NESTEROFF, J. J. BLANC). En outre, les oolites et pseudo-oolites (pellets) s'élaborent dans des eaux chaudes

agitées, a forte réserve alcaline, par petits fonds fréquemment situés au voisinage d'un herbier générateur de CO₂ dissout (Bahamas, Golfe de Gabès, Etang de Sigean, etc... cf. ILLING, GINSBURG CASTANY et LUCAS, RIVIERE et VERHNET, etc...). Par leur position stratigraphique et leur recouvrement cryoclastique, souvent complexe, de telles formations peuvent être assimilées, avec beaucoup de prudence, au cycle du Sicilien au sens large.

3/ Les niveaux de 25-30 mètres

De nombreux témoins ont été signalés entre Nice et Menton à des altitudes allant de 20 mètres environ à 33 mètres. Les principaux sont les sédiments du Lazaret (puits devant la grotte Lympia, vers 20 m), les témoins du Vallon de St Laurent d'Eze, de la pointe de La Veille, (tous les trois entre 20 et 25 m, IAVORSKY 1963-1964) et enfin les sables marins et les galets découverts plus récemment sous la place des Moulins à Monaco.

Il est difficile de préciser l'âge relatif de ces dépôts. La question se pose en particulier de savoir si les sédiments, déposés à peu près à la même altitude, correspondent à un même stationnement de la mer ou à des stades différents. On peut également se demander si tous les sédiments correspondent à la ligne de rivage elle-même ou s'ils ont été au contraire, déposés à une certaine profondeur. Je ne reviendrai pas sur ces problèmes maintefois abordés (BONIFAY, IAVORSKY, LUMLEY), et toujours d'actualité.

Sans pouvoir séparer chronologiquement les divers niveaux, la microfaune apporte quelques compléments écologiques sur les conditions de dépôts de certains d'entre eux et leur bathymétrie relative.

Les plus riches en Foraminifères sont les sédiments du Lazaret et ceux de la place des Moulins :

a/ Place des Moulins (témoins supérieur + 30 m)

<i>Anomaliniidae</i>	: 87,4 %	(<i>Cibicides lobatulus</i> et <i>C. refulgens</i>)
<i>Elphidiidae</i>	: 8 %	(<i>Elphidium macellum</i>)
<i>Discorbidae</i>	: 2,3 %	(<i>Rosalina vilardeboana</i>)
<i>Buliminidae</i>	: 1,7 %	(<i>Bolivina pseudoplicata</i> , <i>Bolivina</i> sp.)
<i>Cassidulinidae</i>	: 0,6 %	(<i>Cassidulina carinata</i>)

Place des Moulins (témoin inférieur : conglomérat marin à + 24 m, dans la grotte).

<i>Anomaliniidae</i>	: 68 %
<i>Elphidiidae</i>	: 4 %
<i>Discorbidae</i>	: 8 %
<i>Buliminidae</i>	: 6 %
<i>Miliolidae</i>	: 14 %

b/ Le Lazaret :

<i>Anomaliniidae</i>	: 28 %	(<i>C. lobatulus</i> , <i>C. refulgens</i>)
<i>Elphidiidae</i>	: 30 %	(<i>E. macellum</i> , <i>E. crispum</i> , <i>E. advenum</i> , <i>E. cf. excavatum</i>)
<i>Nonionidae</i>	: 1 %	(<i>Nonion</i> sp.)
<i>Discorbidae</i>	: 10 %	(<i>Rosalina globularis</i> , <i>Neoconorbina terquemi</i> , <i>N. williamsoni</i> , <i>Gyroidina</i> sp.)
<i>Miliolidae</i>	: 8 %	(<i>Quinqueloculina stelligera</i> , <i>Q. italica</i> , nombreux débris...)
<i>Buliminidae</i>	: 12 %	(dont 10 % de <i>Bolivina</i> (<i>Bolivina tortuosa</i> , <i>B. cf. punctata</i> , <i>B. spathulata</i> , <i>B. cf. robusta</i> , <i>Bolivina</i> sp. <i>Bulimina marginata</i> , <i>Uvigerina cf. peregrina</i>)
<i>Cassidulinidae</i>	: 3 %	(<i>Cassidulina carinata</i> , <i>C. crassa</i>)
<i>Lagenidae</i>	: 6 %	(<i>Fissurina</i> , <i>Oolina</i> , <i>Dentalina</i>)
<i>Textulariidae</i>	: 2 %	(<i>Textularia sagittula</i>)

On trouve, de plus, une importante fraction pélagique (10 % du total de la microfaune) avec surtout *Globigerina bulloides* et *Orbulina universa*.

c/ A côté de ces riches microfaunes, les sédiments de St Laurent d'Eze ne contiennent que quelques *Elphidium* (*E. macellum* surtout) et *Cibicides* (*C. lobatulus* et *C. refulgens*).

d/ A la pointe de la Vieille on trouve (L. BLANC VERNET in IAVORSKY 1963) de nombreux *Miliolidae* (10 à 15 % suivant le prélèvement), *Anomalinidae* (20 %), les *Elphidiidae* peuvent atteindre jusqu'à 30 %. Les *Planorbulinidae*, (*P. mediterraneensis*) sont bien représentées (5 à 10%) et les *Discorbidae* assez fréquents. Le reste de l'assemblage est formé par des *Bulminidae* (7-8 %), des *Cassidulinidae* (7-8 % également). Les espèces pélagiques constituent environ 10 à 15 % de la microfaune.

La comparaison de ces microfaunes montre bien que tous ces dépôts ne sont pas écologiquement - et même bathymétriquement comparables. On doit distinguer :

- d'une part, les sédiments de la place des Moulins : tous deux très littoraux, ils peuvent s'être déposés à une profondeur de 0 à 15 m environ.

- d'autre part, les autres témoins qui ne paraissent pas être des formations strictement côtières. Ils ne sauraient s'apparenter à des sables de plage. Ce fait est attesté par l'importance des *Bulminidae* et *Cassidulinidae*. Ceci est surtout net au Lazaret ou apparaissent, en outre, *Lagenidae* et *Textulariidae*. Si on se réfère aux biotopes actuels, la présence de ces formes, notamment les *Cassidulinidae*, en nombre appréciable dans un sédiment ne s'observe qu'à une certaine distance de la côte. En outre, elles apparaissent d'autant plus tôt et sont d'autant mieux représentées que le sédiment est plus vaseux.

L'absence ou la rareté des *Rotaliidae*, abondantes habituellement dans les sables côtiers, vient confirmer cette manière de voir.

Si on se réfère à la répartition actuelle des Foraminifères, on est amené à attribuer ces microfaunes à la base de l'Infralittoral voire au Circa-littoral. Dans cette hypothèse, ces sédiments seraient à rattacher à un littoral situé plus haut que le précédent.

4/ Les sédiments tyrrhéniens

Les échantillons étudiés proviennent des grottes de Grimaldi.

a/ La microfaune du niveau tyrrhénien de la Barma Grande où a été découvert le *Strombus bubonius* L. a été étudiée dès 1950 par ACCORDI qui a particulièrement insisté sur le polymorphisme de *Cibicides lobatulus*. L'auteur distingue, en effet, outre la forme classique, sept variétés morphologiques de cette espèce. Il semble cependant qu'il s'agisse là des multiples aspects présentés par *C. lobatulus*, dans la plupart des milieux actuels et notamment dans les herbiers. Le test au cours de sa croissance prenant des formes variées et contournées qui dépendent essentiellement de la forme du substrat sur lequel il est adhérent (tiges, feuilles, fragments coquillers, etc...).

Les espèces présentes sont les suivantes : *Quinqueloculina reticulata* var. *carinata*, *Q. seminulum*; *Q. stelligera*; *Q. rugosa*; *Q. rhodiensis* Parker; *Quinqueloculina* cf. *berthelotiana*; *Triloculina trigonula*; *T. laevigata*; *Nonion asterizans*; *Elphidium macellum*; *E. advenum*; *E. cf. complanatum*; *Ammonia beccarii*; *Rotalia granulata*; *Asterigerinata mamilla*; *Rosalina globularis* var. *bradyi*; *R. obtusa*; *R. vilardeboana*; *Cibicides lobatulus*; *Cibicidella variabilis*; *Planorbulina mediterraneensis*; *Bolivina* sp.

Les Foraminifères sont dans un état de fraîcheur remarquable qui contraste avec les tests en général plus érodés que l'on trouve dans les niveaux décrits précédemment. L'assemblage est exactement celui des herbiers de Posidonies et les tests ne paraissent pas, dans l'ensemble, être plus abîmés ou brisés que ceux que l'on trouve actuellement dans les sédiments de "matte" ou de chenaux intermatte.

Il s'agit d'une formation qui paraît en place et qui a dû se former sous plusieurs mètres d'eau.

b/ A la grotte du Prince, le sédiment, plus pauvre en Foraminifères, paraît être le résultat d'une accumulation d'éléments détritiques ayant pour origine, non seulement l'herbier (microfaune assez analogue à la précédente) mais aussi les peuplements coralligènes des parois avoisinantes.

Il faut envisager aussi, la contribution, très probable, d'éléments remaniés plus anciens issus de niveaux marins antérieurs, plaqués contre les parois calcaires et récemment découverts par L. BARRAL et S. SIMONE, (Etudes pétrographiques en cours et travail en préparation, en liaison avec le Laboratoire de Géologie du Centre d'Océanographie d'Endoume).

De toute façons et quelques soient leurs particularités propres, les sédiments que l'on trouve vers 11 m dans ces grottes se sont déposés alors que le niveau supérieur de la mer se situait bien plus haut. On sait qu'un modelé littoral s'observe dans ces grottes à l'altitude de 22-23 m (rainures d'abrasion, limite supérieure des perforations de Lithophages) et que les rapports entre cette ligne de rivage et le dépôt formant le radier de la grotte du Prince a donné lieu à quelques controverses. Si l'on considère la composition de la microfaune, il paraît tout à fait vraisemblable d'attribuer à un même stationnement de la mer, d'une part les couches tyrrhéniennes, et d'autre part la ligne de rivage de 22 mètres.

A cette même altitude, et à peu de distance, on observe à la grotte Constantini, une poche de sable conservé dans une anfractuosité du rocher. Ce sable contient une microfaune très littorale constituée pour 62 % de *Rotaliidae* (*Ammonia beccarii* surtout et quelques *Rotalia granulata*). Il s'y ajoute des *Elphidium* (*E. macellum*), des *Cibicides* (*C. lobatulus*) et quelques *Discorbidae*. Sans doute s'agit-il d'un dépôt de plage ou tout au moins d'un témoin tout à fait côtier du Tyrrhénien.

II - LA PROVENCE OCCIDENTALE

Dans cette région, les témoins marins quaternaires émergés sont très rares. Certains sont connus depuis longtemps (Les Lecques, Bandol, etc...) d'autres découverts plus récemment (Iles du Frioul, grotte du Cap Ragnon) mais de toutes façons il s'agit d'un matériel littoral, sables ou galets, déposé le long de l'ancien rivage et le plus souvent surmonté de formations dunaires. Les Foraminifères sont parfois présents dans ces sédiments dont l'interprétation sera envisagée plus loin.

Par contre les affleurements immergés, reconnus par les draguage et les observations en soucoupe plongeante, paraissent beaucoup plus variés et plus étendus. La localisation et l'extension de ces formations comme celle des affleurements pliocènes ne sont pas encore complètement précisées et font l'objet d'un travail en cours (C. FROGET). Cependant l'étude de la microfaune permet dès à présent de distinguer quelques catégories distinctes parmi ces sédiments.

Les points correspondant aux divers prélèvements sont indiqués exactement dans la liste générale des stations, je me contenterai, dans le texte, d'indiquer la région considérée (canyon de Planier, de Cassidagne, S. du banc des Blauquières, etc...).

A - Les témoins régressifs anciens

1/ Les formations consolidées

Deux plongées en "soucoupe plongeante J.Y. Cousteau", effectuées l'une dans le canyon de Planier par le Pr. DANGEARD et son équipe, l'autre au S. de l'île Riou par C. FROGET, ont révélé l'existence de séries anciennes submergées formées de gros bancs d'une calcarénite à ciment oxydé, riche en algues calcaires, en Foraminifères et en divers débris. Cette formation a été observée entre 170 et 300 mètres environ ; elle est surmontée localement, à une profondeur comprise entre 200 et 250 m, par la thanatocoenose würmienne classique : sédiment lessivé à grandes coquilles de *Modiolus modiolus* et *Cyprina islandica* notamment.

Par ailleurs, un dragage au Sud du banc des Blauquières par 250 m de fond a ramené une formation paraissant analogue aux deux précédentes.

La formation découverte à Planier a été étudiée en détail (DANGEARD, RIOULT, BLANC et BLANC-VERNET 1967 à l'impression). Celle située au Sud de Riou apparait très identique. Elle se caractérise par l'abondance des fragments d'algues de grandes tailles, de gros débris coquilliers, des piquants d'oursins et d'assez nombreux Foraminifères parmi lesquels il faut citer surtout de très nombreux *Elphidium*, de nombreuses *Millolidae* au test également ferrugineux, ainsi que de nombreuses *Planorbulinidae* (vraisemblablement des *Gypsina*) ; on rencontre également quelques *Textulariidae*, *Verneuilliniidae*. Certains tests paraissent référables au genre *Cibicides*, quelques gros *Rotaliidae* sont également visibles. Des *Lagenidae* et des *Buliminidae* sont reconnaissables dans certaines plages mais paraissent plus rares.

Au sommet de la série de Riou (échantillon R77, prélevé à 170 m) les lames minces montrent des plages à débris plus fins contenant des sections de Globigérines.

Cette microfaune est comparable à celle que l'on observe actuellement dans les fonds détritiques circalittoraux. Le détritiques côtier actuel est en effet très riche en gros *Elphidium* (*E. crispum* essentiellement), en *Textulaires*, en *Gypsina* (*G. globula*). Les *Lagenidae* et les *Bulminidae* n'y sont pas rares lorsque le sédiment comporte une certaine proportion d'éléments fins. Les *Miliolidae*, en place ou venues de l'Infralittoral, y sont abondantes.

Cette microfaune qui se rencontre de nos jours à partir d'une cinquantaine de mètres, ne dépasse pas 150 m, profondeur à laquelle apparaissent les espèces bathyales (absentes dans les calcarénites quaternaires considérées). De plus la présence des fragments d'algues calcaires évoque les fonds de "maërl" situés actuellement vers 40-50 m. Même en tenant compte d'un éventuel enfoncement du précontinent (failles ou flexures), ces formations peuvent être considérées comme constituées au cours d'une importante phase régressive du Quaternaire ancien.

La présence de *Chlamys tigrina* dans un échantillon provenant de -300 m, au Sud de Riou (C. FROGET 1967) permet d'avancer un âge Sicilien pour une partie au moins de cette formation. Cependant, bien que le faciès et la microfaune paraisse assez uniforme dans les divers prélèvements, les calcarénites regressives anciennes dont l'importance paraît considérable peuvent s'être déposées pendant un laps de temps relativement important. Il ne faut pas perdre de vue, enfin, qu'il est hasardeux de tirer des conclusions à partir d'une série dont les conditions de gisements, la stratigraphie et par conséquent la puissance exacte sont encore mal connues.

Au Sud des Blauquières, l'échantillon R16, d'apparence très analogue aux précédents, contient une microfaune moins abondante. Les débris sont beaucoup plus fragmentés, et les formes pélagiques plus nombreuses. Dans l'une des préparations on peut observer un test brisé appartenant vraisemblablement au genre *Amphistegina*. La présence de cet unique exemplaire ne permet pas d'attribuer un âge tertiaire à la formation.

De nouvelles études seront nécessaires pour préciser ce point.

2/ Les grès et calcarénites de la région des Embiez

Dans cette zone ont été dragués, entre 150 et 180 m de profondeur, des grès et des calcarénites moins consolidées que les précédentes mais rappelant cependant beaucoup ces dernières par leur aspect rubéfié, la présence de gros fragments d'algues calcaires et la composition de la microfaune visible en lames minces ou en sections polies.

Ces formations ont pu être en partie désagrégées par le froid et certains Foraminifères déterminés spécifiquement. Les tests sont le plus souvent oxydés et le moule interne épigénisé par de la glauconie. Citons dans l'un des fragments ramenés et par ordre de fréquence :

Elphidium crispum (T. A.), divers *Miliolidae* le plus souvent brisés (T. A.), (on reconnaît plusieurs *Triloculina trigonula*, des *Textulariidae* (T. A., avec *T. sagittula* et *T. pseudorugosa* notamment), *Eponides repanda* (abondant) *Ammonia beccarii*, *Gaudryina rudis*, *Nonion parkeri*, *Elphidium macellum* var. *aculeatum*, *Cancris oblongus*, *Cassidulina crassa*, *Glabratella* cf. *australensis*, *Dentalina* sp., *Marginulina* sp.

Un autre fragment, semblable au précédent et provenant du même coup de drague contenait un assemblage analogue avec, en plus, les espèces suivantes : *Angulogerina angulosa*, *Hyalinea balthica*, *Paromalina coronata*.

Cette microfaune, composée d'espèces infralittorales et circalittorales, présente, comme celle des formations précédentes, toutes les caractéristiques d'un ancien Détritiques côtier. Cependant la présence de *Paromalina coronata*, associée comme c'est généralement le cas, à *Hyalinea balthica* et *Angulogerina angulosa*, permet de la rattacher à une période glaciaire régressive ayant vu l'entrée en Méditerranée des faunes de types N. Atlantique.

Ces sédiments sont le "pendant" écologique des sédiments würmiens que l'on drague sur le rebord du plateau continental. Cependant ces derniers, sables ou vases sont toujours meubles et contiennent des foraminifères en général bien conservés, tandis qu'il s'agit ici d'une véritable roche. Ces calcarénites et calcirudites pourraient donc être plus anciennes et dater d'un stade régressif antérieur. Elles pourraient, en particulier, être contemporaines d'une partie au moins des séries de Planier et de Riou.

B - Les témoins transgressifs

Ils sont extrêmement rares sur nos côtes de Provence occidentale où il semble que le niveau de la mer ne soit jamais élevé beaucoup plus haut que le O actuel. Deux types de formations, vraisemblablement transgressives, se rencontrent toutefois dans cette région.

1/ Le maërl fossile de l'archipel de Riou

Dans la passe Riou-Calséragne, occupée actuellement par des fonds de sables à Amphioxus, les très fortes tempêtes de vent d'est déterminent des courants très importants sur le fond. Le sédiment actuel est parfois même complètement entraîné et une roche assez dure affleure alors localement dans la passe. Un morceau de cette formation consolidée, arraché par la drague, s'est révélé constitué en grande partie de tests de Lithothamniées enchevêtrés - véritable "maërl" fossile - assez fortement consolidé. Cette formation, désagrégée par broyage au mortier a livré de nombreux Foraminifères :

Miliolidae et *Textulariidae* sont abondantes. On trouve en outre quelques *Cibicides lobatulus*, *Planorbulina mediterraneensis* ; d'assez nombreux *Discorbidae*, divers *Rosalina* et surtout de fréquents *Eponides repanda*. *Cibicidina rhodiensis* est également bien représenté.

Cette microfaune est très comparable à celle des fonds de maërl actuels, avec notamment un stock circalittoral : *Textularia*, *Eponides repanda*, *Cibicidina rhodiensis*. On a vu (1ère partie) que le démantèlement de cette formation est, peut-être, à l'origine d'une partie des tests, toujours remaniés, que l'on rencontre dans les sables à Amphioxus. Actuellement, la profondeur (-18 m) n'est pas suffisante pour permettre l'installation de ce biotope qui nécessiterait un plan d'eau situé 15 m ou 20 m plus haut. Ce stade transgressif dont l'âge exact est difficile à préciser pour le moment a été, à titre d'hypothèse, rattaché au cycle Tyrrhénien et porté sur la nouvelle édition de la carte géologique (feuille de Marseille au 1/80 000).

2/ Les sédiments littoraux émergés

Ce sont des grès et des calcarénites à éléments marins récemment découverts sur la côte Sud de la chafne de la Nerthe -près du cap Ragnon- (J.J. BLANC et L. BLANC-VERNET 1967) et à la Pointe Roucas -île de Pomègues- (J.P. MASSE). Ces niveaux ont fait l'objet d'une note J.J. BLANC, L. BLANC-VERNET et P. MASSE 1967). Indiquons leurs principales caractéristiques.

Dans les deux cas le sédiment remplit des grottes ou des fissures karstiques dont le fond est occupé par un éboulis de blocs issus des parois (Urgonien à Pomègue, Jurassique supérieur au Cap Ragnon).

a/ A Pomègue, le sédiment renferme de nombreux débris d'algues calcaires associés à des Foraminifères, malheureusement en trop mauvais état pour être déterminés spécifiquement. On reconnaît : *Elphidium* sp., *Quinqueloculina* sp., *Planorbulina* -sans doute *P. mediterraneensis* - quelques tests de *Discorbidae* et des débris de *Textulariidae*. Cette formation s'observe jusqu'à l'altitude de 7-8 m.

b/ Au Cap Ragnon, la formation marine est interrompue par un important plancher stalagmitique traduisant un stade d'émersion. On a donc affaire à deux dépôts marins superposés :

- le premier, sous le plancher, est formé par une calcarénite surmontée de masses de grès durs, jaunes ou roux, avec quelques lits plus sableux. Dans la calcarénite comme dans les grès on note des intraclasts en voie d'oolitisation. Les grains de quartz détritiques sont également très roulés ainsi que les fragments de Foraminifères, d'ailleurs indéterminables. Ces formations étudiées au point de vue pétrographique, évoquent un faciès de mer chaude propice à la formation des "beach rocks" et des calcaires oolitiques.

- le second, situé au-dessus du plancher est constitué par un grès marin tendre recouvert à son sommet par de minces formations stalagmitiques. Cette formation se termine à 5 m environ au-dessus du niveau de la mer. Les Foraminifères -en mauvais état- sont ici pour la plupart reconnaissables : nombreuses *Ammonia beccarii*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium* cf. *advenum*, *Parrellina verriculata*, *Nonton granosum*, *N. boueanum*, *Bolivina* sp. *Globigerinoides gomitulus* Seg. (1 exemplaire).

Pour autant qu'on en puisse juger d'après une microfaune aussi pauvre et surtout aussi mal conservée, ce sédiment paraît correspondre à un sable infralittoral très peu profond du type "sables fins terrigènes" actuel.

Remarquons enfin, qu'au-dessus de la cavité précédente, s'ouvre, à l'altitude de 10 m, une autre grotte remplie d'un sable éolien jaunâtre à microfaune identique.

En résumé, ces grottes nous montrent l'existence

1/ de très anciens sédiments marins, de mer vraisemblablement chaude, déposés pendant une période interglaciaire -ou interstadaire- du Quaternaire ancien.

Rappelons à ce propos, et sans pouvoir établir de corrélations chronologiques, que des formations oolitiques ont été décrites précédemment dans les hauts niveaux des Alpes Maritimes (niveau de 85-90 m).

2/ Une interruption -correspondant à un stade régressif d'une durée assez importante- s'est traduite par l'édification d'un épais plancher stalagmitique.

3/ Un mouvement transgressif dont l'amplitude est inconnue, mais qui n'a pas dû dépasser 10 m au-dessus du niveau de la mer, a ensuite déterminé le dépôt du grès supérieur à microfaune littorale. Ce dépôt pourrait être l'homologue de celui qui s'observe au Frioul jusqu'à l'altitude de 8 m. En l'absence de fossiles caractéristiques ces sédiments paraissent antérieurs à l'Eutyrrhénien classique ou référable à un stade tyrrhénien ancien à faune banale.

4/ Enfin, les sables éoliens de la grotte supérieure se sont formés sans doute au cours d'une nouvelle phase régressive qui a permis le balayage par le vent d'une surface émergée suffisamment vaste et l'accumulation dans la grotte du matériel préalablement déposé sur le précontinent.

Cette dernière phase régressive se rattacherait à un stade glaciaire du Riss ou peut être même du Würm.

C - Les sédiments régressifs récents

La dernière régression a laissé de nombreux témoins sur le précontinent et la partie supérieure de la pente continentale. Comme ceux du Quaternaire ancien, ces témoins sont caractérisés essentiellement par la présence de *Paromalina coronata*, maintenant disparue de Méditerranée, ainsi que par l'abondance assez générale d'*Uvigerina perigrina* qui est, de nos jours, assez peu fréquente. Ces formes actuellement répandues dans l'Atlantique Nord peuvent être rangées dans les faunes "celtiques" telles que les ont définies MARS et PICARD (1960) à propos de la macrofaune. Les Foraminifères, plus abondants en général et de taille plus réduite que les Mollusques, rendent de grands services dans l'identification de sédiments dépourvus de grandes coquilles et peuvent même se retrouver dans les carottes.

Les sédiments würmiens se présentent sous des faciès variés correspondant à des biotopes différents que l'on peut reconnaître par analogie avec leurs homologues actuels.

1/ Le faciès circalittoral détritique

Ce faciès est le plus courant : c'est en effet sous cet aspect que se présentent la plupart des dépôts würmiens que l'on drague sur le rebord du plateau continental et au sommet de la vase bathyale à des profondeurs voisines de 200-250 m. Un certain nombre de ces gisements ont livré la faune celtique à *Cyprines*, *Nodiolos* et *Chlamys septemradiata*.

J'ai déjà signalé (L. BLANC-VERNET 1965) les principaux caractères de la microfaune fossile de ces fonds : tests usés, oxydés, remplissages glauconieux... La composition de cette thanatocoenose a été donnée, dans la première partie de ce travail à côté de l'assemblage actuel avec lequel elle se trouve mêlée : (cf. 1ère partie, p. 59, fig. 13 tableau n° 7). Je ne reprendrai donc pas la description faunistique de cette association.

Le diagramme circulaire de la figure 13 montre que l'assemblage fossile se compose en grande partie d'éléments infralittoraux : *Cibicides*, *Miliolidae*, *Planorbulinidae*, *Discorbidae*, traduisant une accumulation détritique comparable à celle qui s'observe de nos jours dans le Détritique côtier. Mais ces éléments sont ici mêlés à un stock vasicole important : *Bulminidae*, *Cassidulinidae*, *Nodosaria scalaris*, *Hyalinea balthica*. Il s'agit donc d'un sédiment qui devait vraisemblablement comporter, lors de son dépôt, une importante fraction fine et qui a dû être secondairement lessivé depuis. Ce lessivage a pu entraîner également les tests les plus petits ou les plus légers. Ce fait expliquerait peut-être les nombreux *Globorotalia scitula* -espèce pélagique froide- que l'on trouve dans la vase bathyale de quelques stations de la tête du canyon de Cassidagne alors que cette espèce est peu fréquente actuellement en Méditerranée. Il est possible que l'on soit en présence de tests fossiles provenant des thanatocoenoses, bien représentées dans cette région sur le rebord du plateau continental, et dont les éléments de petite taille auraient glissé le long des pentes du canyon.

Ce faciès a été rencontré par un grand nombre de dragages : il paraît former une ceinture continue le long du précontinent de la Provence occidentale et de la Corse. Il est bien représenté au sommet des canyons de Planier et de Cassidagne, autour du Banc de Santa Lucia, en bordure des dépressions du canal de Corse et a été retrouvé, enfin, dans la portion septentrionale de la mer Egée : canal Pélagos, parages de l'île Thaso.

2/ Le faciès des vases à Ditrupa

Ces vases ont été draguées par $\varphi = 43^{\circ}01'15''$ N et $G = 5^{\circ}30'10''$ E lors de la campagne 1966 de la Calypso au large du Banc des Blauquières. La profondeur du dragage était de 260 à 220 m.

Il s'agit d'une vase gris-bleu, très compacte contenant de nombreux tubes de *Ditrupa arietina* de très grandes dimensions. La microfaune comprend un mélange de formes bathyales actuelles et de formes fossiles appartenant elles-mêmes à deux groupes :

- d'une part des espèces de la vase terrigène côtière : *Nonionella* essentiellement, *Elphidium lidoense*, *Buliminidae*, *Cassidulinidae* ainsi que *Paromalina coronata* attestant l'âge würmien du dépôt.

- d'autre part un stock infralittoral important : Planorbulines, *Cibicides lobatulus*, Quinqueloculines et Triloculines, divers *Discorbidae*.

Ces Foraminifères sont en général bien conservés mais les moules internes glauconieux sont fréquents.

Actuellement, les vases à *Ditrupa* caractérisent, vers 30-40 m, les zones de décantation que l'on observe au sein du Détritique côtier. La vase fossile a dû se déposer dans des conditions identiques ; des sédiments würmiens référables au Détritique côtier ont été en effet dragués à proximité. Les différents Foraminifères infralittoraux correspondent vraisemblablement - comme actuellement - aux apports des feuilles de végétaux venus se déposer dans cette zone.

3/ Les sédiments à Glycimeris

Ces sédiments sont de véritables "sables à *Amphioxus*" fossiles. Outre la présence de nombreux exemplaires de *Glycimeris glycimeris*, mollusque actuellement caractéristique de ces fonds, la nature de ce sédiment est confirmée par la microfaune tout à fait analogue à celle que l'on observe de nos jours dans ces sables grossiers. Signalons ici encore la présence de *Paromalina coronata*, très abondante et représentée par des exemplaires de toute taille ce qui confirme que le sédiment, au contraire de celui décrit précédemment (faciès "Détritique côtier envasé"), n'a pas été lessivé postérieurement à son dépôt mais devait déjà présenter ce caractère lorsque la microfaune à *Paromalina* s'y développait.

Ces descriptions montrent la variété des types de fonds qui ont été représentés sur le plateau continental cependant certainement assez réduit - pendant la durée de la dernière régression.

Ce sont surtout les faciès circalittoraux qui peuvent être reconstitués avec précision ; en effet, les sédiments plus profonds sont vraisemblablement recouverts par la vase bathyale actuelle.

Par contre les microfaunes des vases très profondes sont mieux connues puisqu'elles ont été recoupées par les carottages. Ces microfaunes - presque exclusivement formées d'organismes pélagiques, comme c'est également le cas pour les vases actuelles de profondeur comparable, montrent des assemblages de type nettement plus froid que de nos jours avec *Globigerina pachyderma* fréquemment représentée sous sa forme sénestre, *Globorotalia scitula*, *Globigerinita glutinata*, etc... Les passées turbides intercalées dans ces vases sont riches en éléments détritiques provenant du plateau continental. Certains niveaux contiennent notamment les associations fossiles à *Paromalina* confirmant ainsi le synchronisme de ces vases à microfaune pélagique froide avec les thanato-coenoses draguées à la limite du précontinent.

En ce qui concerne les faciès littoraux, ces derniers doivent se trouver actuellement sous les sédiments du Détritique côtier actuel et sous le Détritique du Large - détritique côtier fossile déposé lors d'un stade de la dernière remontée de la mer.

Effectivement, dans ces zones, on drague parfois, à des profondeurs variables : 30, 90, 160 m..., des galets, tantôt isolés, tantôt par groupe, des conglomérats, paraissant correspondre à la consolidation de sables côtiers de graviers ou de cordons littoraux. Des éléments quartzeux façonnés par le vent (*dreikanters*) ont été découverts au large de Cassis, vers -90 m, et peuvent être attribués à des niveaux régressifs contemporains de la dernière glaciation.

Ces cordons littoraux, actuellement immergés, contiennent parfois des Foraminifères, peu nombreux et en très mauvais état, comme il est de règle dans de telles formations. Les espèces sont toujours des formes côtières *Elphidium*, *Cibicides*, *Miliolites*, *Ammonia*, etc... Nous nous retrouvons en présence du même assemblage banal qui semble avoir persisté dans les petits fonds, depuis le Quaternaire ancien jusqu'à nos jours, pour les stades régressifs comme dans les phases transgressives, sans que les variations du climat n'aient déterminé la moindre modification caractéristique de la microfaune.

D - Les stades de remontée de la mer Flandrienne

Les Foraminifères fossiles qui constituent l'essentiel de la microfaune des fonds du "Détritique du Large" (cf. 1ère partie p. 56 à 59) sont les témoins de dépôts accumulés sur le précontinent au cours de la remontée post-würmienne de la mer.

On a vu que ces sédiments contiennent des assemblages tout à fait semblables à ceux du Détritique côtier actuel, mais les tests sont aussi usés et épigénisés que ceux des formes würmiennes proprement dites. Cette microfaune ne comprend que des espèces encore actuelles.

Ces fonds s'étendent, sur le plateau continental entre 100 m et 150-180 m environ. Ils correspondent donc à un plan d'eau situé à peu près 50 m en dessous du O actuel, et sont sans doute en relation avec un stationnement de la mer au cours de sa dernière remontée (inter-stade, Würm III, Würm IV ?).

III - CONCLUSIONS

L'étude des microfaunes contenue dans les sédiments quaternaires, transgressifs ou régressifs, et correspondant à divers biotopes infralittoraux, circalittoraux ou bathyaux permet d'aboutir à quelques conclusions plus générales.

1/ Caractères de la microfaune quaternaire

a/ à l'exception d'un seul témoin quaternaire très ancien (grotte du Vallonnet) ou subsistent quelques reliques pliocènes, la microfaune des divers sédiments étudiés est uniquement composée d'espèces actuelles.

b/ banalité des microfaunes côtières et des sédiments transgressifs interglaciaires

La microfaune des cordons littoraux, des plages et des petits fonds infralittoraux est toujours strictement identique à celle que l'on trouve actuellement en Méditerranée dans les mêmes milieux. Cette constatation est valable aussi bien pour les niveaux régressifs, déposés sous un climat en principe plus froid que l'actuel, que pour les niveaux transgressifs correspondant à un climat plus clément. Il en est de même pour certains sédiments de type circalittoral déposés sous une tranche d'eau supérieure à l'actuelle, et qui peuvent de ce fait se rattacher également à des stades interglaciaires indéterminés (maërl de Riou), et pour les sédiments datés du Tyrrhénien par la présence d'une macrofaune de type "sénégalien" (grottes de Grimaldi).

c/ Existence d'une microfaune de type Nord-Atlantique dont les chefs de file sont *Paromalina coronata* et *Uvigerina peregrina*. Cette microfaune semble avoir pénétré en Méditerranée à plusieurs reprises lors des périodes glaciaires. Elle est représentée dans des formations régressives probablement très anciennes comme dans les sédiments datant de la dernière régression.

2/ Principaux résultats acquis dans les Alpes Maritimes

a/ séparation des niveaux à microfaune véritablement littorale : niveaux de 108 m (Vallonnet - Grimaldi), rue de la Source (90 m), place des Moulins (30 m) et des sédiments qui paraissent s'être déposés sous une tranche d'eau plus importante (Lazaret 20 m d'alt., pointe de la Vieille 23 m).

b/ à la Barma Grande comme à la grotte du Prince (grottes de Grimaldi) les dépôts tyrrhéniens situés à 10-11 m d'altitude paraissent bien contemporains de la rainure d'abrasion constatée à 22-23 m dans les mêmes grottes et dans les grottes voisines (grotte des Enfants, grotte Constantini). A la même altitude, on trouve dans des anfractuosités du rocher des dépôts de sables littoraux à *Ammonia beccarii*.

3/ Principaux résultats acquis en Provence occidentale :

a/ Etude de la microfaune de plusieurs témoins quaternaires immergés à des profondeurs allant de 170 à 300 m environ (calcirudites et calcarénites rubéfiées et corrodées). Cette microfaune, de type circalittoral supérieur, correspond à une régression du Quaternaire ancien (Sicilien au moins) qui a amené la mer à un niveau sans doute très bas. L'importance exacte de cette régression ne peut être évaluée en raison des actions tectoniques récentes qui semblent avoir affecté cette série depuis son dépôt.

b/ Existence de niveaux transgressifs probablement très anciens ayant laissé des dépôts à microfaune très littorale dans des fissures et des grottes des côtes rocheuses de la baie de Marseille (Ile de Pomègue et côte de la Nerthe). Ces dépôts ne dépassent pas l'altitude de 8 m.

Un témoin correspondant à une mer également transgressive (15 à 20 m au-dessus du O actuel est également représenté à l'archipel de Riou : "maërl fossile", consolidé, dragué entre 15 et 18 m environ. Ce niveau est rattaché, à titre d'hypothèse, au cycle tyrrhénien.

c/ Variété des faciès würmiens représentés au large de la Provence - microfaunes profondes à assemblages pélagiques "froids" (reconnues par carottage).

- microfaunes circalittorales de type "Détritique envasé".
- faciès de vase côtières à *Ditrupe*.
- sables à *Amphioxus* (calcarénite en voie de formation).

d/ La microfaune des stades de remontée de la mer à l'époque post würmienne a été précisée. Ce sont des sédiments du type "Détritique côtier" mais désormais exempts d'espèces Nord-Atlantiques. Stationnement de la mer vers -50 m.

4/ Renseignements d'ordre climatique :

a/ Existence durant le Quaternaire ancien de périodes à climat chaud susceptible d'avoir permis, en milieu marin, des phénomènes d'oolitisation à partir de débris minéraux ou de tests de Foraminifères. De tels sédiments ont été rencontrés dans les remplissage des grottes du Cap Ragnon, ainsi que dans certains témoins anciens des Alpes Maritimes (oolites ferrugineuses édifiées à partir de tests de *Miliolidae*, niveau de 90 m de la région de Monaco).

b/ Le refroidissement de l'eau et les changements climatiques survenus lors des périodes glaciaires semblent surtout avoir affecté la microfaune pélagique qui présente des assemblages nettement plus froids que les actuels. Par contre les microfaunes benthiques -même lorsqu'elles contiennent les espèces celtiques- présentent une composition très voisine de celle que l'on observe de nos jours. Il faut noter d'ailleurs que des formes comme *Hyalinea balthica*, abondantes dans les thanatocoenoses würmiennes et qui actuellement abondent dans l'Atlantique Nord, sont aussi fréquentes dans les vases récentes, bathyales et circalittorales, de Méditerranée jusqu'à des profondeurs assez faibles. On a vu cette espèce remonter jusqu'à 40 et même 30 m dans les golfes de Fos et de Salonique.

Il paraît donc probable que l'apparition ou la disparition des microfaunes benthiques caractéristiques des stades glaciaires n'ont pas été essentiellement liées à des variations de température mais à un ensemble de facteurs, parmi lesquels les variations de salinité pourraient avoir joué un rôle important ainsi que MARS et PICARD (19) l'ont avancé pour la macrofaune. On remarquera encore la relative "inertie" thermique de la faune et microfaune benthiques par rapport aux modalités climatiques caractérisant les temps quaternaires.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Ce travail a permis de préciser un certain nombre de points importants concernant la distribution des Foraminifères actuels et fossiles ainsi que les caractères des principales biocoenoses, et thanatocoenoses, observables depuis le Pliocène jusqu'à nos jours.

Je résumerai les principaux résultats acquis en insistant particulièrement sur leurs incidences géologiques et leur application à l'interprétation écologique des sédiments anciens.

I - L'analyse détaillée de microfaunes actuelles de Méditerranée

Elle apporte des renseignements sur la composition faunistique des populations infralittorales, circalittorales ou profondes et sur le rôle de quelques facteurs de répartition.

1/ Les microfaunes infralittorales dépendant assez peu de la profondeur. Elles présentent cependant une grande variété, liée à la diversité des autres facteurs. Les peuplements se présentent comme une mosaïque ; chacun dépendant de l'ensemble des conditions locales, variables, en totalité ou en partie, d'un point à un autre.

- Les peuplements végétaux se signalent par l'abondance des formes épiphytes, soit libres (nombreux *Miliolidae*, *Peneroplidae* et le cas échéant *Amphisteginidae*) soit plus ou moins adhérentes : *Cibicides*, *Planorbulina*, *Nubecularia*, etc... Ce dernier groupe domine dans les herbiers de Posidonies et de Cymodocées tandis qu'il diminue dans les peuplements algaux, entraînant une augmentation relative des *Miliolidae*. Ces populations sont très sensibles à l'agitation de l'eau et subissent d'importantes variations saisonnières.

- *Rotaliidae* (*Ammonia beccarii* et *Rotalia granulata*), *Nonionidae* (nombreux *N. asterizans*), *Elphidiidae* (*Elphidium macellum*, *E. advenum*...) sont fréquents dans les milieux infralittoraux.

- Les *Buliminidae* caractérisent les fonds vaseux et sont surtout représentés par des *Bolivina*

- Les sables fins, vaseux ou non, sont le domaine des arénacés côtiers avec notamment : *Eggerella scabra*, *Trochammina*, *Haplophragmoides canariensis*, et les diverses *Quinqueloculines* à tests agglutinés

- Les actions hydrodynamiques sont néfastes, d'une manière générale, aux tests agglutinés, très fragiles. D'ailleurs, un brassage trop intense du sédiment, s'accompagnant d'un lessivage poussé, appauvrit considérablement la microfaune dont les jeunes se trouvent éliminés avec les fractions fines. Certains sables grossiers qui constituent le fond de criques très battues se révèlent ainsi complètement azoïques. Par contre, un sédiment riche en colloïdes -et en matières organiques- contiendra une population abondante. Les variations saisonnières sont assez peu sensibles.

- L'influence du climat est considérable dans les limites de l'infralittoral.

En Provence, l'élévation de la température de l'eau détermine une nette augmentation des *Peneroplidae* et notamment du genre *Peneroplis* dans les zones les plus abritées : pelouses à Cymodocées qui se développent sous quelques dizaines de cm. d'eau dans les fonds de baies isolées du large par un important herbier à Posidonies.

Dans les régions les plus chaudes (Corse, Iles d'Hyères, côte d'Azur) apparaît le genre *Sorites*.

En Méditerranée orientale, une microfaune de type presque subtropical à *Peneroplidae* et *Amphisteginae* se rencontre du Péloponnèse à la côte turque en passant par la Crète, le Sud de la mer Egée, Rhodes, Castellorizo... Ces populations se rencontrent jusqu'aux limites orientales de la Méditerranée puisqu'elles sont signalées sur les côtes israéliennes et égyptiennes.

2/ L'étage Circalittoral est essentiellement le domaine des Textulaires. Le genre *Textularia* est fréquemment accompagné de *Gaudryina* (*G. rudis*, *G. pseudoturris* et d'*Eponides repanda*). Ces formes sont susceptibles de vivre dans la vase pure comme dans les fonds détritiques où la fraction grossière est plus importante.

- Dans les vases terrigènes côtières, entre 40 et 100 m environ se rencontre une association à *Nonionella* (*N. turgida* principalement) et *Reophax scottii* auxquels s'ajoutent, dans la plupart des cas, des formes moins strictes au point de vue bathymétrique et granulométrique : *Elphidium lidoense*, *Valvulineria bradyana* etc...

- La majorité des espèces rencontrées dans le circalittoral sont essentiellement des formes vasicoles (*Buliminidae*, *Lagenidae*, *Cassidulinidae*). Leur abondance est liée à l'importance de la fraction fine dans le sédiment considéré.

Certaines apparaissent dès 30 ou 40 m (dès le rivage pour les *Bolivina*) d'autres sont plus typiquement bathyales. Leurs variations relatives ainsi que la présence ou l'absence de certaines d'entre elles permettent d'établir une échelle bathymétrique continue depuis les vases terrigènes côtières jusqu'aux domaines profonds.

3/ Les vases profondes et l'échelle bathymétrique des espèces. Un certain nombre de formes présentent leur maximum d'abondance entre des limites bathymétriques précises, d'autres, au contraire, augmentent régulièrement avec l'accroissement de la profondeur ; enfin, au sein d'une même famille, on assiste à un remplacement progressif de certaines espèces ou de certains genres par d'autres espèces ou d'autres genres, à partir d'un niveau donné. Ces divers critères permettent d'évaluer la profondeur approximative d'une vase dont on ignore la provenance. Ils sont également, en grande partie, applicables aux sédiments anciens.

- Parmi les *Buliminidae* : *Bolivina* (et, dans une moindre mesure, *Virgulina*) sont des formes qui apparaissent dès les petits fonds.

L'abondance des *Bolivina* (et *Loxostomum* et des *Bulimina* caractérise le domaine circalittoral. Les premières étant dominantes jusque vers 80-100 m, les secondes en-dessous de cette limite. Ces deux genres persistent ensuite jusqu'aux plus grandes profondeurs avec toutefois des fréquences faibles et assez constantes.

La plupart des *Uvigerines* actuelles sont surtout représentées à partir de 200 m. *U. mediterranea* présente son maximum entre 400 et 1000 m.

- La fréquence du genre *Textularia* est générale dans tous les sédiments circalittoraux de 40 à 100 m environ. Au-dessous ce genre est progressivement remplacé par les *Bigenarina* qui persistent seules au-dessous de 200 m.

- Le nombre total de *Buliminidae*, *Lagenidae* et *Cassidulinidae* augmente régulièrement avec l'augmentation de la profondeur jusque vers un millier de mètres.

- *Hyalinea balthica* peut apparaître dès 30-40 m elle présente néanmoins son optimum entre 200 et 600 m. *Lagenodosaria scalaris* entre 400 et 700 m.

- Les *Pyrgo* augmentent régulièrement d'importance passant de 2 % en moyenne à 200 m à 8-10 % à 1000 m. Dans les mêmes limites, la proportions des arénacés passe de 8 à 20 %.

- Enfin parmi les formes typiquement profondes citons : *Triloculina fischeri*, *Cyclamina cancellata*, *Lingulina seminuda*, *Epistomina elegans* etc...

4/ Les microfaunes circalittorales et bathyales présentent des caractères très analogues d'un bout à l'autre de la Méditerranée

5/ Les variations observées en fonction de la profondeur ne concernent que les premiers 1000 m. Au delà, le peuplement demeure très uniforme, les espèces benthiques ne représentent d'ailleurs pas plus de 5 % au maximum du total de la microfaune

II - Il est indispensable de distinguer les populations en place et les accumulations de tests vides de provenances multiples

L'ensemble des tests rencontrés dans un sédiment peut parfois donner une idée tout à fait fautive de la population susceptible de vivre réellement dans le biotope.

1/ L'allure des courbes et l'étude des indices granulométriques permettent de préciser les mélanges de stocks d'origines diverses et de définir le degré d'évolution du matériel, l'importance du lessivage des fractions fines, les triages mécaniques, etc... Les relations existant dans un sédiment donné, entre la taille des grains et celle des Foraminifères peuvent aussi apporter des indications intéressantes et permettre de repérer les accumulations de test *post mortem*.

2/ Dans la Méditerranée actuelle, l'origine de la grande majorité des tests remaniés que l'on rencontre aussi bien sur le plateau continental que dans les vases bathyales se trouve dans les "mattes" d'herbier à Posidonies.

A mesure que l'on s'éloigne de l'herbier proprement dit, on passe à un sédiment de plus en plus évolué, brassé, lessivé, dans lequel des triages granulométriques tendent à se réaliser au profit des éléments (organiques et grains minéraux) de certains diamètres. Ces phénomènes ont pu être mis en évidence dans les fonds de passes, les sables à Amphioxus, certains sédiments de grottes sous-marines et de pied de falaise soumis à un fort hydrodynamisme et à un lessivage intense.

3/ Les calcaires de Biot et certaines calcirudites coralligènes observées dans le Pliocène ont une origine analogue. Les nombreux tests de Foraminifères que l'on trouve dans ces milieux, actuels ou fossiles sont remaniés pour la plupart.

La population vivante de ces fonds, souvent peu abondante, risque de passer inaperçue. Elle peut être, cependant, formée d'espèces totalement différentes de celles qui constituent l'assemblage remanié. Il est évident que des interprétations fondées sur ce dernier seraient totalement erronées.

- des glissements peuvent affecter non seulement les éléments légers et les tests mais aussi l'ensemble du matériel sédimentaire. Par exemple, dans le canyon de Régalon, le remplissage pliocène conservé dans certaines grottes montre des masses de sables côtiers "descendus" depuis l'ancien littoral situé une centaine de mètres au-dessous. Des lentilles argileuses intercalées dans ces sables correspondent, de même, à des sédiments initialement déplacés mais dans lesquels une microfaune circalittorale a pu s'installer postérieurement à la mise en place du matériel.

- Des passées turbides ont été reconnues et étudiées à certains niveaux des carottages.

4/ Enfin, à côté des faunes déplacées, il faut citer également les assemblages remaniés sur place, comme c'est fréquemment le cas lorsqu'une transgression vient raviner un substratum marin.

Au Galéjon, à La Colle, à Vaugrenier, la mer transgressé à des époques diverses (Pliocène, Quaternaire ancien ou Flandrien, suivant le cas) sur des marnes plaisanciennes. La microfaune de ces dernières, remise en suspension, s'est retrouvée mêlée aux formes plus récentes qui ont vécu lors du retour de la mer, entraînant des mélanges de faune et des assemblages à première vue assez insolites.

III - Les microfaunes pélagiques observées dans des sédiments superficiels de profondeur croissante et de provenance diverses ont apporté des précisions sur la répartition actuelle des espèces aux divers niveaux de la tranche d'eau et pour des régions distinctes par leurs conditions climatiques.

Ces données, appliquées à l'étude des carottages, ont permis une interprétation paléoclimatique des successions faunistiques au cours du Quaternaire récent.

Les divers types d'assemblages rencontrés successivement au long des carottes seront alors interprétés comme "plus chauds" ou "plus froids" que l'assemblage actuel de surface. Par ailleurs, il faut insister également sur la signification quelque peu approximative de ces termes "chaud" et "froid", qui recouvrent, en fait, un ensemble de conditions écologiques difficiles à préciser et dont la température n'est que l'un des principaux constituants.

1/ Trois critères climatiques se sont révélés intéressants à suivre :

- Les variations de fréquence en sens opposé de deux ensembles faunistiques. L'un à caractère "froid" avec notamment *Globigerina pachyderma*, *Globorotalia scitula*, *Globigerinita glutinata* etc... L'autre à caractère "chaud" avec *Globigerinoides ruber*, *Orbulina universa*, *Globorotalia inflata*.

- Les variations du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* : Dextre a plus de 95 % dans les périodes tempérées (actuel notamment). Cette espèce présente dans les passées froides une proportion d'individus sénestres qui peut dépasser 25 %.

- Enfin, les variations de fréquence de *Globorotalia truncatulinoides*, qui tend à disparaître dans les maximums froids et chauds.

2/ Les successions climatiques dans le bassin occidental de la Méditerranée, au large de la Provence et de la Corse, ont pu être suivies pendant une période estimée approximativement à 30 000 ans B.P.

Elles ont été interprétées en comparant les variations faunistiques observées au long des carottes avec les variations correspondantes mise en évidence en milieu continental par différents géologues et préhistoriens (d'après les études des éboulis cryoclastiques, des sols, des pollens et des sédiments de grottes).

L'épisode froid le plus ancien reconnu dans les carottages, paraît pouvoir se rattacher à l'avant dernier stade würmien (Würm III) comportant lui-même deux oscillations mineures.

L'intervalle chaud qui s'observe au-dessus de cette période a été rattaché à l'interstade Würm III/IV (interstade de LASCAUX-LAUGERIE). Il intervient à une profondeur, sous la surface, qui va de 3 m environ à 1 m suivant les taux de sédimentation de la carotte considérée.

Enfin, le dernier stade würmien (Würm IV) montre une succession de stades froids et chauds. Les stades froids ont été rattachés - à titre d'hypothèse - aux stades continentaux connus sous le nom de Dryas I, II et III, tandis que les réchauffements paraissent correspondre notamment aux interstades d'Alleröd et aux périodes plus chaudes et surtout plus humide du Néolithique supérieur et de l'Age du Bronze. Ces derniers ont vu, en Provence, l'édification d'importantes masses de tufs à plantes dans la Vallée de l'Huveaune. Cet optimum climatique paraît important et il est très net dans la majorité des carottages.

3/ Les taux de sédimentation

Ils ont été établis à partir des interprétations climatiques précédentes et en admettant le synchronisme des diverses oscillations décelées dans les carottes avec les variations climatiques reconnues dans les dépôts de grotte de la région provençale. Ces derniers sont en effet datés par leurs industries préhistoriques ainsi que par la méthode de C_{14} .

Les vitesses ainsi estimées vont de 4-7 cm/1 000 ans au large du Cap Sicié à 18-20 cm/1 000 ans au large d'Antibes.

On observe d'autre part, pour une même carotte, une légère augmentation du taux de sédimentation dans la partie profonde (glaciaire) par rapport à la partie supérieure correspondant aux temps post glaciaires.

IV - L'étude de sédiments pliocènes à montré le caractère très général des critères établis dans dans l'actuel.

La zonation bathymétrique en milieu vaseux, fondée sur les variations de certaines familles et groupes de formes, est en tous point applicable aux marnes plaisanciennes, dont on peut estimer ainsi la profondeur.

Les sédiments plus grossiers, contemporains, référables à l'Infra ou au Circalittoral, renseignent sur l'existence des fonds sablo-vaseux ou des sables fins terrigènes, et sur l'existence de microfaunes comparables à celles des peuplements algaux de mers chaudes (mer de Crète), à *Amphisteginidae*, dans lesquels les *Miliolidae* semblent se localiser. On reconnaît enfin des formations à débris, accumulées notamment au pied des parois rocheuses et dans les grottes. On ne trouve pas trace, dans les régions étudiées, de peuplements comparables aux actuels herbiers de Posidonies.

Le Pliocène, absent sur le continent en Provence occidentale a été retrouvé sous l'eau dans la région des canyons de Planier et de Cassidagne. On reconnaît deux faciès :

1/ un faciès côtier à microfaune littorale (40 à 50 m). Dragués aux environs de 200-250 m, ces sédiments à algues calcaires ou à Amphistégines sont l'homologue de certains calcaires de Biot ou des hauts niveaux de Régalon (Luberon).

2/ Un faciès plus profond, ramené également de 250 m, et en grande partie formé d'espèces pélagiques. La microfaune benthique de type strictement tertiaire indique une profondeur allant de 100 à 200 m environ.

La situation actuelle de ces affleurements souligne l'importance des actions tectoniques ayant affecté cette partie du précontinent à une époque relativement récente. Un affaissement de l'ordre de 150 m, par failles ou flexures, doit être envisagé au Sud et au Sud-Est de Marseille, depuis le stade de Mindel.

V - Le Quaternaire a été étudié dans les Alpes Maritimes, où se rencontrent divers niveaux devenus classiques, ainsi qu'en Provence occidentale où les affleurements sont en majorité immergés.

1/ On remarque le caractère banal des microfaunes côtières et des associations contenues dans les sédiments transgressifs interglaciaires soit que les variations climatiques n'aient pas été suffisantes pour affecter les populations littorales, soit que les mêmes conditions écologiques aient été réalisées à nouveau pour chaque interglaciaire.

Parmi ces dépôts peu profonds, infralittoraux et circalittoraux, la microfaune permet, par contre, des interprétations écologiques. Les divers "niveaux" des Alpes Maritimes apparaissent tantôt comme des formations côtières, tantôt comme des sédiments déposés sous une tranche d'eau plus importante.

2/ Existence dans les niveaux régressifs d'une microfaune de type Nord-Atlantique (dont les chefs de file sont *Paromalina coronata* et *Uvigerina peregrina*) qui paraît avoir pénétré en Méditerranée lors de chaque période glaciaire. Cette microfaune se retrouve, en outre, intercalée dans les passées turbides des carottes.

3/ Présence de formations oolitiques dans les sédiments du Quaternaire ancien, ces oolites ont souvent pour "germe" des tests de *Miliolidae* et sont l'indice d'un climat relativement chaud (niveau de 90 m des Alpes Maritimes - remplissage ancien des grottes du cap Ragnon près de Marseille (chafne de la Nerthe).

4/ Divers stades Quaternaires ont été reconnus en Provence occidentale

a/ La microfaune d'un matériel régressif ancien (calcarénites plus ou moins consolidées reconnues entre 200 et 300 m dans les canyons de Planier -DANGEARD, RIOULT, BLANC et BLANC-VERNET 1968- et de Cassidagne FROGET 1967) montre que ces derniers correspondent à des formations circalittorales, considérablement abaissées en bordure du précontinent. L'âge de ces calcarénites, rubéfiées lors d'une phase régressive ultérieure, est encore difficile à déterminer et paraît se rapporter au Pléistocène ancien.

b/ Parmi les témoins transgressifs on distingue deux biotopes principaux :

- fond à Lithothamniées dont la microfaune est identique à celle du "maërl" actuel et qui indique, par sa position, un niveau de la mer supérieure d'une vingtaine de mètres par rapport au O actuel. On peut, à titre d'hypothèse, rattacher ce niveau au cycle Tyrrhénien.

- Sédiment sableux à microfaune côtière, surmontant parfois des formations oolitiques, qui se rencontrent à l'altitude de 6 à 10 m sur le pourtour de la baie de Marseille (côte de la Nerthe, Frioul). Ils paraissent antérieurs à l'Eutyrrhénien classique.

c/ La dernière régression a laissé de nombreux témoins sur le plateau continental. On reconnaît divers faciès comportant tous trois l'assemblage "celtique" caractéristique : faciès des sables vaseux circalittoraux, très lessivés depuis leur dépôt - faciès des vases terrigènes côtières à *Ditropa*, faciès des sables à *Glycimeris*, véritables sables à *Amphioxus* fossiles.

La profondeur actuelle de ces dépôts, ainsi que les caractères de la microfaune, permettent de supposer une régression de l'ordre d'une centaine de mètres.

d/ Les stades de remontée de la mer flandrienne. Ils sont constitués par des sables fossiles, à faune banale, qui occupent la portion supérieure des fonds détritiques du large et suggèrent un niveau de la mer inférieur d'une cinquantaine de mètres par rapport au O actuel. Ils pourraient correspondre à un stationnement de la mer au cours de sa dernière remontée (Würm III, Würm IV).

Ainsi le présent travail, qui a pour point de départ un étalonnage des microfaunes actuelles, a permis de dégager des lois de portée plus générale qui se sont révélées valables également pour l'interprétation de sédiments pliocènes et quaternaires.

Outre une meilleure connaissance de la paléoécologie de ces derniers, on aboutit à l'établissement de critères microfaunistiques paraissant susceptibles de constituer une méthode d'étude applicable aux terrains anciens.

ANNEXE

CATALOGUE DES ESPÈCES RENCONTRÉES DANS LES SÉDIMENTS ACTUELS ET QUATERNAIRES

-(dragages -carottages -affleurements)-

Détermination (bibliographie sommaire) et répartition dans les principaux types de biotopes

INTRODUCTION

Le présent travail a essentiellement pour but la définition, la répartition et la signification écologique (ou géologique) des biocoenoses ou des thanatocoenoses de Foraminifères. De ce fait, j'ai insisté dans le cours du développement sur les ensembles faunistiques rencontrés beaucoup plus que sur les espèces qui les constituent. Les "microfaunes" ou les "populations" ont été considérées comme des entités biologiques ou sédimentologiques et envisagées dans leurs rapports avec le milieu édaphique, la nature du sédiment, les conditions et l'âge du dépôt.

Cette annexe se propose de compléter ces données en considérant chaque forme isolément dans un double but :

1/ préciser la détermination des différentes espèces en signalant, le cas échéant, les problèmes systématiques et les difficultés rencontrées (synonymies diverses notamment).

2/ indiquer, si possible, la localisation de chacune d'elle en la situant à l'intérieur de la zonation océanographique et sédimentologique adoptée (sables infralittoraux, divers peuplements végétaux, fonds détritiques grossiers, vases circalittorales ou bathyales, etc...).

Je n'ai pas l'intention de donner ici une discussion taxinomique détaillée, ni une bibliographie complète des auteurs ayant cité ces formes au point de vue de leur description ou de leur répartition. Pour chacune d'entre elles j'indique simplement la publication correspondant à la description originale du type, et éventuellement, quelques ouvrages classiques où cette forme a été particulièrement bien décrite ou figurée.

Certaines références à des ouvrages anciens, que je n'ai pas consultés, sont données d'après le fichier ELLIS et MESSINA (Ann. Museum New-York, 2^e édition 1964, complétée jusqu'en 1966).

Les renvois aux planches inédites de d'ORBIGNY sont extraites du "fichier Alcide d'Orbigny" de M. LYS (1949).

SACCANINIDAE

Genre *IRIDIA* Heron-Allen et Earland 1914

Iridia diaphana Heron-Allen et Earland 1914, *Trans. Zool. Soc. London*, vol. XX, pt. 12, p. 371, pl. 36, fig. 1-12.

Espèce fréquente à l'état vivant sur les feuilles de Cymodocées et de Posidonies. Le test ne se conservant pas, on ne la rencontre plus dans les sédiments.

Genre *PROTEONINA* Williamson 1858

Proteonina difflugiformis (H.B. Brady) 1879, (*Reophax*), *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n.s., p. 51, fig. 3a b, - 1884, *Rept. Voy. Challenger*, Zoologie, vol. 9, p. 289, pl. XXX, fig. 1-4.

Les exemplaires rencontrés sont identiques aux figures 1-3 de Brady. (Je n'ai jamais rencontré d'individus au test hérissé de spicules comme celui de la fig. 4.

Espèce essentiellement vasicole, cantonnée dans les sédiments fins, à toutes les profondeurs : fraction vaseuse du maërl, vase terrigène côtière, vase bathyale. Très abondant dans la vase côtière au large du Rhône, KRUIT (1965, p. 107) le signale à partir de 15 m.

Genre *PSAMNOSPHERA* Schultze 1875

Psammosphaera fusca Schultze 1875, *Jahr. Komm. Wiss. Unt. deutsch. Meere Kiel.* p. 113 - H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger. Zoology*, vol. 9, pl. XVIII, fig. 1, 5, 8. Forme de la vase bathyale.

Genre *SACCAMNINA* M. Sars 1869

Saccamina sphaerica M. Sars 1868 (1869), *Forh. Vidensk. Selsk. Cristiania* p. 248 (*nomen nudum* - Carpenter 1875, *the microscope and its revelations*, 5ème ed., p. 532, fig. 272 a-b-c. - H.B. Brady, *Repts. voy. Challenger*, vol. 9, *Zoology* p. 253, pl. XVIII, fig. 11-15, 17.

Forme de la vase bathyale

Genre *TECHNITELLA* Norman 1878

Technitella legumen Norman 1878, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 5, vol. 1, p. 279, pl. XVI, fig. 3-4.

Espèce rare (ou peut-être très fragile); a été trouvée surtout dans la zone de passage de la vase terrigène côtière à la vase bathyale (100 à 200 m) notamment en mer de Crête.

RHIZAMNINIDAE

Genre *RHIZAMNINA* H.B Brady 1879

Rhizammina algaeformis H.B Brady 1879, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n.s., p. 39, pl. 4, fig. 16-17-1884, *Repts. voy. Challenger, Zoology*, vol. IX, p. 274, pl. XXVIII, fig. 1-11.

Espèce des fonds vaseux (vase terrigène côtière et vase bathyale) ne paraissant pas présenter de localisation bathymétrique stricte.

Rhizammina sp. de nombreux fragments de tubes flexibles référables selon toute vraisemblance au genre *Rhizammina* se rencontrent fréquemment dans les vases circalittorales ou bathyales.

Genre *MARSIPELLA* Norman 1878

Marsipella cylindrica H.B Brady 1882, *Proc. Roy. Soc. Edin.* vol. XI, p. 714, 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 265, pl. XXIV, fig. 20-22.

Vase bathyale.

Genre *BATHYSIPHON* M. Sars 1872

Bathysiphon filiformis M. Sars, in G.O. Sars 1871 (1872) *Forh. Vidensk. Selsk. Cristiania*, p. 271. - H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology* vol. 9, p. 248, pl. XXVI, fig. 15-20.

Vase bathyale, assez rare

ASTRORHIZIDAE

Genre *ASTRORHIZA* Sandahl 1858

Astrorhiza arenaria H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 232, pl. XIX, fig. 5-10. (= *Astrorhiza* sp. Carpenter 1876, *Quart. Jour. micr. sc.* vol. XVI, n° 3, p. 221, pl. 19.

J. LE CALVEZ (1935) signale cette espèce comme abondante dans la vase grise de la baie de Villefranche, à partir de 180 m de profondeur; mais il suppose que sa répartition en Méditerranée doit être restreinte car HOFKER (1932) ne la signale pas à Naples.

Quelques exemplaires à la station 8 (Détritique du Large -100 m) fixés sur des débris de coquilles.

Genre *RHABDAMNINA* M. Sars 1869

Rhabdamnina abyssorum M. Sars 1868 (1869) *Forh. Vidensk. Selsk. Cristiania*, p. 248. H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 266, pl. XXI, fig. 1-13.

Espèce abondante dans la vase bathyale, à l'état de fragments plus ou moins importants.

Rhabdamnina litharis H.B Brady 1879, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n.s., p. 37, pl. III, fig. 10-11.

Se rencontre dans les sédiments vaseux dès 100 m environ.

HYPERAMMINIDAE

Genre *HYPERAMMINA* H.B. Brady 1878

Hyperammina laevigata Wright 1891, Cushman 1918 *U.S. Nat. Mus. Bull.* 104, pt. 1, p. 77 (= *H. elongata* (part) H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, pl. XXIII, fig. 9).

Les spécimens trouvés assez fréquemment dans la vase bathyale sont tout à fait identiques à la variété de Wright dont CUSHMAN a fait une espèce distincte. Par contre, je n'ai pas trouvé d'exemplaires référables à l'*Hyperammina elongata*, sensu stricto, de BRADY.

Hyperammina friabilis H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 258, pl. XXIII, fig. 1-3-5-6.

Vase bathyale

Hyperammina flexuosa Lacroix 1928, *Bull. Inst. Océanogr.* n° 527 p. 11, fig. 10.

Cette espèce de forme irrégulière et tortueuse se rencontre dès la vase terrigène côtière mais surtout dans la vase bathyale.

Genre *SACCORHIZA* Eimer et Fickert 1899

Hyperammina ramosa H.B. Brady, 1879 *Quart. Journ. Micr. Sci.*, pt. 19, p. 33, fig. 14-15 - 1884 *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 251, pl. 23, fig. 15-19.

Espèce abondante dans la vase bathyale

ANNODISCIDAE

Genre *ANNODISCUS* Reuss 1861

Ammodiscus catinus Höglund 1947, *Zool. Bidrag. fran. Uppsala*, Bd 26, p. 122, pl. 8, fig. 1 et 7, pl. 28, fig. 19-23 et dans le texte fig. 82-84, 105-107-109.

Quelques exemplaires, paraissant référables à cette espèce, dans le Détritique du Large et la vase bathyale.

Ammodiscus planorbis Höglund 1947, *Zool. bidrag., fran. Uppsala*, Bd. 26, p. 125, pl. 8, fig. 4, 9, pl. 28, fig. 13-14, dans le texte : fig. 91-105 et 109.

On rencontre assez fréquemment dans le Détritique du Large et dans la vase bathyale, des *Ammodiscus* qui paraissent identiques à l'espèce de Höglund bien que leur taille soit en général plus grande : HOGLUND indique en effet un diamètre maximum de 0,7 mm alors que mes exemplaires atteignent fréquemment 0,9 mm et même dépassent parfois 1 mm. F.L. PARKER (1958 p. 253) fait la même remarque à propos des exemplaires qu'elle signale en Méditerranée orientale.

Genre *GLONOSPIRA* Rzehak 1885

Glomospira charoides (Jones et Parker) 1860 - (*Trochammina squamata* var. *charoides*), *Quart. Journ. géol. Soc.*, vol. 16, p. 304 - Carpenter, Jones et Parker 1862, *Introd. Foram.*, p. 141, pl. XI, fig. 3. H.B. Brady 1884 (*Ammodiscus*) *Repts. Voy. Challenger*, p. 334, pl. XXXVIII.

Vase bathyale, jamais très abondant

Genre *AMMOLAGENA* Eimert et Fickert 1899

Ammolagena clavata (Jones et Parker) 1860 (*Trochammina irregularis* var. *clavata*), *Quart. Journ. géol. Soc.*, vol. 16, p. 304 - H.B. Brady 1884, (*Webbina*), *Repts. Voy. Challenger* p. 349, pl. 41, fig. 12-16.

Assez fréquent dans le Circalittoral et la vase bathyale

Genre *TOLYPAMMINA* Rhumbler 1895

Tolypammina vagans (H.B. Brady) 1879, (*Hyperammina*), *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n. s. p. 33, pl. V, fig. 3. 1884 *Repts. Voy. Challenger*, p. 260, pl. XXIV, fig. 1-9.

Peu fréquent. Vase bathyale.

REOPHACIDAE

Genre *REOPHAX* Montfort 1808

Reophax scorpiurus Montfort 1808, *Conchyl. Syst.*, vol. 1, p. 330. - H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 291 ; pl. XXX, fig. 12-17.

Vase terrigène côtière et vase bathyale - assez fréquent.

Reophax dentaliniformis H.B Brady 1881, *Quart. Journ. Micr. Sci.* vol. 21, n. s., p. 49 - 1884 *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 293, pl. 30, fig. 21-22.

Vase bathyale, rare

Reophax pilulifera H.B Brady 1884 *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 292, pl. 30, fig. 18-20.

Vase bathyale, rare

Reophax nodulosus H.B Brady 1879, *Quart. Journ. Micr. Sci.* vol. 9, n. s. p. 52, pl. IV, fig. 7-8. 1884, *Repts. Voy. Challenger*, p. 294, pl. XXXI, fig. 1-9.

Un seul exemplaire station 14 (- 370 m) - vase bathyale.

Reophax sabulosus H.B. Brady, var. - *Reophax sabulosa* H.B. Brady 1881, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. 21 n. s. p. 49, 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 298, pl. XXXII, fig. 5-6.

Il s'agit d'un *Reophax* de très grande taille atteignant fréquemment le centimètre et d'un diamètre pouvant dépasser 2 mm.

Par sa forme générale massive, sa texture finement arénacées et lâchement cimentée ainsi que par sa disposition intérieure (pl. XI) cette forme paraît voisine de *R. sabulosus* Brady dont elle diffère cependant par le fait que la segmentation en loges est bien visible extérieurement.

On peut la rapprocher également de *Reophax nodulosa* var. *brevior* Lomniki (1900, Kosmos, Lvov, vol. 24 p. 221, pl. 1, fig. 1) décrit du Miocène de Pologne mais -de même que ce dernier d'ailleurs- son aspect général est très différent du *Reophax nodulosa* typique et il paraît plus logique d'en faire, avec quelques réserves, une variété du *R. sabulosus*.

Cette forme a été rencontrée dans le Détritique côtier (station 32-34).

Reophax scottii Chaster 1892, *First Rep. Southport. Soc. Sc. Nat.* p. 57, pl. 1, fig. 1. Parker 1952 *Bull. Mus. Comp. Zool.* vol. 106, n° 9, p. 397, pl. 2, fig. 2.

Forme typique de la vase terrigène côtière. Extrêmement abondant dans le golfe de Fos et la zone au large du débouché du grand Rhône.

Genre *NODELLUM* Rhumbler 1913

Nodellum membranaceum (H.B Brady) 1879, (*Reophax*), *Quart. Jour. Micr. Sci.*, vol. 19, n. s., p. 53, pl. 4, fig. 9, 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 297, pl. 32, fig. 1-4.

Vase bathyale, assez rare

TEXTULARIIDAE

Genre *TEXTULARIA* DeFrance 1824

Textularia sagittula DeFrance 1824, *Dict. Sci. Nat.* vol. XXXII, Lacroix, *Bull. Inst. Océanogr.*, 1929, n° 532, p. 1-12, fig. 1, 12. 1932, n° 591, p. 10-12, 1933, n° 612, p. 1-23, fig. 1-9.

Une des espèces les plus répandues. On en rencontre quelques exemplaires dans les herbiers à partir d'une dizaine de mètres. Présente également dans la vase terrigène côtière et au sommet de la vase bathyale, elle est surtout abondante dans les sédiments plus grossiers : sables à Amphioxus, Détritique côtier et Détritique du Large.

Textularia pseudorugosa Lacroix 1932, *Bull. Inst. océanogr.* Monaco, n° 591, p. 19, fig. 19-22.

Très fréquente, cette espèce présente une répartition sensiblement identique à la précédente.

Textularia agglutinans d'Orb. 1839 in de la Sagra, *Hist. phys. pol. nat. de Cuba*, p. 136, pl. 1, fig. 17-18-32-34.

Seuls de très rares exemplaires correspondent exactement, comme allure générale, à la figuration de d'Orbigny. Détritique côtier et Détritique du Large.

Textularia agglutinans Lacroix (? d'Orb.) 1932, *Bull. Inst. océanogr.*, n° 591, p. 16, fig. 13-14.

Sous le nom de *Textularia agglutinans* d'Orb., Lacroix décrit une forme qui paraît un peu différente de l'espèce de d'Orbigny. Elle est beaucoup plus triangulaire et la partie initiale présente une carène, ce qui ne paraît pas être le cas pour la forme de Cuba.

Pour Y. LE CALVEZ (1958, Foraminifères de la mer celtique p. 150 et 151) la figure 14 de Lacroix serait bien une *T. agglutinans* d'Orb., tandis que la figure 13 représenterait une *T. bocki* Höglund.

Je pense que les deux figures de Lacroix représentent des individus appartenant à la même espèce car on trouve dans les sédiments tous les intermédiaires entre ces deux formes qui ne diffèrent en fait que par un plus ou moins grand allongement et présentent toutes les deux une portion carénée.

Dans le même matériel se rencontrent, en outre, des formes dont les deux dernières loges sont renflées plus ou moins suivant les individus - et qui passent à *T. candei*, telle qu'elle est également figurée par LACROIX, mais aucune de ces dernières ne présente, entre les deux loges terminales et les précédentes, une différence de taille aussi accusée que celle indiquée sur les figures de d'Orbigny ; le nombre de loges paraît, en outre, moindre.

Dans ces conditions, et sans avoir pu examiner le type de d'Orbigny il est difficile d'affirmer que l'on a affaire vraiment à *T. candei*. Dans les comptages, ces formes n'ont pas été séparées de "*T. agglutinans*".

Cette textulaire est très répandue en Méditerranée et bon nombre des références de *T. agglutinans* concernent en fait, la forme de LACROIX - soit que les auteurs le précisent eux-mêmes (COLOM 1942) soit que l'on puisse s'en rendre compte à l'examen des figures (SIDEBOTTOM 1905, vol. 49, pt. 2, p. 7 et pl. II, fig. 1 "near *Textularia candei*").

Textularia pseudogramen Chapman et Parr 1937, *Australasian Antarctic Exped., Sci. Repts.*, ser. C, vol. 1, pt. 2, p. 153 (= *T. gramen* H.B. Brady (non d'Orb.) 1884, *Repts. Voy. Challenger*, p. 365, pl. XLIII, fig. 9-10).

Quelques exemplaires d'une espèce assez large et aplatie, très voisine de celle figurée par Brady, ont été trouvés sporadiquement dans des stations de Circalittoral et au sommet de la vase bathyale.

Textularia conica d'Orb. 1839 in : de la Sagra, *Hist. phys. pol. nat. Cuba*, p. 143, pl. 1, fig. 19-20.

Quoique toujours assez rare, cette espèce, déjà signalée par PARKER 1958 en Méditerranée orientale, paraît générale dans l'ensemble de la Méditerranée.

Textularia earlandi Parker m. s. in Phleger 1952, *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, vol. 3, pt. 2, p. 86, pl. 13, fig. 22-23.

Signalée en Méditerranée par LACROIX (1932), cette sp. et surtout représentée dans la vase circalittorale.

Genre SIPHOTEXTULARIA Finlay 1939

Siphotextularia concava (Karrer) 1968, (*Pleantium*), *Sitzungsber. d. Ak. Wiss. Wien*, vol. LVIII p. 129, pl. 1, fig. 3. H.B. Brady 1884 (*Textularia*) *Repts. Voy. Challenger*, Zoology vol. 9, p. 360, pl. XLIII, fig. 13-14.

Trouvée exceptionnellement dans les herbiers (Port d'Alon -15 m), cette espèce se rencontre surtout à partir du Circalittoral et dans la vase bathyale.

Genre BIGENERINA d'Orbigny 1826

Bigenerina nodosaria d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 261, pl. II, fig. 9-12.

Apparaît dans le Détritique du large et la vase bathyale.

Bigenerina cylindrica 1922, *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 104, pt. 3, p. 26 (= *B. digitata* H.B. Brady (non d'Orb.), 1884, *Repts. Voy. Challenger*, p. 370, pl. XLIV, fig. 19-24).

Apparaît plus profondément que la précédente et n'a été trouvée que dans la vase bathyale.

TROCHAMMINIDAE

Genre TROCHAMMINA Parker et Jones 1859

Trochammina globigeriniformis (Parker et Jones) 1865 (*Lituolanautiloidea* var. *globigeriniformis*), *Phil. Trans.*, vol. CLV, p. 407, pl. XV, fig. 46-47. H.B. Brady 1884 (*Haplophragmium*) *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 312, pl. 35, fig. 10-11.

Vase bathyale - assez fréquente mais toujours peu abondante.

Trochammina squamata Parker et Jones 1860, *Quart. Journ. geol. Soc.* vol. 16, p. 304. H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 337, pl. XLI, fig. 3 a-c.

Quelques individus dans les prélèvements de sédiment du Brusca (lagune à Cymodocées). A été trouvée également en petit nombre dans les vases circalittorales.

Genre CYSTAMMINA Neumayr 1889

Cystammina pauciloculata (H.B. Brady) 1879, (*Trochammina*), *Quart. Journ. micr. Sci.*, vol. XIX n.s. p. 58, pl. V fig. 13-14, -1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 344, pl. XLI, fig. 1-2.

Vase bathyale - plutôt rare.

Genre TRITAXIS Schubert 1921

Tritaxis fusca (Williamson) 1858 (*Rotalina*), *Rec. Foram. Great Britain*, p. 55, pl. 5, fig. 114-115.

Espèce rare. Se rencontre dans le Détritique du Large ou la vase bathyale, tantôt sous forme d'individus libres, tantôt fixés.

LITUOLIDAE

Genre HAPLOPHRAGMOIDES Cushman 1910

Haplophragmoides canariensis (d'Orbingy) 1839 (*Nonionina*) *Foram. Canaries*, p.128, pl. II, fig. 33-34.

Sables fins plus ou moins envasés et fonds vaseux : Baie du Brusc (rare), vase terrigène côtière et vase bathyale, à toutes les profondeurs. Cette espèce est susceptible de vivre dans des eaux très peu profondes ou même dessalées. KRUIT (1955 p. 107, pl. 1, fig. 3 ab) décrit une variété *provencensis*, plus comprimée que le type, dans les marais de Camargue.

Genre ADERCOTRYMA Loeblich et Tappan 1952

Adercotryma glomeratum (H.B Brady) 1878 (*Lituola*) *Ann. Mag. nat. Hist.*, ser. 5, vol. 1, p. 433, pl. XX, fig. 1a-c.

N'a pas été rencontrée dans les petits fonds. Présent, quoique en général peu abondant, dans la vase terrigène côtière, le Détritique côtier, le Détritique du Large et la vase bathyale.

Genre CRIBROSTOMOIDES Cushman 1910

Cribrostomoides subglobosum (G.O. Sars) 1869 (*Lituola*), *Forh. Vid. Selsk. Cristiania*, p. 250 (nomen nudum).-G. O. Sars 1871, *Forh. Vid. Selsk. Cristiania*, p. 253. *Haplophragmoides subglobosum* Cushman 1910, *U.S. Nat. Mus. Bull.* 71, pt. 1, p. 105.

Cette espèce de mer froide se rencontre assez souvent dans la vase bathyale. Elle est en général représentée par des individus isolés.

Cribrostomoides scitulum (H.B. Brady) 1881 (*Haplophragmatum*), *Quart. Journ. Micr. Sci.* vol. 21, n.s. p. 50 - 1884 *Repts. Voy. Cal Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 308, pl. XXXIV, fig. 11-13.

Plus fréquent que le précédent : détritique du Large et vase bathyale.

Genre AMMOSCALARIA Höglund 1947

Ammoscalaria pseudospiralis (Williamson) 1859 (*Proteonina*), *Rec. Foram. Great. Britain*, p. 2, pl. 1, fig. 2-3.

Signalée comme rare en Méditerranée par SIDEBOTTOM, LACROIX la considère, au contraire, comme l'un des arénacés les plus abondants entre St. Raphaël et Monaco. En fait, cette espèce est étroitement cantonnée dans la vase terrigène côtière où elle est d'ailleurs assez abondante et je ne l'ai jamais rencontrée hors de ce biotope. En outre, son test étant très fragile, les individus doivent être rapidement détruits et ne se rencontrent jamais à l'état remanié.

Genre CYCLANMINA H.B Brady 1876

Cyclanmina cancellata H.B. Brady 1879, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n.s., p. 62 - 1884 *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 351, pl. XXXVII, fig. 8-16.

Vase bathyale, abondance variable, en général assez faible (7 à 50 exemplaires par 50 dm de sédiment).

Genre EGGERELLA Cushman 1933

Eggerella scabra (Williamson) 1858 (*Bulimina*), *Rec. Foram. Gr. Britain*, p. 65, pl. V, fig. 136-137.

Sables fins et vase jusqu'à 100 m de profondeur. Dans l'Infralittoral, on la trouve parfois, peu abondante, dans certains sédiments de matie mais elle est surtout bien représentée dans les sables fins à Cymodocees. Très abondante également dans la vase terrigène côtière.

Genre GAUDRYINA d'Orbingy 1839

Gaudryina rudis J. Wright 1900, *Irish. Nat.*, vol. 9, p. 53, pl. 2, fig. 1 a-b.

Espèce des sédiments détritiques circalittoraux. (Détritique côtier et Détritique du Large). Peut se rencontrer cependant dans les sables à Amphioxus. Quelques tests au sommet de la vase bathyale (vivants ?).

Gaudryina pseudoturris (Cushman) 1922 (*Textularia*) *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 104, pt. 3, p. 19, pl. 3, fig. 1.

Cette espèce, très ubiquiste, a été fréquemment signalée sous les noms génériques de *Textularia* et *Dorothyia*. Plus récemment, Y. LE CALVEZ (1958, mer Celtique) l'a rangée dans le genre *Gaudryina*.

Très répandue en Méditerranée (LACROIX 1932, SIDEBOTTOM 1904). C'est essentiellement une forme des sédiments d'accumulation où la fraction grossière est importante : sable à Amphioxus, Détritique côtier et Détritique du Large. Beaucoup plus abondante que la précédente.

Genre *PSEUDOCALVULINA* Cushm 1936

Pseudoclavulina crustata Cushman 1936, *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.*, s.p. n° 6, p. 19, pl. 3, fig. 12 a-b.

Signalée en Méditerranée par PARKER (1958)

Vase terrigène côtière à partir de 70-80 m et vase bathyale.

Genre *CRIBROGOESELLA* Cushm 1935

Cribrogoesella robusta (H.B. Brady) 1884 (*Bigenerina*), *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 371, pl. XLV, fig. 9-10.

Vase bathyale - assez peu fréquente

OPHTALMIDIIDAE

Genre *VERTEBRALINA* d'Orbigny 1826

Vertebralina striata d'Orbigny 1826, *Ann. Sci. Nat.*, p. 283, n° 1.-H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 187, pl. XII, fig. 14-16.

Espèce essentiellement infralittorale -abondante dans tous les peuplements végétaux- très abondante en Méditerranée orientale.

Genre *NUBECULARIA* Defrance 1825

Nubecularia lucifuga Defr. 1825, *Dict. Sci. Nat.*, vol. 35, p. 210, p. 64, fig. 3.

Signalée en Méditerranée par SIDEBOTTOM (1904, Délos et 1910 Palerme) cette espèce est fréquentedans les herbiers de Posidonies et de Cymodocées. Rare dans les sables à Amphioxus où l'on ne trouve, le plus souvent, que des tests vides et détachés.

Nubecularia massuttana Colom 1942, *Inst. esp. Oceanogr.*, ser. II, n° 108, p. 30, pl. VII, fig. 158-160, pl. IX, fig. 178-179, pl. XI, fig. 216-317, 219.

Pratiquement la même répartition que l'espèce précédente.

Genre *SPIROPHALMIDIUM* Cushman 1927

Spirophthalmidium acutumargo (H. B Brady) 1884 (*Spiroloculina*), *Repts. Voy. Challenger*, Zoology vol. 9, p. 154, pl. X, fig. 12-15.

Rare - vase bathyale

Genre *CORNUSPIRA* Schultze 1854

Cornuspira involvens (Reuss) 1849 (*Operculina*), *Denkschr. Akad. Wiss. Wien.*, vol. 1, p. 370, pl. XLV, fig. 20. H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 200, pl. XI, fig. 1-3.

Forme très répandue. Se rencontre aussi bien dans les herbiers ou les peuplements algaux que dans les fonds circalittoraux, détritiques, vase terrigène côtière ou vase bathyale.

Cornuspira carinata (Costa) 1856 (*Operculina*), *Atti. Acad. Pont.*, vol. VII, p. 209, fig. 15 A-B.

Assez rare - vase terrigène côtière, Détritique du Large, vase bathyale.

Genre *CORNUSPIROIDES* Cushman 1928

Cornuspiroides foliaceus (Philippi) 1844 (*Orbis*), *Enum. Mol. Sicil.*, vol. II, p. 147, pl. XXIV, fig. 26.

Rare - vase bathyale

MILIOLIDAE

De nombreux auteurs se sont attachés à l'étude des *Miliolidae* de Méditerranée. En particulier, le long des côtes étudiées, il faut citer l'ouvrage de SCHLUMBERGER (1893) dans la baie de Marseille et celui de J. et Y. LE CALVEZ dans la baie de Villefranche. Dans ce dernier sont d'ailleurs décrites et discutées la plupart des espèces citées ici.

Je n'ai pas la prétention d'apporter des compléments à ces travaux, très détaillés au point de vue descriptif et systématique. Au contraire, même, il m'est arrivé de grouper, dans les listes et les comptages, des espèces voisines ou des variétés à partir du moment où leur répartition était identique. Mon but est uniquement de préciser les principales formes rencontrées et surtout d'indiquer le type de fond dans lequel je les ai trouvées.

Genre *QUINQUELOCULINA* d'Orbigny

A - Les espèces qui se rencontrent exclusivement dans l'Infralittoral :

Il s'agit essentiellement des Quinqueloculines à test arénacé. Certaines vivent dans les 10 premiers mètres, d'autres jusqu'à la limite inférieure des herbiers de Posidonies -soit une quarantaine de mètres- mais, de toute façon, leur test étant très fragile, on les trouve rarement déplacées ou remaniées hors de leur biotope.

Quinqueloculina agglutinans d'Orbigny 1839 in de la Sagra. *Hist. phys. pol. nat. Cuba.*, p. 195, pl. XII, fig. 11-12. Cushman 1928, *U.S. Nat. Mus. Bull.* 104, pt. 6, p. 22, pl. 1, fig. 1 a-e.

Les exemplaires que je rapporte, à cette espèce, présentent bien l'allure générale figurée par d'Orbigny et par Cushman, et notamment l'ouverture au ras du test. Cependant d'Orbigny précise que son espèce est dépourvue de dent tandis que Cushman parle de "deux dents" dans le texte et n'en figure qu'une, allongée dans la planche I (fig. 1 c). Mes exemplaires sont régulièrement pourvus d'une dent large et assez courte, échancrée à l'extrémité. Le test est très grossièrement arénacé.

Cette forme abonde dans le sédiment des pelouses à Cymodocées jusque vers 10 m maximum. Elle est moins abondante dans les peuplements algaux et les sables fins terrigènes. Se rencontre très rarement dans les matras d'herbiers.

Quinqueloculina irregularis d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 136, n° 25, pl. ined. pl. V, fig. 4 a-c.-Fornasini 1905, *Mem. R. Acc. Sc. Bologna*, vol. 2, ser. 6, p. 67, pl. 3, fig. 14.-Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, T. XXXV, fasc. 3, p. 166, pl. 3, fig. 1 et 2.

Même localisation que la précédente.

Quinqueloculina aspera d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat. Vol.* 7, p. 501, n° 11. Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, T. XXXV, fasc. 3, p. 168, pl. 9, fig. 101-102.-*Quinqueloculina agglutinata* Cushman 1948, *Contr. Cushman. Lab. Foram. Res.*, s.p. n° 23, p. 33, pl. 3, fig. 13 a-c.

Le Calvez 1958 souligne la similitude qui existe entre les figures et les diagnoses de *Q. aspera* et *Q. agglutinata* et considère la seconde comme synonyme de la première.

La majorité de mes exemplaires correspondent bien à la description donnée dans les *Miliolidae* de Villefranche (p. 168) ainsi qu'aux figures de Cushman. La dent est assez large et nettement tronquée.

Cette espèce se rencontre dans tout l'Infralittoral et descend jusqu'à la limite des herbiers. Elle est abondante dans le sédiment des matras et les tests assez robustes sont susceptibles d'être transportés sans être trop abimés : ils ne sont pas rares dans les sables à Amphioxus où cependant je les ai toujours trouvés vides.

NOTE : quelques individus, plus larges, peuvent être référés à la variété *dilatata* Le Calvez (1958, *op. cit.*, p. 169, pl. 11, fig. 119-121). Cette forme, assez rare, présente la même répartition que les individus typiques et n'a pas été séparée dans les comptages.

B - Les espèces que l'on trouve vivantes dans l'Infralittoral et remaniées dans le Circalittoral

Ces espèces vivent essentiellement dans l'Infralittoral et spécialement dans les herbiers mais leur test robuste n'est pas détruit lors des transferts de sédiments. On les rencontre ainsi, disséminées, dans tous les fonds d'accumulation ; sables à Amphioxus, Détritique côtier, Détritique du Large... Les individus contenant du protoplasme sont de moins en moins nombreux à mesure que l'on s'éloigne vers le large mais les tests vides, remaniés, voire limonitisés constituent une importante fraction du matériel détritique circalittoral.

Quinqueloculina rugosa d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. VII, n° 24.-Schlumberger 1893, *Mem. Soc. Zool. Fr.*, T. VI, p. 240, pl. IV, fig. 91-92.

Deux formes voisines et présentant la même répartition sont groupées avec cette espèce dans les tableaux et les graphiques. Il s'agit de *Q. juleana* et *Q. contorta* d'Orbigny 1848, qui ne se distinguent que par le plus grand développement des carènes -rectilignes dans le premier cas et plus ondulées dans le second-

Quinqueloculina berthelotiana d'Orbigny 1839, *Hist. nat. des Iles Canaries*, Foraminifères pl. III, fig. 25-27. - Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.* t. XXXV, fasc. 3, p. 173, pl. 10, fig. 115-117.

Quinqueloculina vulgaris d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. VII, p. 302, n° 33.-Schlumberger 1893, *Mem. Soc. Zool. Fr.*, t. VI, p. 207, pl. II, fig. 65-66.

Quinqueloculina seminulum (Linné) 1758 (*Serpula*), *Syst. Nat.*, 10è ed., p. 786.-Schlumberger 1893, *Mem. Soc. Zool. Fr.*, t. VI, p. 208, pl. IV, fig. 80-81.

Quinqueloculina stelligera Schlumberger, *Mem. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 210, pl. II, fig. 58-59.

Quinqueloculina ungeriana d'Orbigny 1846, *Foram. foss. Bass. tert.* Vienne, p. 291, pl. XVIII, fig. 22-24.

Quinqueloculina viennensis Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 187, pl. 5, fig. 42, 44 et 45. = *Quinqueloculina cweriana* Brady (non d'Orb.), *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, pl. V, fig. 12 a-b-c.

Y. LE CALVEZ (*op. cit.* p. 187) signale que cette espèce, à Villefranche, est abondante de 70 à 500 m. Elle serait donc surtout circalittorale et bathyale.

J'ai trouvé cette espèce très fréquemment dans l'Infralittoral au même titre que les précédentes. Il est cependant possible qu'elle continue à vivre également dans le Circalittoral et n'y soit pas seulement à l'état remanié. De toute façon, les tests deviennent beaucoup plus rares dans la vase bathyale.

Quinqueloculina undulata d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 136.-Schlumberger 1893, *Mem. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 213, pl. II, fig. 60-61.

Cette espèce et la suivante sont très abondantes dans le Détritique côtier et l'on peut se demander si une partie au moins des individus n'a pas vécu sur place. Cependant elle n'a pas été trouvée à l'état vivant.

Quinqueloculina disparilis d'Orbigny, 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. VII, p. 302, n° 21.-Schlumberger, 1893, *Mem. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 212, pl. II, fig. 55-57.

Quinqueloculina mediterraneensis Le Calvez, *Ann. Inst. océanogr.* t. XXXV, Fasc. 3, p. 177, fig. 29-31 ; = *Niliolina bicornis* Sidebottom (non Walker et Jacob), *Mem. Proc. Manchester. Lit. Philos. Soc.* 1904, Vol. 48, fig. 13-14.

Quinqueloculina cliarensis Heren Allen et Earland 1930, *Journ. Roy. Micr. Soc.*, vol. I, p. 58, pl. III, fig. 26-31. Le Calvez 1958, *Ann. Inst. Océanogr.* t. XXXV, Fasc. 3, p. 186, pl. 5, fig. 40-41.

Un certain nombre d'autres espèces apparaissent plus rares ou plus étroitement localisées :

Quinqueloculina quadrata Norvang 1945, *Foraminifera : The Zoology of Iceland*, Vol. II, pt. 2, p. 7 = *Quinqueloculina sclerotica* Cushman (non Karrer) 1929, *U.S. Nat. Mus. Bull.* 104, pt. 6, pl. I, fig. 5.

Assez rare. A été trouvée surtout dans les herbiers de Port Cros (Cymodocées et Posidonies).

Quinqueloculina bicornis (Walker et Jacob) 1790 (*Serpula*), *Adam's Essays Micr.* p. 633, pl. XIV, fig. 2.- *Niliolina bicornis* H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 171, pl. VI, fig. 9. En général peu abondante. Cantonnée dans les herbiers.

Quinqueloculina variolata d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 302, n° 26. Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 182, pl. 5, fig. 33.

Quinqueloculina reticulata d'Orbigny var. *carinata* d'Orbigny 1839 (*Triloculina in* de la Sagra, *Hist. phys. pol. nat. Cuba*, pl. X, fig. 15-17.

Fréquemment signalée en Méditerranée : SCHLUMBERGER 1893 ("*Q. reticula*"), WIESNER 1923, LE CALVEZ 1958 (Villefranche).

Les deux formes précédentes caractérisent les herbiers à Cymodocées et à Posidonies. *Q. reticulata* est particulièrement abondante dans les premiers et notamment à Port Cros. Cette espèce n'atteint pas les zones les plus profondes des herbiers et ne dépasse guère une vingtaine de mètres, les tests vides se rencontrent, remaniés, dans les chenaux intermattes et les sables à Amphioxus et sont beaucoup plus rares dans le circalittoral détritique.

Quinqueloculina bradyana Cushman 1929, *U.S. Nat. Mus.*, Bull. 104, pt. 6, p. 23, pl. I, fig. 3 a-c.

Une des rares espèces vivant vraisemblablement dans les sables à Amphioxus.

Quinqueloculina rhodiensis Parker, Phleger et Peirson 1953 ; *Cushman. Found. Foram. Res. Sp. publ.* n° 2, p. 12, pl. 2, fig. 15-17.-M. Mangin, *Rev. Micropal.*, vol. 3, n° 1, p. 43, pl. I, fig. 5 a-b.

Forme infralittorale. Fréquente dans les herbiers à toutes les profondeurs mais surtout vers 25-30 m (herbier de Sormiou, -35 m).

Quinqueloculina villafranca Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 180-181, pl. 4, fig. 22-23.

Quelques tests dans le Détritique côtier de la baie de Marseille. N'a pas été trouvée vivante avec certitude.

Une dernière forme mérite une mention spéciale :

Quinqueloculina parvula Schlumberger 1894, *Mem. Soc. zool. Fr.*, t. VII, p. 225, pl. III, fig. 8-9.

Quinqueloculina parvula, décrite des mers arctiques russes, vit également en Méditerranée, Y. LE CALVEZ (1958) la cite à Villefranche "entre 10 et 100 m de profondeur", SIDEBOTTOM (1909-Délos) donne pl. V, fig. 8, un dessin qui semble bien se rapporter à la même espèce. G. GLACON (1963) en signale quelques exemplaires dans le golfe de Gabès.

Dans la région étudiée elle est assez commune, à l'état vivant, dans les différents biotopes infralittoraux depuis les peuplements les plus côtiers (-50 cm) jusqu'aux limites des herbiers.

Souvent remaniée dans le sable à Amphioxus et le Détritique côtier, on en trouve cependant un certain nombre d'exemplaires vivants. En outre, on la rencontre couramment (fréquence 1-2 %) dans la vase terrigène côtière.

Cette dernière étant à peu près dépourvue d'éléments étrangers et notamment exempte d'apports de l'Infralittoral ou du Détritique côtier, *Q. parvula* apparaît comme une des rares Quinqueloculines susceptibles de vivre réellement dans ce biotope.

C - Les Quinqueloculines circalittorales

1. - *Quinqueloculina pentagona* Giunta 1954, *Riv. it. Pal. Strat.*, vol. LX, n° 1, p. 33.-1955 *Arch. Océanogr. et Limnol.* vol. X, fasc. 1-2, p. 105, pl. 1, fig. 8 et 9.

Cette espèce a été décrite du golfe de Gênes où, d'après l'auteur, elle est abondante à -75 m et plus rare à 90 m.

Je considère *Q. pentagona* comme une forme caractéristique des vases circalittorales ; son biotope d'élection est incontestablement la vase terrigène côtière mais elle n'est pas rare dans le Détritique côtier et le Détritique du Large envasés. On en rencontre encore quelques exemplaires au sommet de la vase bathyale.

2. - Les grosses Quinqueloculines (Adelosines) costulées

Au contraire de *Q. pentagona* qui est surtout représentée dans la vase circalittorale, les formes suivantes sont caractéristiques des sédiments plus grossiers, sablo-vaseux ou graveleux.

Il s'agit d'un groupe de grandes formes costulées et souvent striées, très polymorphes, et de ce fait, difficiles à rattacher à des espèces définies.

G. GLACON (1963), dans le golfe de Gabès s'est heurtée à un problème semblable et une étude détaillée l'a conduite à réunir les divers types morphologiques en cinq groupes.

Parmi les formes rencontrées dans ce travail on peut rattacher un certain nombre d'individus à 7 espèces connues ; mais, très souvent, on se trouve en présence de formes intermédiaires entre ces types classiques.

Je citerai :

- Quinqueloculina phoenicia* Colom (non Martinotti) 1942, *Inst. esp. océanogr.*, n° 108, p. 18, pl. IV, fig. 72-74. Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 178, pl. 4, fig. 24-25.

Cette espèce est la seule qui soit bien caractérisée. Les variations individuelles d'un test à l'autre sont nettement moindres que pour les autres formes. C'est également celle qui, bathymétriquement, apparaît la première puisqu'on la rencontre, seule du groupe considéré, dès l'herbier. Plus bas -sables à Amphioxus, circalittoral- sa répartition se confond avec celle des autres formes.

- Quinqueloculina duthiersi* (Schlumberger) 1886 (*Adelosina*), *Bull. Soc. zool. Fr.*, t. XI, p. 100, pl. XVI, fig. 16-18.

On trouve de nombreux individus typiques ornés de grosses côtes arrondies auxquelles se superpose une fine striation, mais un grand nombre d'exemplaires présentent une striation plus ou moins estompée et des côtes plus aigües ; certaines deviennent même difficile à séparer de *Q. pulchella*.

- Quinqueloculina pulchella* (d'Orbigny) 1846 (*Adelosina*), *Foram. foss. Bass. tert. Vienne*, p. 203, pl. XX, fig. 25-30.

- Quinqueloculina intricata* Terquem 1878, *Mém. Soc. géol. Fr.*, ser. III, t. I, pl. VIII, fig. 16-21.- Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 176, pl. 5, fig. 38-39.-M. Mangin 1960, *Rev. Micropal.* vol. 3, n° 1, p. 41, pl. 1, fig. 3 a-b.

Cette espèce, caractérisée par ses fortes stries semble présenter également un grand polymorphisme. On trouve des formes paraissant intermédiaires entre cette espèce et *Q. duthiersi*.

Comme le remarque LE CALVEZ (1958, p. 176) la forme *Quinqueloculina colomi* (op. cit. p. 176, pl. 3, fig. 15-16, pl. 4, fig. 17-19) pourrait n'être que l'un de ces intermédiaires.

La distribution de cette dernière forme, très localisée à Villefranche, a conduit l'auteur à la considérer cependant comme une espèce distincte. Je n'ai pas remarqué, dans mes sédiments, une différence notable de répartition entre les tests référables à *Q. colomi*, à *Q. intricata*, ou à *Q. duthiersi*.

Citons, enfin, un certain nombre de formes, beaucoup plus rares, que l'on peut rattacher à :

- Quinqueloculina williamsoni* Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 177, pl. 5, fig. 46 = *Adelosina elegans* Wiesner (non Williamson) 1923, *Mil. der. ost. Adria*, p. 80, pl. XV, fig. 209 = *Adelosina phoenicia* Martinotti 1919, *Atti. Soc. it. Sci. Nat.*, Vol. 58, pl. IV, fig. 15-16.

Toutes ces grosses Miliolles sont extrêmement abondantes dans les sables à Amphioxus, le maërl, les fonds de passe et les sédiments de grottes sous-marines.

Enfin on trouve en Méditerranée orientale une "Adelosine", que l'on peut rapporter à :

Quinqueloculina elegans d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, Vol. 7, p. 301, n° 12.-Terquem 1878, *Mem. Soc. zool. Fr.*, 3^e s., t. I, n° 3, p. 64, pl. VI, fig. 7-8.

Genre *TRILOCULINA* d'Orbigny 1826

Triloculina trigonula (Lamarck) 1804 (*Miliolites*), *Ann. Museum.*, vol. 4, n° 3, p. 351,- d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 299, n° 1, pl. 16, fig. 5-9.

Espèce de l'Infralittoral et spécialement des peuplements algaux et des pelouses à Cymodocées. Elle paraît plus littorale que la précédente. Sa fréquence diminue dans les herbiers, au-delà d'une dizaine de mètres.

Triloculina marioni Schlumb. 1893, *Mem. Soc. zool. Fr.* t. II, ser. VI, p. 204, pl. I, fig. 38-41.

Espèce très bien représentée dans l'Infralittoral (surtout herbiers) et, de ce fait, abondante également à l'état remanié dans le Détritique côtier, et au sommet du Détritique du Large.

Triloculina tricarinata d'Orbigny 1826, *Ann. Sci. Nat.* vol. 7, p. 299 n° 7, pl. ined. fasc. "Triloculina", pl. II, fig. 2.- Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.*, p. 189, pl. 5, fig. 47-48.

Espèce relativement profonde apparaissant à partir du Circalittoral (présente, mais jamais abondante, dans le Détritique côtier et le Détritique du Large).

Triloculina fischeri Schlumberger 1883, *Feuilles des Jeunes Naturalistes*, XIII^e année, n° 153 (1er Juillet), p. 107, pl. II, fig. 2.

Trouvée par SCHLUMBERGER dans le golfe de Gascogne à plus de 1000 m de profondeur, cette espèce se retrouve en Méditerranée dans bon nombre de dragages de vase bathyale. Toujours peu abondante.

Les loges sont plus ou moins anguleuses suivant les exemplaires. L'ouverture formée de 6 fentes correspond à la diagnose de l'auteur.

Cette forme est certainement très proche de *T. fulgurata* décrite de la même région et qui se distingue de la précédente par son ouverture plus complexe (nombreuses fentes sinueuses et rayonnantes, quelques fois entremêlées de perforations). *T. fulgurata* a été signalée à Villefranche (LE CALVEZ 1958, p. 190) en une seule station : -700 m.

Triloculina laevigata d'Orbigny, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 300, n° 15, pl. ined. (fasc. *Triloculina*) pl. IV, fig. 1 a-c.

Espèce infralittorale, fréquente notamment dans les peuplements végétaux. Les tests se rencontrent dans les sables à Amphioxus et le Détritique côtier.

Triloculina oblonga (Montagu) 1803 (*Vermiculum*), *Test. Brit.* 1803, p. 522, pl. XIV, fig. 9,- d'Orbigny 1839, *Foraminifères Cuba*, p. 175, pl. X, fig. 3 et 5.

Espèce très fréquente à l'état vivant dans tout l'Infralittoral et spécialement les peuplements algaux à faible profondeur (*Halopteris*, *Jania*). On rencontre des tests jusque dans les sables à Amphioxus et le Détritique côtier.

Triloculina rotunda d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 299, n° 4.- Schlumberger 1893, *Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 206, pl. I, fig. 48 et 50.

Particulièrement abondante dans les peuplements algaux à très faible profondeur (dalle à *Halopteris* et dalles à *Jania*). Elle est également assez fréquente dans les Herbiers à Cymodocées ou à Posidonies.

Elle constitue une importante fraction des Miliolites des fonds détritiques : sables à Amphioxus et Circalittoral.

Triloculina planctana d'Orbigny 1839, *in* de la Sagra, *Hist. phys. vol. Nat. Cuba*, p. 173, pl. IX, fig. 17 et 19.

Peuplements végétaux de l'Infralittoral (algues et Phanérogames).

Triloculina cuneata Karrer 1867, *Sitz. Akad. Wiss. Wien*, vol. 55, p. 359, pl. II, fig. 8. H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 139, pl. I, fig. 19-20.
Même répartition que la précédente

Triloculina semi-costata (Wiesner) 1923, (*Miliolina*), *Miliolideen der Ostlichen Adria*, p. 72, pl. XIV, fig. 177.-Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.* t. XXV, fasc. 3, p. 194, pl. 15, fig. 170, 171, 172.

Assez peu abondante. Peuplements végétaux de l'étage Circalittoral.

Triloculina wiesneri Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanogr.* t. XXXV, fasc. 3, p. 195, pl. 15, fig. 179-181.

Cette espèce est signalée par WIESNER 1923 (*Miliolina vulgaris* d'Orb. var. *semi-costata*). LE CALVEZ la mentionne à partir de 70 m.

Je l'ai trouvée une fois, à très faible profondeur, dans l'herbier de Cymodocées du Brusca (-1m).

Triloculina gracilis d'Orbigny 1839, *Hist. phys. vol. nat. Cuba*, p. 181, pl. 11, fig. 10-12. Sidebottom 1904, (*Miliolina*), *Mem. Proc. Manchester lit. phil. Soc.* vol. 48, pt. II, p. 14, pl. 4, fig. 10-12.

Mes exemplaires sont identiques à ceux que figuré SIDEBOTTOM ; comme ces derniers, ils sont aplatis et carénés, ce qui n'apparaît pas sur les dessins de d'Orbigny. A cela près, ils sont très conformes à la diagnose de cet auteur.

Herbiers de Cymodocées et de Posidonies.

Triloculina schreiberiana Orbigny 1839, in de la Sagra, *Hist. phys. pol. nat. Cuba*, p. 174, pl. IX, fig. 20 et 22.

SCHLUMBERGER (1893 p. 204) comme LE CALVEZ (1958 p. 194) font tomber la *T. unidentata* d'Orbigny de Méditerranée en synonymie avec la *T. schreiberiana* d'Orb. de Cuba.

Signalée à Villefranche de 5 à 70 m. Je ne l'ai jamais trouvée cependant en dessous des herbiers - tout au moins à l'état vivant.

Genre MASSILINA Schlumberger 1893

Massilina secans (d'Orbigny) 1826 (*Quinqueloculina*) *Ann. Sc. nat.*, vol. 7, p. 303, n° 43, pl. ined. (fasc. *Quinqueloculina*) pl. IX, fig. 1. - Fornasini 1900, *Mem. R. Acc. Sc. Ist. Bologna*, vol. 8, ser. 5, p. 364, fig. 11.

Peuplements végétaux de l'Infralittoral. Se trouvent fréquemment sur les thalles et sur les feuilles de Posidonies (abondante dans les fauchages d'herbier). Y. LE CALVEZ (1958 p. 204) a insisté sur le phototropisme positif de cette forme.

Les tests se conservent bien et sont abondants à l'état remaniés dans les chenaux inter-matte et les sables à Amphioxus.

Massilina annectens Schlumberger 1893, *Mem. Soc. zool. Fr.*, vol. 6, p. 220, pl. 3, fig. 77-79.

Plus rare que la précédente. Semble vivre dans le sédiment beaucoup plus que sur les végétaux. Assez fréquente dans les sables fins des peuplements à Cymodocées, elle l'est beaucoup moins dans l'herbier.

Genre SPIROLOCULINA d'Orbigny 1826

Spiroloculina excavata d'Orbigny 1846, *Foram. foss. Bass. tert. Vienne*, p. 271, pl. XVI, fig. 19-20-21.

Assez rare dans l'Infralittoral, cette forme est toujours bien représentée dans le Circalittoral, aussi bien dans les sédiments fins (vase terrigène côtière) que dans les sables vaseux (Détritique côtier, Détritique du Large). Quelques exemplaires au sommet de la vase bathyale (remaniés ?).

Spiroloculina depressa Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 298, n° 1. Pl. ined. (fasc. *Spiroloculina*) pl. I, fig. 1-5. Fornasini 1904 *Mem. R. Accad. Sci. Ist. Bologna*, t. I, ser. 6, p. 3, pl. I, fig. 1.

Répartition plus large que la précédente. On la trouve, avec celle-ci, dans le Circalittoral ; mais, en outre, elle est assez bien représentée des l'Infralittoral, notamment dans les herbiers.

Spiroloculina ornata d'Orbigny 1839, in de la Sagra, *Hist. phys. pol. nat. Cuba*, p. 167, pl. XII, fig. 7. - *Spiroloculina impressa* Sidebottom (non Terquem) 1904, *Proc. Manchester, Lit. Phil. Soc.*, vol. 48, pl. II, fig. 9-11. Colom (non Terquem) 1942 *Inst. esp. océanoogr.*, ser. II, n° 108, p. 27, pl. VI, fig. 126 et 129.

Y. LE CALVEZ (1958, p. 207) ayant étudié le type de d'Orbigny, a pu rapporter avec certitude à cette espèce non seulement ses propres exemplaires de Villefranche mais aussi les figures de SIDEBOTTOM (exemplaires de Grèce) et de COLOM (Béléares). A Villefranche l'espèce a été trouvée de 10 à 500 m. Pour ma part, je ne l'ai trouvée vivante que dans l'Infralittoral (peuplement végétaux surtout).

Spiroloculina ornata d'Orbigny var. *tricarinata* Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océanoogr.*, t. XXXV, fasc. 3, p. 207, pl. 8, fig. 84-85.

Des individus correspondant à la diagnose originale se rencontrent assez fréquemment, à côté de la forme précédente.

Spiroloculina antillarum d'Orbigny 1839, in de la Sagra, *Hist. phys. pol. Nat. Cuba*, p. 166, pl. IX, fig. 3-4.

Cette espèce n'est que rarement citée en Méditerranée. Cependant on trouve dans les herbiers de Cymodocées et, en Méditerranée orientale, d'*Halophila* une forme assez fréquente, qui paraît bien identique à celle de Cuba. N'a été rencontrée dans aucun autre biotope.

Spiroloculina disparilis Terquem 1878, *Mem. Soc. géol. Fr.*, ser. 3, vol. 1, p. 55, pl. V, fig. 12 a-b - *Spiroloculina inaequilateralis* Schlumberger 1893, *Mem. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 202, fig. 84, 85, 86.

Rare. Trouvée dans l'herbier de Morgiou à -3 m de profondeur et, remaniée, dans le maërl du Congloué.

Spiroloculina tenuisepitata H. B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 153, pl. X, fig. 5.

Espèce bathyale. Apparaît dans la partie profonde du Détritique du Large.

Genre SIGMOILINA Schlumberger 1887

Sigmoilina costata Schlumberger 1893, *Mem. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 203, pl. I, fig. 51-52.

Surtout abondante dans l'Infralittoral. On en trouve cependant des exemplaires (vivants ?) dans le circalittoral et jusque dans la vase bathyale.

Sigmoëlina grata (Terquem) 1878 (*Spiroloculina*), *Mém. Soc. géol. Fr.*, ser. 3, vol. 1, p. 55, pl. X, fig. 14-15.
Le Calvez 1958, *Ann. Inst. océan.* t. XXXV, fasc. 3, p. 209, pl. 8, fig. 91.

Y. LE CALVEZ constate que les exemplaires de la préparation type sont assez différents des figures de Terquem lui-même et, également, des figures de la plupart des auteurs.

Mes exemplaires sont identiques aux figures de Y. LE CALVEZ. L'habitat et le même que celui de la *S. costata*.

Comme pour cette dernière, les individus incontestablement vivants sont rares, cependant la présence assez générale de tests dans des sédiments profonds, phénomène déjà constaté à Villefranche et que j'ai retrouvé dans la plupart de mes stations, incite à penser que cette forme est peut-être susceptible de vivre jusque dans la vase bathyale en y étant plus dispersée et beaucoup moins fréquente que dans l'Infralittoral.

Sigmoëlina tenuis (Czjzek) 1847 (*Quinqueloculina*), *Haidinger's Natur. Abh.*, vol. II, p. 149, pl. XIII, fig. 31, et 34.
H. B. Brady 1884, (*Spiroloculina*), *Repts. Voy. Challenger*, Zoologie, vol. 9, p. 152, pl. X, fig. 7-11.

Forme caractéristique des vases circalittorales et bathyales, présente dans le Détritique du Large, lorsqu'il est très envasé.

Sigmoëlina edwardsii Schlumberger 1887 *Bull. Soc. zool. Fr.* t. XII, p. 483, fig. 8, pl. VII, fig. 15-18.

Vase bathyale. Trouvée notamment dans les canyons de Cassidagne (à 370 m) et de Planier (800 à 1200 m).

Sigmoëlina schlumbergeri Silvestri 1904, *Mém. Pont. Accad. Nuovi Lincei*, vol. XXII, p. 267. - *Planispirina celata* H. B. Brady (non Costa), 1884 *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 197, pl. VIII, fig. 1-4. - Schlumberger 1887, *Bull. Soc. zool. Fr.*, pl. VII, fig. 12-14.

Même répartition que l'espèce précédente.

Sigmoëlina sigmoëdea (H. B. Brady) 1884 (*Planispirina*), *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 197, pl. II, fig. 1-3. Schlumberger 1887, *Bull. Soc. zool. Fr.*, t. XII, p. 475, fig. (texte) 1-5, pl. VII fig. 9-11.

Espèce profonde. Apparait uniquement dans la vase bathyale.

Genre *PYRGO* DeFrance 1924

Les espèces du genre *Pyrgo* sont toutes caractéristiques des sédiments profonds. Parmi les 8 formes citées ci-dessous, 4 sont courantes dès le détritique du Large. Soit à partir de 100-150 mètres. Ce sont :

Pyrgo depressa (d'Orbigny) 1826 (*Biloculina*) *Ann. Sc. Nat.* vol. VII, p. 298 n° 2. Schlumberger 1891, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 160, fig. 48-49.

Pyrgo bradyi (Schlumberger) 1891 (*Biloculina*), *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 170, pl. X, fig. 63 à 71.

Pyrgo anomala (Schlumberger) 1891 (*Biloculina*), *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 182, pl. XI, fig. 84-86, pl. XII, fig. 101.

Pyrgo elongata (d'Orbigny) 1826 (*Biloculina*), *Ann. Sc. Nat.* vol. VII, p. 298, n° 4. - Schlumberger 1891, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 184, pl. XI, fig. 87-88, pl. XII, fig. 89.

Les 4 espèces suivantes, par contre, ont été uniquement trouvées dans la vase bathyale (plus de 200 m de profondeur).

Pyrgo murhina (Schwager) 1886 (*Biloculina*), *Novarra Exp. Geol. Theil.*, vol. 2, p. 203, pl. IV, fig. 15. - Schlumberger 1891, *Mém. Soc. zool. Fr.*, vol. IV, p. 165, pl. IX, fig. 52-54.

Pyrgo subsphaerica (d'Orbigny) 1839 (*Biloculina*), *Hist. phys. pol. nat. Cuba*, p. 162, pl. 8, fig. 25-27.

Pyrgo comata (H. B. Brady) 1884 (*Biloculina*), *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 144, pl. III, fig. 9. - Schlumberger 1891, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 565, fig. 26-28, pl. X, fig. 72-73.

Pyrgo lucernula (Schwager) 1866 (*Biloculina*), *Novara Exp. Geol. Theil.*, vol. 2, p. 202, pl. 4, fig. 14-17. Schlumberger 1891, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 572, fig. 37-41, pl. XII, fig. 90-96.

Genre *BILOCULINELLA* Wiesner 1931

Biloculinella globula (Bornemann) 1855 (*Biloculina*), *Zeitschr. deutsch. Geol. Ges.* vol. 7, p. 349, pl. XIX, fig. 3. Schlumberger 1881, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 188, pl. XII, fig. 97-100.

Assez fréquente dans le Détritique du Large de 100 à 200 m, cette espèce se rencontre aussi dans la vase bathyale.

Biloculinella labiata (Schlumberger) 1891 (*Biloculina*), *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. IV, p. 169, pl. IX, fig. 60-62.

WIESNER 1923 a décrit en Adriatique plusieurs variétés de cette espèce. Y. LE CALVEZ (1958, p. 202 et pl. 16, fig. 189-194) en a retrouvé 3 dans la baie de Villefranche.

Je n'ai pas observé dans mes échantillons de variétés nettement distinctes morphologiquement et écologiquement. La plupart des exemplaires sont cependant plus comprimés que ceux que figure SCHLUMBERGER ; certains, assez élargis pourraient correspondre à la variété *depressa* de WIESNER *op. cit.* pl. 18, fig. 263) ; d'autres, plus allongés, rappellent la variété *elongata* (Wiesner pl. 18, fig. 258) mais sont toujours beaucoup plus aplatis.

La présence et l'abondance de cette espèce semblent déterminées beaucoup plus par la nature du sédiment que la profondeur. On la trouve essentiellement dans les vases, vases circalittorales et bathyales. Dans les sables vaseux circalittoraux, elle est d'autant mieux représentée que la fraction fine est plus importante.

Genre *PYRGOELLA* Cushman et White 1936

Pyrgoella sphaera (d'Orbigny) 1839 (*Biloculina*), *Voy. Am. Mérid., Foraminifères*, t. V, pt. 5, p. 65, fig. 13-16.

Détritique du Large et vase bathyale

Genre *ARTICULINA* d'Orbigny 1826

Absent des côtes de Provence, ce genre est assez fréquent dans l'Infralittoral de Méditerranée orientale avec deux espèces :

Articulina saëra d'Orbigny 1839, *Hist. phys. pol. nat. Cuba*, "Foraminifères", p. 183, pl. 9, fig. 23-26.

Articulina cf. lineata H.B., Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 183, pl. 12, fig. 19-21.

Une forme finement striés, à loges plus larges et plus aplaties que la précédente paraît pouvoir se rapporter à cette espèce.

Formes de position systématique douteuse

Les trois formes suivantes sont très abondantes dans l'infralittoral de Méditerranée et, remaniées, dans le Circalittoral. Je les cite ici en indiquant les noms sous lesquels elles sont généralement mentionnées, décrites ou figurées, mais il est certain qu'une étude approfondie de ces formes serait nécessaire pour préciser leur position systématique exacte.

Quinqueloculina (?) *suborbicularis* Schlumberger (non *Triloculina suborbicularis* d'Orbigny) 1893, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 73-74, fig. dans le texte 26-28, pl. II, fig. 63-64, pl. III, fig. 67. - *Triloculina suborbicularis* Colom 1942, p. 23, pl. V, fig. 96-98 et 101-105.

SCHLUMBERGER a très bien figuré cette espèce. Il l'a rapportée *Triloculina suborbicularis* d'Orbigny, laquelle serait en réalité, d'après lui, une *Quinqueloculine*. Y. LE CALVEZ (1958) pense au contraire que l'espèce de SCHLUMBERGER doit, par les caractères de son ouverture, être rapportée à *T. webbiana* d'Orbigny (1839, *Foram. Canaries*, p. 140, pl. III, fig. 13-15).

En fait, si on consulte les diagnoses de d'Orbigny et les dessins de ses planches inédites (fiche LYS 1949) on s'aperçoit que la forme méditerranéenne, dont l'ouverture est ronde, bordée d'une lèvre et ornée d'une dent semi-circulaire, ne correspond ni à *T. suborbicularis* ("ouverture ronde sans péristome, armée d'une dent courte et simple") ni à *T. webbiana* ("ouverture en demi-lune... bordée d'un péristome large et épais et orné d'une dent saillante, très large, très grande, de forme carrée").

Par ailleurs, SCHLUMBERGER ainsi qu'ultérieurement COLOM aux Baléares, ont dessiné avec exactitude le mode d'enroulement de cette espèce, parfois triloculin comme le sont les exemplaires dessinés par LE CALVEZ, mais le plus souvent irrégulier. Les dernières loges -parfois plus de deux par tour- laissant apercevoir, d'un seul côté ou des deux, une portion plus ou moins importante des premiers tours. SIDEBOTTOM (1904 *Foram. de Délos* p. 9) mentionne également ce type d'enroulement. Il signale en outre (p. 21, fig. 9 et pl. V, fig. 12-13) une *Planispirina striata* qui paraît très voisine de la précédente et dont WIESNER (1923) fait une *Miliolina webbiana var. trigonina*.

Des exemplaires analogues à ceux de SIDEBOTTOM ont été retrouvés en Méditerranée orientale.

Quinqueloculina (?) *dilatata* Schlumberger 1893, *Mém. Soc. zool. Fr.*, t. VI, p. 217, pl. 3, fig. 70-74 et pl. 4, fig. 87-90. - *Miliolina subrotunda* (part.) Sidebottom (non Montagu) 1904 p. 8-9. - *Triloculina dilatata* Colom (non d'Orbigny) 1942, p. 24, pl. V, fig. 93-95 et 99-100.

Cette forme appelle, au point de vue de son mode d'enroulement, les mêmes remarques que l'espèce précédente. Elle se caractérise également par sa dent aplatie semi-circulaire. SCHLUMBERGER a donné de nombreux dessins de cette forme très variable.

SIDEBOTTOM la réunit, (sous le nom de *Miliolina subrotunda* Montagu) à une forme quelque peu différente, beaucoup plus renflée et dont l'ouverture large s'orne de deux fortes proéminences. Il ne figure que cette dernière, fréquemment citée depuis, en Méditerranée, sous le nom de *Triloculina sidebottomi*.

Les auteurs ultérieurs ont fréquemment cité cette dernière forme mais il est rare de trouver mention de la première.

Triloculina (?) *sidebottomi* (Martinotti) 1920 (*Sigmoilina*), *Atti. Soc. it. Sc. nat.*, vol. 59, p. 2, fig. 29. - Colom 1942, *Inst. esp. oceanogr.*, ser. 2, n° 108, p. 24, pl. 5, fig. 106-108 = *Miliolina subrotunda* Sidebottom (non Montagu) 1904, *Mém. Manchester lit. philo. soc.*, vol. 48, pt. 2, p. 8, pl. 3, fig. 1-7.

D'après LE CALVEZ (1958, p. 211), cette forme se rangerait dans les *Ophthalmiditidae*.

Localisation : les trois formes se rencontrent ensemble dans les herbiers à Cymodocées et à Posidonies, les sables à Amphioxus, le Détritique côtier (tests remaniés). *Triloculina sidebottomi* est également présente dans les peuplements algaux des petits fonds (moins de 1 m).

PENEROPLIDAE

1 - Spirolininae

On trouve dans les sédiments de Méditerranée, tant occidentale qu'orientale, des *Spirolininae* de formes variées :

a/ Des formes enroulées minces à contour plus ou moins étalé (type *P. planatus* F. et M.). Ces formes sont très abondantes, les individus atteignent 0,8 à 2 mm.

b/ Des formes enroulées, épaisses (type *P. pertusus* Forskal) qui n'atteignent jamais de grandes dimensions et excèdent rarement 0,6 mm de diamètre. Elles sont assez fréquentes.

c/ Des formes déroulées (type "*Spirolina*"), assez rares, qui peuvent être tantôt épaisses, à section circulaire ("*S. arietina*" Batsch), tantôt aplaties ("*S. semi-littus*" Gmelin).

Il est difficile, sans avoir effectué d'élevages expérimentaux, d'affirmer que ces types morphologiques ne correspondent pas forcément à des espèces, ou même à des genres distincts. Cependant cette interprétation paraît assez probable. De nombreux auteurs ont étudiés les *Peneroplidae* et ont abouti à des résultats contradictoires, certains distinguant les genres *Dentritina*, *Spirolina* et *Peneroplis* (cf. divers travaux et traités de CUSHMAN (1929-1945), COLOM (1935), LOEBLICH et TAPPAN (1964) etc...) tandis que d'autres les réunissent (SULC (1936), SAID (1949), BRADY (1884), HOFKER (1930) ... Même désaccord quant à la validité de certaines espèces du "genre" *Peneroplis*, notamment *P. planatus* et *P. pertusus* qui sont, ou non, considérés comme synonymes.

Parmi les travaux récents il faut citer celui de G. GLACON (1963) sur les *Peneroplidae* (*Spirolininae*) du golfe de Gabès. On trouvera dans ce travail une étude détaillée des divers types morphologiques et un résumé des principales interprétations proposées par les chercheurs antérieurs. L'auteur donne un tableau des relations ontogéniques possibles entre les groupes morphologiques et conclut à la présence dans ses sédiments de deux espèces correspondant à deux possibilités de croissance de l'individu. Ainsi, à partir de jeunes identiques, enroulés (2 tours) et épais on peut assister à deux modalités de développement :

- le déroulement
- l'étalement

Dans le premier cas on aboutit à l'espèce *Spirolina arietina* Batsch emend. HOFKER (*Peneroplis*)

Dans le second à l'espèce *Peneroplis pertusus* Forskal emend. HOFKER 1950.

Les *Peneroplidae* sont fréquents dans les herbiers. Surtout herbiers de Cymodocées. On retrouve les différents aspects figurés par G. GLACON. La rareté du phénomène de déroulement par rapport au cas général d'étalement amène à se demander, dans le cas présent, si ce déroulement n'est pas un phénomène plus ou moins accidentel survenant dans le développement de certains individus.

Quoiqu'il en soit, les exemplaires pouvant se rapporter au type "*Spirolina*" sont infiniment moins nombreux que ceux du type "*Peneroplis*" : 3 à 4 % de formes déroulées (épaisses ou plates) contre 40-45 % d'enroulés épais et 50 à 55 % de formes aplaties et étalées ("*P. planatus*"). (Ces chiffres sont des moyennes obtenues par comptage dans divers sédiments de Méditerranée orientale et occidentale).

Répartition : Qu'il s'agisse ou non d'espèces distinctes, ces formes présentent la même répartition : herbier à Cymodocées et à Posidonies. Leur maximum de fréquence se situe à la fin de l'été.

Genre *SORITES*

Sorites variabilis Lacroix 1940, *Bull. Inst. océanogr. Monaco* n° 784.

Cette forme, absente de la région marseillaise, apparaît dans les herbiers de Cymodocées des fles d'Hères où elle atteint parfois des fréquences élevées. Elle est surtout représentée, en Méditerranée Nord orientale dans la région du Péloponèse, de la Crète, du Dodécannèse et du Sud de la mer Egée.

LAGENIDAE

Genre *LAGENA* Walker et Jacob 1798

Ce genre est représenté en général par des individus isolés et trop peu nombreux pour que l'on puisse apprécier la répartition bathymétrique ou écologique des espèces. La plupart des formes ont été trouvées dans le Circalittoral mais des exemplaires sont aussi présents dans l'Infralittoral et les vases profondes.

Citons :

Lagena laevis (Montagu) 1803 (*Vermiculum*), *Test. Brit.* p. 524, Williamson 1848, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 2, vol. 1, p. 12, pl. 1, fig. 1-2.

Lagena laevis var. *amphora* Williamson 1848, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 2, vol. 1, p. 12, pl. 1, fig. 3-4.

- Lagena striata* d'Orbigny 1839, (*Oolina*), *Voy. Am. Mérid.*, p. 21, pl. V, fig. 12.-Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 460, pl. LVII, fig. 22-24.
- Lagena semistriata* Williamson 1848, *Ann. Mag. Nat. Hist.* ser. 2, vol. 1, p. 14, pl. 1, fig. 9-10.
- Lagena gracillima* Seguenza (1862) (*Amphorina*), *Foram. Monotal. Mess.*, p. 51, pl. 1, fig. 37. H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger* Zoology, vol. 9, p. 456, pl. LVI, fig. 19-26.

Genre DENTALINA Risso 1826

- Dentalina communis* (d'Orbigny) 1826 (*Nodosaria* (*Dentalina*)), *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 254, n° 35, pl. ined. (fasc. *Nodosaria*) pl. VI h, fig. 3. H.B. Brady, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 504, pl. LXII, fig. 21-22.
- Dentalina filiformis* d'Orbigny 1826 (*Nodosaria*), *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 253, n° 14, pl. ined. (fasc. *Nodosaria*) pl. VIc, fig. 6.-H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 500, pl. LXIII, fig. 3-5.
- Dentalina cutleri* d'Orbigny 1826 (*Nodosaria* (*Dentalina*)) *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 255, n° 45, pl. ined. (fasc. *Nodosaria*) pl. VI, i, fig. 2.
- Dentalina guttifera* d'Orbigny 1846, *Foram. Foss. Bas. tert. Vienne*, p. 49, pl. 2, fig. 11-14. = *Nodosaria pyrula* H.B. Brady (non d'Orbigny) 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 62, fig. 10-12.
- Dentalina* sp. aff. *subemaciata* Parr 1950 *B.A.N.Z.A.R.E. Repts.*, ser. B, vol. 5, p. 329, pl. XII, fig. 1.

Les exemplaires méditerranéens sont également très voisins de *D. consobrina* var. *emaciata* Brady (non Reuss) 1884, *Challenger*, pl. LXII, fig. 25-26.

Localisation : Ces différentes espèces sont présentes mais jamais abondantes dans les diverses stations de vase bathyale. Seule la dernière est plus fréquente et elle apparaît dès le Détritique du Large.

Genre NODOSARIA Lamarck 1812

- Nodosaria lamnulifera* Boomgart (nouveau nom) in Thalmann 1950, *Cont. Cushman. Found. Foram. Res.*, vol. 1, pt. 3-4, p. 42 = *N. bradyi* Boomgart 1949, *Thèse, Rijks- Univ. Utrecht*, p. 79, pl. 6, fig. 11 (non *N. bradyi* Spandel 1901) = *N. raphanus* H.B. Brady (non Linné) 1884, *Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 512, pl. LXIV, fig. 6-10.
- Nodosaria vertebralis* (Bassch) 1791 (*Nautilus*), *Conchyl. des Seesandes*, p. 3, n° 6, pl. 2, fig. 6 ab. H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 514, pl. LXIV, fig. 11-14. Flint 1897 (1899) *Repts. U.S. Nat. Mus.*, p. 312, pl. 57, fig. 5.

Remarque : CUSHMAN en 1923 (*U.S. Nat. Mus.*, Bull. 104, p. 87) propose le nom de *Nodosaria vertebralis* var. *albatrossi* pour la forme figurée par BRADY et par FLINT et qui différerait de la forme typique de BATSCH. Par la suite en 1931 (*Cont. Cushman. Lab. Foram. Res.*, vol. 7, pt. 3, p. 66) il estime que l'espèce de BATSCH est trop mal connue pour qu'on puisse utiliser ce nom. Cependant de nombreux auteurs citent "*N. vertebralis*" tant dans l'actuel que dans le tertiaire, en se référant le plus souvent au dessin de BRADY. C'est pourquoi ce nom a été conservé ici.

- Nodosaria raphanistrum* (Linné) 1758 (*Nautilus*), *Syst. Nat.*, 10è ed., t. 1, p. 170. D'orbigny 1825, pl. ined. (fasc. *Nodosaria*) pl. VI, f. fig. 1 n° 34.

Localisation : Cest trois espèces ont été trouvées essentiellement dans la vase bathyale. *N. vertebralis* est parfois présente dès le Détritique du Large.

Genre LAGENODOSARIA Silvestri 1900

- Lagenodosaria scalaris* Batsch 1791 (*Nautilus*), *Conch. des Seesandes*, n° 4, pl. 2, fig. 4 a-b.-H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger* Zoology, vol. 9, p. 510, pl. LXIII, fig. 28-31.

D'après certains auteurs, cette espèce devrait être considérée comme synonyme de *Amphicorina falx* (*Nar-ginulina falx* P. et J. 1860) et, de ce fait, appelée *Amphicoryna scalaris* Batsch.

PARKER (1958, *Eastern Mediterranean Foraminifera* p. 258) exprime quelques doutes quant à la validité de cette synonymie. Pour ma part, les exemplaires du type "*Amphicoryna*" étant très rares dans mes sédiments, j'ai, au moins provisoirement, gardé l'appellation classique de *Lagenodosaria scalaris* pour cette espèce extrêmement fréquente dans les vases circalittorales et bathyales. (La forme *separans* Brady 1884, est beaucoup plus rare que la forme typique).

Lagenodosaria scalaris apparaît en général dès 65-70 m dans les vases terrigènes côtières de Méditerranée orientale et occidentale et on la rencontre jusque dans les vases bathyales les plus profondes qu'il m'ait été donné d'étudier (4 000 m). Dans ces limites bathymétriques, elle est nettement liée aux sédiments argileux : dans le Détritique du Large sa fréquence dépend de l'importance de la fraction fine. Très abondante au Quaternaire, elle est presque toujours présente, à l'état fossile, dans les thanatocoenoses würmiennes.

- Lagenodosaria* sp. Une petite forme voisine de la précédente mais s'en distinguant par sa taille plus réduite, son test translucide et ses côtes moins marquées, se rencontre assez fréquemment dans les mêmes sé-

diments. Cette forme paraît proche de *Nodosaria gibba* d'Orbigny 1826 (*Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 253, n° 24, pl. ined. (fasc. *Nodosaria*) pl. VIe, fig. 2).

Genre *MARGINULINA* d'Orbigny 1826

Marginulina glabra d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 259, n° 6, pl. ined. (fasc. *Marginulina*) pl. I, fig. 5.
Détritique du Large. Vase bathyale. Peu fréquente.

Marginulina glabra d'Orbigny var. *obesa* Cushman 1923, *U.S. Nat. Nat.*, Bull. 104, pt. 4, p. 128, pl. 37, fig. 1 = *M. glabra* Brady 1884, pl. LXV, fig. 5-6. Flint 1897 (1899) pl. 60, fig. 1 (part).

Se rencontre avec la forme typique. Rare.

Marginulina costata (Batsch) 1791 (*Nautilus*), *Conch. des Seesandes*, p. 2, pl. 1, fig. 1 a-g.

Peu fréquente. Vase bathyale.

Genre *ASTACOLUS* Montfort 1808

Astacolus crepidula (Fichtel et Moll) 1803 (*Nautilus*), *Test. micr.*, p. 107, pl. XIX, fig. g-i.

Vase bathyale

Genre *LENTICULINA* Lamarck 1804

Ce genre est pris ici au sens large et comprend des formes rééférables à *Robulus* et à *Lenticulina* s.s. Les diverses espèces présentent toutes la même répartition : ce sont essentiellement des Foraminifères vasi-
coles et profonds qui peuvent cependant apparaître dès la base du Circalittoral, (vaseterrigène côtière ou
Détritique du Large envasé) mais c'est surtout dans la vase bathyale que ce genre atteindra son plus grand
développement. Les espèces rencontrées les plus fréquemment sont :

Lenticulina peregrina (Schwager) 1866 (*Cristellaria*), *Novara Exped.* 1857-59, *Wien, Osterreich. Géol. Theil.*, Bd. 2, Abt. 2, p. 245, pl. 7, fig. 89 = *Cristellaria variabilis* H.B Brady (non Reuss) *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 541, pl. LXVIII, fig. 11-16.

Lenticulina calcar (Linné) 1767 (*Nautilus*), *Syst. Nat.*, 12è ed. p. 1162. *Cristellaria calcar* H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 551, pl. LXX, fig. 9-12.

Lenticulina cultrata (Montfort) 1808 (*Robulus*), *Conch. Syst.*, vol. 1, p. 214. *Robulina cultrata* d'Orbigny 1846, *Foram. Foss. Bass. tert. Vienne*, p. 96, pl. IV, fig. 10-13.

Lenticulina orbicularis (d'Orbigny) 1826 (*Robulina*), *Ann. Sc. Nat.* t. 7, p. 288, n° 2, pl. XV, fig. 8, 9.

Lenticulina vortex (Fichtel et Moll) 1803 (*Nautilus*), *Test. Micr.*, p. 33, pl. 2, fig. d-i.

Genre *SARACENARIA* DeFrance 1824

Saracenaria italica DeFrance 1824, *Dict. Sc. Nat.* vol. 32, p. 177, Atlas. conch., pl. 13, fig. 6.

Détritique du Large (rare). Vase bathyale (assez commune).

Genre *VAGINULINA* d'Orbigny

Vaginulina patens H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 533, pl. LXVII, fig. 15-16.

Vase bathyale - peu fréquente.

Vaginulina linearis (Montagu) 1808 (*Nautilus*), *Test. Brit.* suppl. p. 87, pl. 30, fig. 9

Rare. Vase profonde.

Genre *LINGULINA* d'Orbigny 1826

Lingulina seminuda Hantken 1875 (*Lingulina carinata* d'Orb. var. *seminuda*), *Mittheil. Jahrb. d.k. ungar. géol. Anstalt*, vol. 4, p. 41, pl. IV, fig. 8 a-b.

Espèce de la vase bathyale à partir de 500-600 mètres.

POLYNORPHINIDAE

Cette famille n'est jamais bien représentée. Les exemplaires sont trop peu nombreux pour que l'on puisse tenter d'étudier leur répartition bathymétrique ou écologique. J'ai trouvé, sporadiquement, quelques formes appartenant aux genres *Glandulina* (T.R), *Globulina* et *Guttulina* (plus fréquents) aussi bien dans des stations infralittorales que circalittorales ou bathyales ...

Je citerai les deux formes les plus courantes :

Genre *GLOBULINA* d'Orbigny 1839

Globulina globosa (d'Orbigny) 1826 (*Polymorphina (Globulina)*) *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 266 n° 20. 1846, p. 227, pl. 13, fig. 13-14.

Cette forme a été trouvée dans quelques stations d'herbier, dans les sables à Amphioxus et dans un certain nombre de prélèvements bathyaux.

Genre *GUTTULINA* d'Orbigny 1839

Guttulina lactea (W. et J.) var. *earlandi* Cushman et Ozawa 1930, *U.S. Nat. Mus., Proc.*, vol. 77, n° 2829 art. 6, p. 45, pl. 10, fig. 5, d'après H. A et E).

Cette espèce, signalée dans les petits fonds des Baléares (COLOM 1942, p. 32, pl. X, fig. 205-206) et de l'île de Délos (SIDEBOTTOM 1907, pl. 3, fig. 8-9) a été rencontrée à maintes reprises dans l'Infra-littoral (herbiers et peuplements algaux côtiers). Comme la précédente on la trouve parfois aussi dans les sables à Amphioxus et jusque dans la vase bathyale.

BULIMINIDAE

Je place ici pour des raisons pratiques un groupe de Foraminifères uniloculins qui, suivant les auteurs, se trouvent rangés soit dans les *Lagenidae*, soit dans les *Buliminidae*, soit encore près des *Glandulina* avec lesquelles ils constituent la famille des *Glandulinidae*.

Les diverses espèces rencontrées -souvent décrites originellement sous le nom de *Lagena*- appartiennent aux genres *Fissurina* et *Oolina* que leur tube entosolenien avaient fait ranger également par certains auteurs dans le genre *Entosolenia*. C'est d'ailleurs, sous ce nom qu'elles sont réunies dans les diagrammes et les tableaux synthétiques de ce travail. En effet la faible fréquence de ces formes ne nécessitait pas une discrimination trop poussée qui aurait compliqué inutilement les schémas.

Ces espèces ne sont jamais fréquentes. On les rencontre toujours plus ou moins isolées. La plupart ont été trouvées surtout dans les petits fonds où certaines d'entre elles sont vraisemblablement ectoparasites sur d'autres Foraminifères (cf. *Entosolenia marginata*, ectoparasite sur *Discorbis uilardeboanus*, LE CALVEZ 1947).

Cependant on les trouve beaucoup plus régulièrement dans le Circalittoral, voire dans la vase bathyale. Il est possible qu'un certain nombre d'espèces vivent réellement dans ces deux étages mais il est possible aussi qu'une grande partie des tests que l'on y rencontre soit en réalité remaniée. Grâce à leur petite taille ces Foraminifères doivent pouvoir supporter des transports importants sans être endommagés. La plupart du temps, et quelque soit le biotope considéré, les tests rencontrés étaient vides.

Genre *OOLINA* d'Orbigny 1839

Oolina globosa (Walker et Boys) 1784 (*Serpula*), *Test. min.*, p. 3, pl. 1, fig. 8. - *Entosolenia globosa* Williamson, 1848, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 2è ser. vol. 1, p. 16, pl. II, fig. 13-14.

Oolina hexagona (Williamson) 1848 (*Entosolenia squamosa*, var. *hexagona*), *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 2, vol. 1, p. 20, pl. II, fig. 23.

Genre *FISSURINA* Reuss 1850

Fissurina lucida Williamson 1848 (*Entosolenia marginata* var. *lucida*), *Ann. Mag. Nat. Hist.*, vol. 1, ser. 2, p. 17, pl. II, fig. 17.

Fissurina marginata (Walker et Boys) 1784 (*Serpula*), *Test. min.*, p. 2, pl. 1, fig. 7. - *Entosolenia marginata* Williamson 1848, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 2è ser., vol. 1, p. 17, pl. II, fig. 15-16.

Fissurina trigono-marginata Parker et Jones 1865, (*Lagena*), *Phil. Trans.*, vol. CLV, p. 348, pl. XVIII, fig. 1 a-b. H. B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 482, pl. LXI, fig. 12-13.

Fissurina orbignyana Seguenza 1862, *Foram. monota*, *Nessina*, p. 66, pl. II, fig. 25-26.

Fissurina elliptica Seguenza 1862, *Foram. monota*, *Nessina*, p. 57, pl. 1, fig. 51.

Genre *BULIMINELLA* Cushman 1911

Buliminella elegantissima d'Orbigny 1839 (*Bulimina*), *Voy. Am. Nérid.*, vol. 5, pt. 5, p. 51, pl. 7, fig. 13-14.

Cette espèce paraît assez étroitement localisée. On la rencontre parfois dans les petits fonds (sables à Cymodocées) ou dans les herbiers à Posidonies mais elle est surtout constante dans les sables à Amphioxus, les chenaux intermatte et les sédiments de grottes sous-marines. Toujours peu abondante et représentée par des exemplaires isolés mais le plus souvent vivants. Paraît liée aux zones agitées ou soumises à des courants.

Genre *BULIMINA* d'Orbigny 1826

Bulimina marginata d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 269, n° 4, pl. 12, fig. 10-12.

Espèce des vases circalittorales et bathyales (abondante). Se rencontre dans la vase terrigène côtière dès 40-50 m. Comme la plupart des espèces de ce genre, son abondance augmente dans la vase bathyale où elle est surtout bien représentée jusqu'à 300 m. Fréquente dans le Détritique du Large envasé.

Bulimina aculeata d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 269 n° 7, pl. ined. (fasc. *Bulimina*) pl. II, fig. 2. Fornasini 1901, *Mem. R. Accad. Sc. Ist. Bologna*, vol. 9, ser. 5, p. 373, fig. 4.

Même répartition - abondante

Bulimina costata d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 269, n° 1, pl. ined. (fasc. *Bulimina*) pl. I, fig. 1. Fornasini 1901, *Bol. Soc. géol. it.* vol. XX, p. 174, fig. 1.

Même répartition - assez abondante.

Groupe : *Bulimina* cf. *elegans* d'Orbigny

Bulimina gibba Fornasini

Bulimina elegans d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, p. 270, n° 10.-Fornasini 1901, *Mem. R. Acc. Sc. Ist. Bologna*, ser. 5, t. IX, p. 375-376.

Bulimina gibba Fornasini 1901 *Mem. R. Acc. Sc. Ist. Bologna*, ser. 5, t. IX, p. 378, pl. 0, fig. 32, 34.

FORNASINI (1901 op. cit., p. 375). Considérait que le nom de *Bulimina elegans* d'Orbigny était applicable à un ensemble de formes dont l'aspect typique était représenté par le modèle de d'Orbigny (modèle n° 9) et également par les figures 1 et 2 de BRADY (1884, (Challenger), pl. L). Des formes comme *B. gibba* et *B. baccata*, par exemple, décrites par FORNASINI dans ce même mémoire n'étaient pour leur auteur que des variations morphologiques de cette forme typique et en quelques sortes des variétés.

Ultérieurement l'espèce de d'ORBIGNY, mal connue, a donné lieu à des interprétations diverses -parfois erronées- comme par exemple son attribution au genre *Buliminella* (fide LE CALVEZ 1958 b p. 172) tandis que les figures de BRADY -1,2 mais aussi 3 et 4- étaient considérées comme appartenant à une espèce voisine mais différente. Le nom de *B. parkerae* proposé par THALMANN (1942, *Am. Midland. Nat.*, vol. 28, p. 464) n'ayant pu être retenu (déjà employé) les individus du Challenger ont été finalement mis en synonymie avec *B. gibba* Fornas. par CUSHMAN et PARKER (1947, *U.S. Géol. Surv. prof. Paper* 210-D, p. 125). On les retrouve sous ce nom dans les "Taxonomic notes" sur les espèces du Challenger (BARKER 1960 p. 102).

Je rapporte ici à *Bulimina gibba* Fornasini quelques rares exemplaires conformes aux figures de cet auteur (op. cit. pl. 0, fig. 32-34), qui possèdent des loges terminales très renflées et sont, de ce fait, assez différents des figures de BRADY.

J'attribue, d'autre part, à *Bulimina* cf. *elegans* un ensemble de formes plus fusiformes, à loges moins renflées qui me paraissent proches de la forme de d'ORBIGNY.

Bulimina elegans est assez fréquente dans les vases méditerranéennes. Vase terrigène côtière et vase bathyale, ainsi que dans le Détritique du Large envasé.

Bulimina exilis H.B 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 399), pl. L, fig. 5-6.

Plutôt rare - vase bathyale

Bulimina buchiana d'Orbigny 1846, *Foram. Foss. Bas. tert. Vienne*, p. 186, pl. XI, fig. 17-18.

Rare a été trouvée seulement dans un carottage (carotte C3 niv. 35).

Genre *GLOBOBULIMINA* Cushman 1927

Globobulimina ovata (d'Orbigny) 1846 (*Bulimina*), *Foram. foss. Bass. tert. Vienne*, p. 185, pl. XI, fig. 13-14.

Vase profonde

Globobulimina cf. *caudigera* d'Orbigny 1826 (*Bulimina*), *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 270, n° 16, modèle n° 68, pl. ined. (fasc. *Bulimina*) pl. III, fig. 5, pl. 1, fig. 469). *Bulimina pyrula* var. *caudigera* Fornasini 1901, *Mem. R. Acc. Sc. Ist. Bologna*, ser. 5, vol. IX, p. 375.

Cette petite forme ovale est assez fréquente dans la vase profonde et notamment dans les carottes. Elle paraît très voisine de la *B. caudigera* d'Orbigny de Rimini.

Globobulimina affinis (d'Orbigny) 1839 (*Bulimina*), *Hist. phys. pol. Nat. Cuba*, p. 105, pl. 2, fig. 25-26.

Vases circalittorales et bathyales - peu abondante

Genre *VIRGULINA* d'Orbigny 1826

Virgulina complanata Egger 1893, *Abhandl. Kon. bay. Accad. Wiss. München*, cl. II, vol. 18, p. 292, pl. 8, fig. 91-92.

Peu abondante - vase circalittorale et bathyale ne paraît pas liée à la profondeur du dépôt.

Genre *REUSSELLA* Galloway 1933

Reussella spinulosa (Reuss) 1850 (*Verneullina*), *Denkschr. d.k. Accad. Wiss. Wien.*, vol. I, p. 347, pl. LXIII, fig. 12.

Forme presque exclusivement cantonnée dans le Circalittoral surtout les vases terrigènes côtières. Plus rare dans les sables vaseux détritiques. Fréquente dans les vases pliocènes peu profondes.

Genre *BOLIVINA* d'Orbigny 1839

Bolivina difformis (Williamson) 1858 (*Textularia variabilis* var. *difformis*), *Rec. Foram. Gr. Brit.*, t. 4, p. 77, pl. 6, fig. 166-167.

Une des formes les plus fréquentes, dans le Circalittoral, puisqu'elle se rencontre non seulement dans la vase mais aussi dans le Détritique côtier et le Détritique du Large.

Bolivina pseudoplicata Heron-Allen et Earland 1930, *Journ. Roy. Micr. Soc.*, vol. 50, p. 81, pl. 3, fig. 36-40.

Présente dans tous les sédiments fins circalittoraux ou bathyaux, cette espèce est surtout fréquente dans les petits fonds et remonte jusqu'au rivage (sables fins terrigènes, sables vaseux côtiers, pelouses à Cymodocées).

Bolivina spathulata (Williamson) 1858 (*Textularia variabilis* var. *spathulata*), *Rec. Foram. Grt. Brit., Roy. Soc.*, t. 4, p. 76, pl. 6, fig. 164-165 = *Bolivina dilatata* H. B. Brady (non Reuss) 1884 *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 418, pl. LII, fig. 20-21. L. Blanc-Vernet 1961 *Rec. Trav. St. Marine Endoume*, Bull. 21, fasc. 34, p. 114, -1963 *ibid.* Bull. 30, fasc. 45, p. 85 et 89.

Cette espèce est une des mieux représentées. Je l'ai trouvée notamment dans le "maërl", la vase terrigène côtière (assez fréquente) le Détritique côtier et le Détritique du Large et enfin la vase bathyale.

On la rencontre également dans les sédiments pliocènes.

Bolivina catanensis Seguenza, 1862, *Att. Accad. Gioenia Sc. Nat.*, ser. 2, vol. 18, p. 29, pl. 2, fig. 3, 3a, 3b.

Voisine de la précédente, cette espèce est assez rare. On la rencontre depuis le Pliocène.

Bolivina cf. *aenariensis* (Costa) 1856 (*Brizalina*), *Att. Accad. Pont.*, vol. 8, pt. 2, p. 297, pl. 15, fig. 1 a-b. Cushman 1937, *Cushman Lab. Foram. Res.*, sp. publ. n° 9, p. 105, pl. 12, fig. 21-26.

Il est difficile de se rendre compte des rapports et des différences qui peuvent exister entre *B. aenariensis* Costa et *B. subaenariensis* Cushman, l'auteur de cette dernière lui ayant rapporté (1922, p. 46) un certain nombre de figures publiées sous le nom de *B. aenariensis* (notamment par BRADY 1884, p. 423, pl. 53, fig. 10-11 et par FLINT 1899 p. 292, pl. 37, fig. 8) sans préciser exactement les raisons de cette discrimination. Par ailleurs CUSHMAN (1937) estime que le dessin de COSTA est trop schématique pour que l'on puisse se rendre compte des caractères réels de cette forme mais il maintient néanmoins cette espèce dont il figure des exemplaires provenant du Pliocène (Coroncina) et de l'actuel (Irlande).

Quoiqu'il en soit, dans la plupart des publications récentes on trouve souvent *B. aenariensis* citée dans les terrains pliocènes ou pleistocènes tandis que *B. subaenariensis* est signalée dans l'actuel (Atlantique et Méditerranée).

En général, les figures fournies par les divers auteurs pour ces deux formes sont très voisines les unes des autres et PARKER, (1958 p. 261) qui signale *B. subaenariensis* en Méditerranée orientale, admet d'ailleurs la possibilité d'une synonymie de cette dernière avec *B. aenariensis* Costa. Pour ma part, j'ai trouvé dans le Pliocène et dans l'actuel des exemplaires absolument semblables que je rapporte à *B. aenariensis* Costa mais il est certain que cette espèce demanderait à être réétudiée et mieux précisée.

Bolivina punctata d'Orbigny 1839, *Voy. An. Nériid.* vol. 5, p. 63, pl. VIII, fig. 10-12. Cushman 1922, *U. S. Nat. Mus. Bull.* 104, p. 42, pl. 7, fig. 1.

On trouve dans les sédiments pliocènes une *Bolivina* qui par sa forme et ses premières loges carénées paraît pouvoir être rapportée à *B. punctata* d'Orbigny - Assez fréquente.

Dans les sédiments actuels existe une forme très voisine par son allure générale mais toujours de taille plus petite. Assez fréquente dans la vase terrigène côtière, elle se rencontre aussi dans la vase bathyale - Rare dans le Détritique côtier ou Détritique du Large.

Bolivina compacta Sidebottom 1905 (*Bolivina robusta* var. *compacta*), *Ném. Proc. Manchester, Lit. Philos. Soc.*, vol. 49, n° 5, p. 15, pl. 3, fig. 7.

Forme peu profonde. Décrite des abords de l'île de Délos, elle se retrouve dans les fonds de sables côtiers (plantés ou non de Cymodocées) sous quelques mètres d'eau (Plage du Prado : -5 m, Plage du Ceinturon à Hyères : -3 m, etc...) ainsi que dans les sables quaternaires de Vaugrenier qui paraissent bien correspondre à un biotope tout à fait équivalent.

"*Bolivina*" *tortuosa* H. B. Brady 1881, *Quart. Journ. Micr. Soc.* vol. 21, p. 57. 1884, *Repts. Voy. Challenger*, p. 420, pl. LII, fig. 31-34.

Forme peu profonde - Répartition semblable à celle de l'espèce précédente.

Remarques : Pour Cushman 1937, les fig. 33-34 de BRADY dont la périphérie est lobulée caractérisent la forme atlantique de cette espèce. Les individus méditerranéens paraissent se rattacher à cette forme.

(*Bolivina tortuosa* Brady est le géotype de *Stigmatiargulina* Loeblich et Tappan (1957), *U.S. Nat. Mus.*, Bull. 215, p. 227) qui se distingue par son test microgranuleux ainsi que par son mode d'enroulement particulier. Dans les comptages, elle a néanmoins été comprise parmi les *Bolivina*).

Bolivina subspinescens Cushman 1922, *U.S. Nat. Mus.*, Bull. 104, pt. 3, p. 48, pl. 7, fig. 5. 1937, *Cushm. Lab. Foram. Res.*, sp. publ. n° 9, p. 157, pl. 19, fig. 1-3.

Rare - vase terrigène côtière

Genre *LOXOSTOMUM* Ehrenberg 1854

Ce genre n'est représenté, dans les sédiments actuels que par une seule espèce.

Loxostomum alatum (Seguenza) 1862 (*Vulvulina*), *Atti. Accad. Gioenia Sc. Nat.*, ser. 2, vol. 18, p. 115, pl. 2, fig. 5.

Fréquent dans les vases circalittorales et bathyales.

Genre *UVIGERINA*

Uvigerina peregrina Cushman 1923 *U.S. Nat. Mus.*, Bull. 104, p. 166, pl. 42, fig. 7-8.

Cette espèce, rare dans les sédiments méditerranéens actuels, est au contraire constante et très abondante à l'état fossile dans les thanatocoenoses du Détritique du Large, dont elle peut être considérée comme une caractéristique au même titre que *Paromalina coronata*.

PARKER (1958) signale cette espèce en une seule station en Méditerranée orientale et l'a également trouvée, rare en carotte. Les planches des "Swedish Repts" montrent une forme assez élargie, comparable à celle que figure BRADY sous le nom d'*U. pygmaea* et que BARKER (1960) considère comme une forme de *U. peregrina*.

La forme fossile, caractéristique des Sables du Large, est, pour sa part, parfaitement conforme à la diagnose de CUSHMAN en particulier pour le rapport longueur/largeur (= 2,5 environ), ainsi qu'aux figurations de CUSHMAN et de FLINT.

Uvigerina mediterranea Hofker 1932, *Publ. Staz. Napoli.*, vol. 12, fasc. 1, p. 118, fig. 32 a-g.

Espèce très commune. Présente dès 70 m, elle est particulièrement abondante dans la vase bathyale de 400 à 1000 m.

Uvigerina auberiana d'Orbigny 1839 *Hist. phys. pol. nat. Cuba.*, p. 106, pl. 2, fig. 23-24.

Commune dans la vase bathyale avec une fréquence moyenne de 2 à 5 %.

Uvigerina cf. uncinata Mariani 1888, *Atti. Soc. it. Sc. nat.*, vol. 31, p. 119, pl. I, fig. 7 a-b.

TODD (1958 p. 194) signale dans quelques prélèvements de Méditerranée orientale une petite forme qu'elle rapporte à *U. uncinata* Mariani et dont elle signale la tendance à devenir unisériée. Malheureusement elle ne la figure pas. Je pense cependant qu'il s'agit de la même forme que celle que j'ai rencontrée très régulièrement, quoique toujours peu abondante, dans les sédiments vaseux circalittoraux de la région Fos-Marseille.

Cette forme correspond bien à la diagnose et aux figures de *U. uncinata*. Cependant, sur les individus actuels, le caractère unisérié de la portion terminale est plus net que sur les dessins de MARIANI.

Cette espèce appartient vraisemblablement au genre *Fectuvigerina* Mathews 1945. Elle est, par ailleurs, proche de *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez 1959 (*Rec. Trav. Inst. Pêches. Maritimes*, t. XXIII, fasc. 3, p. 263, pl. 1, fig. 11 = *Rectuvigerina* sp. Phleger 1953) signalée dans l'Atlantique. Chez cette dernière, toutefois, le bord des loges paraît moins nettement épineux.

Genre *ANGULOGERINA* Cushman 1927

Angulogerina angulosa (Williamson) 1858 (*Uvigerina*), *Rec. For. Gr. Brit.*, p. 67, pl. 5, fig. 140.

Cette espèce apparaît dans la vase terrigène côtière vers 50 m et elle est représentée dans tous les faciès circalittoraux - assez fréquente dans la vase bathyale.

Angulogerina angulosa, se rencontre également à l'état fossile, dans les thanatocoenoses circalittorales quaternaires.

Genre *ROBERTINA* d'Orbigny 1846

Tantôt rangé dans les *Bulminidae* en raison de son anatomie interne, tantôt séparé de ces derniers à cause de son test constitué d'aragonite et formé de cristaux radiaires, ce genre est représenté dans les prélèvements par une seule espèce.

Robertina translucens Cushman et Parker 1936 *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.*, vol. 12, pt. 4, p. 99, pl. 16, fig. 8 a-b.

Peu fréquent - vase bathyale.

CASSIDULINIDAE

Genre CASSIDULINA d'Orbigny 1826

Cassidulina crassa d'Orbigny 1839, *Foram. Am. Mérid.*, vol. 5, pt. 5, "Foraminifères", p. 56, pl. VII, fig. 18-20.

Espèce liée aux sédiments fins circalittoraux et bathyaux : sables vaseux du Détritique côtier et du Détritique du Large, maërl. Très abondante dans la vase terrigène côtière. Abondante dans la vase bathyale.

Cassidulina laevigata d'Orb. var. *carinata* Silvestri 1896, *Accad. Pont. Nuovi. Lincei*, Mem. 12, p. 104, pl. 2, fig. 10.

Même répartition que la précédente - un peu moins abondante.

Cassidulina subglobosa H.B Brady 1881, *Quart. Journ. Sc.*, vol. XXI, n. s., p. 60. 1884, *Zoology*, vol. 9, p. 430, pl. 54, fig. 17 a-c.

Paraît plus profonde que les précédentes. Détritique du Large et vase bathyale.

CHILOSTOMELLIDAE

Genre CHILOSTOMELLA Reuss 1850

Chilostomella mediterraneensis Cushman et Tood 1949, *Contr. Cushman. Lab. Foram. Res.*, vol. 25, pt. 4, p. 92, pt. 15, fig. 25-26.

Vase terrigène côtière - Détritique du Large - Vase bathyale.

Genre SPHAEROIDINA d'Orbigny 1826

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, t. 7, p. 267, n° 1, modèle n° 65.- H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, *Zoology* vol. 9, p. 620, pl. LXXXIV, fig. 1-7.

Même répartition

Genre PULLENIA Parker et Jones 1862

Pullenia bulloides (d'Orbigny) 1826 (*Nonionina*) *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 295, n° 2.- 1846, *Foram. Bas. tert. Vienne*, p. 107, pl. 5, fig. 9-10.

Assez rare - vase bathyale

Pullenia quinqueloba (Reuss) 1851 (*Nonionina*), *Leitsch. deutsch. Geol. Gesellsch.* vol. 3, p. 71, pl. 5, fig. 31 a-b. H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, *Zoology*, vol. 9, p. 617, pl. LXXXIV, fig. 14-15.

Détritique du Large et vase bathyale

NONIONIDAE

Genre ASTRONONION Cushman et Edwards 1937

Astrononion sidebottomi Cushman et Edwards 1937, *Contr. Cushman. Lab. Foram. Res.*, vol. 13, pt. 1, p. 31, fig. 8 ab = *Nonionina stelligera* Sidebottom (non d'Orbigny) 1909, *Mem. Proc. Manchester, Lit. Philos. Soc.*, vol. 53, pt. 3, p. 13, pl. 4, fig. 9.

Espèce peu profonde. On la rencontre surtout, dans les mattes d'herbiers à Posidonies. Dans les sables à Amphioxus et le Détritique côtier, une partie au moins est remaniée.

Genre NONIONELLA Cushman 1926

Dans l'ensemble de l'aire étudiée le genre *Nonionella*, représenté par deux formes, paraît strictement limité aux vases terrigènes côtières. Ses limites de répartitions vont de 40 m à 100 m environ. Aucun exemplaire n'a été trouvé vivant dans d'autres biotopes.

La première forme (*N. turgida*) est, de beaucoup, la plus abondante.

Nonionella turgida (Williamson) 1858 (*Notalina*), *Rec. Foram. Great Britain*, p. 50, pl. 4, fig. 95-96. *Nonionella turgida* Cushman 1939, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper.*, 191, p. 32, pl. 9, fig. 2-3.

Nonionella cf. *miocenica* Cushman var. *stella* Cushman et Moyer 1930, *Contr. Cushman. Lab. Foram. Res.*, vol. 6, p. 56, pl. 7, fig. 17 ac. - Cushman 1939, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper.*, 191, p. 34, pl. 9, fig. 10.

Cette forme accompagne fréquemment la précédente dont elle peut-être en réalité qu'une variété. Cependant la forme étoilée du lobe formé par la dernière chambre la rapproche beaucoup de la *Nonionella miocenica stella*.

Genre NONION Montfort 1808

Ce genre est pris ici avec le sens que lui donne SIGAL 1952. Il est caractérisé par la nature hyaline granuleuse de son test.

Nonion asterizans (Fichtel et Moll) 1798 (*Nautilus*), *Test. Micr.*, p. 37, pl. 3, fig. e-h. - *Nonion asterizans* Cushman 1930, *U.S. Nat. Mus.*, Bull. 104, pt. 7, p. 6, pl. 2, fig. 5-7.

Espèce littorale, assez fréquente dans tous les biotopes de petits fonds : sables fins, peuplements algaux ou herbiers. Se rencontre aussi au sommet de la vase bathyale et -en général remaniée- dans le Détritique côtier. (LOEBLICH et TAPPAN (loc. cit.) rangent cette espèce dans le genre *FLORILLUS* (Montfort 1808) qui se sépare de *NONION* par son test évasé et ses loges élargies).

"*Nonion*" *pompilioides** (Fichtel et Moll) 1798 (*Nautilus*), *Test. Micr.*, p. 31, pl. 2, fig. a-e. *Nonionina pompilioides* H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, p. 727, pl. CLIX, fig. 10-11.

Espèce bathyale.

"*Nonion*" *parkeri* Y. Le Calvez 1959, *Rec. Trav. Inst. Pêches Maritimes*, T. XXIII, fasc. 3, p. 362, pl. 1, fig. 13-14. *Nonion barleeanum* Phleger, Parker et Peirson (non Williamson) 1953, p. 30, pl. 6, fig. 4. - *Nonion umbilicatum* Le Calvez (non Montaigne) 1958, *Foram. mer Celtique*, p. 169, pl. 1, fig. 12.

Espèce essentiellement vasicole. Beaucoup moins stricte au point de vue bathymétrique que la précédente. Son abondance est surtout fonction de la proportion de vase du sédiment: abondante dans la vase terrigène côtière et dans la vase bathyale, elle est sensiblement moins bien représentée dans le Détritique côtier et le Détritique du Large.

DISCORBIDAE

Un ensemble d'espèces caractérise tout particulièrement les peuplements infralittoraux, et, en particulier, les herbiers où bon nombre d'entre elles se trouvent fixées sur les végétaux. On trouvera ci-dessous la liste de ces espèces qui, longtemps réunies dans le genre *Discorbis* (tel que l'entendait CUSHMAN) sont actuellement rangées dans les genres *Rosalina*, *Discorbinella*, *Neconorbina*.

Cependant, ces différentes formes ayant une répartition et une signification écologique très voisine, il ne m'a pas paru nécessaire de considérer séparément leurs variations de fréquences lors de l'interprétation des microfaunes et dans les représentations graphiques. On les trouve donc souvent dans les diagrammes sous la dénomination de "*Discorbis*" au sens large.

Genre ROSALINA d'Orbigny 1826

Rosalina globularis d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 271, pl. 13, fig. 1-4.

Fréquent dans tout l'Infralittoral mais surtout dans les peuplements végétaux, il est encore abondant, mais en général remanié, dans le Détritique du Large et le Détritique côtier.

Rosalina globularis d'Orbigny var. *bradyi* Cushman 1915, *U.S. Nat. Mus.*, bull. 71, pt. 5, p. 12, pl. 8, fig. 1 = *Discorbina globularis* Brady 1884, p. 643, pl. LXXXVI, fig. 8-13.

Même répartition que la forme typique. Sensiblement plus abondant. Quelques tests dans la vase terrigène côtière.

Rosalina obtusad d'Orbigny 1846, *Foram. foss. Bass. tert. Vienne*, p. 179, pl. XI, fig. 4-6.

Même répartition

Rosalina vilardeboana d'Orbigny 1839, *Voy. An. Merid.*, vol. 5, pt. 5, p. 44, pl. 6, fig. 13-15.

Assez fréquent - même répartition

Rosalina valvulata d'Orbigny 1826 *Ann. Sc. Nat.* vol. 7, p. 271, n° 4, - 1839 *Hist. Phys. Pol. Nat. Cuba*, p. 69, pl. 3, fig. 21-23. 1839 *Foram. Canaries* p. 136, pl. 2, fig. 19-21.

Assez rare - quelques exemplaires de *Rosalina* trouvés dans l'herbier doivent sans doute se rattacher à cette espèce.

Rosalina posidonicola (Colom) 1942 (*Discorbis*), *Inst. esp. océanogr.* s. II, n° 108, p. 37, pl. VII.

Très commun dans les herbiers où il est adhérent aux feuilles de Posidonies. Moins abondant sur les Cymodocées. En raison de leur grande fragilité, les tests détachés sont toujours vides et endommagés : mattes, sables infralittoraux, chenaux inter-matte, sables à Amphioxus.

Rares (détruits ?) dans le Circalittoral détritique.

Rosalina cf. *columbiensis* (Cushman) 1925 (*Discorbis*), *Contr. Cushman. Lab. Foram. Res.*, pl. 1, pt. 2, p. 43, pl. 6, fig. 13.

Cette espèce - certainement très proche de la précédente - est signalée en général comme adhérente sur les algues et les débris coquillers (notamment dans le golfe du Mexique. PHLEGER et PARKER 1952).

* "*Nonion*" *pompilioides* est parfois considéré (LOEBLICH et TAPPAN, op. cit. p. C761) comme le type du genre *Nelonis* Montfort 1808 (*Gavellinonion* Hofker 1951) qui se rangerait dans les *Anomalinidae* en raison de ses septa bilamellaires.

L'espèce suivante appartiendrait également à ce genre.

Certains exemplaires de l'Infralittoral méditerranéen paraissent pouvoir être rattachés à cette forme.

Genre *DISCORBINELLA* Cushman et Martin 1935

Discorbinella bertheloti (d'Orbigny) 1839 (*Rosalina*), *Foram. Canaries*, p. 135, pl. 1, fig. 28-30

Espèce infralittorale - assez fréquente.

Genre *NEOCONORBINA* Hofker 1951

Neoconorbina terquemii (Rzehak) 1888 (*Discorbina*), *Austria geol. Reichs. Verh.*, p. 228 = *Rosalina orbicularis* Terquem (non d'Orbigny) 1876, *An. Plage Dunkerque*, p. 75, pl. 9, fig. 4 a-b.

Fréquent dans tout l'Infralittoral. Les tests sont également nombreux, quoique souvent vides, dans le Détritique côtier et le Détritique du Large. Bien représenté également dans le Pliocène et le Quaternaire, il est fréquemment signalé sous le nom de *N. orbicularis* Terquem.

Discorbis williamsoni Parr 1932, *Roy. Soc. Victoria. Proc.*, vol. 44, n. ser. pt. 1, p. 226, pl. XXI, fig. 25 = *Rosalina nitida* Williamson (non Reuss) 1858, *Foram. Gr. Brit.*, p. 54, pl. 4, fig. 106-108.

Moins fréquent que la plupart des espèces précédentes, *N. williamsoni* présente cependant la même répartition.

Genre *PLANODISCORBIS* Bermudez 1952

Planodiscorbis rarescens (H. B. Brady) 1884 (*Discorbina*), *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. IX, p. 651, pl. XC, fig. 2-3.

Trouvée surtout dans le Circalittoral.

Genre *GLABRATELLA* Doren 1948

Ce genre est particulièrement abondant (6 espèces) dans l'Infralittoral de Méditerranée orientale (parages de la Crète, Sud Mer Egée, Rhodes, etc...). Il est plus rare dans le Nord de la Mer Egée et le long des côtes provençales où il est représenté uniquement par les deux espèces suivantes : *G. erecta* et *G. cf. australensis* (= "*D. pileolus*" Brady).

Glabratella pulvinata (H.B. Brady) 1884 (*Discorbina*), *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 650, pl. LXXXVI, fig. 10 ab.

Glabratella cf. australensis Heron-Allen et Earland 1932, *Discovery Repts.*, vol. IX, p. 416 = *Discorbina pileolus* H.B. Brady (non *Valvulina pileolus* d'Orbigny), 1884, *Repts. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 649, pl. LXXXIX, fig. 2-4.

L'espèce figurée par BRADY (incontestablement différente de *V. pileolus* de d'Orbigny) aurait une localisation géographique assez limitée : région indo-pacifique, Nouvelle-Zélande, Australie. Elle paraît cependant identique, ou tout au moins très proche, de la forme méditerranéenne, SIDEBOTTOM (1908 vol. 52, pt. 3, p. 15) la signale à Délos sous le nom de *D. pileolus* en se référant d'ailleurs à la figure du Challenger.

Je l'ai retrouvée, assez peu abondante toutefois, en Méditerranée occidentale, et, beaucoup plus fréquente, dans le bassin oriental.

Cette forme doit être voisine également de *Discorbis opercularis* que signale COLOM aux Baléares (COLOM 1942, p. 37, pl. 7, fig. 146).

Glabratella erecta (Sidebottom) 1908 (*Discorbina*), *Mem. Proc. Manchester Lit. Philos. Soc.*, vol. 52, pt. III, p. 16, pl. 5, fig. 6-7.

Cette espèce, très fréquente en Méditerranée orientale, n'a été trouvée qu'une fois en Provence (Baie du Brusç).

Glabratella patelliformis (H.B. Brady) 1884 (*Discorbina*), p. 647 pl. 88, fig. 3, pl. 89, fig. 1.

Glabratella elegantissima (Sidebottom) 1908 (*Discorbina*), *Mem. Proc. Manchester Lit. Philos. Soc.*, vol. 52, pt. III, p. 16, pl. 5, fig. 8.

Glabratella imperatoria (d'Orbigny) 1846 (*Rosalina*), *Foram. foss. Bass. Tert. Vienne*, p. 176, pl. 10, fig. 16-18.

Genre *VALVULINERIA* Cushman 1926

Valvulineria bradyana (Fornasini) 1900 (*Discorbina*), *Mem. Acad. Sc. Bologna*, ser. 5a, vol. VIII, p. 393, fig. 43.

Cette espèce, décrite de l'Adriatique a été fréquemment signalée en divers points de Méditerranée. La même espèce - ainsi qu'en témoignent les figurations - est également citée sous le nom de *Discorbina saulcyi* (SIDEBOTTOM 1909-1910, vol. 54, pt. III, p. 26, pl. III, fig. 11), *Valvulineria mediterraneensis* (?) (KRUIT 1955, p. 115, pl. II, fig. 14 a-c).

PARKER (1958, *Repts Swedish Deep Sea Exped.* p. 268, pl. 3, fig. 42-44) pense que l'espèce méditerranéenne décrite par Fornasini est la même que la forme miocène *Valvulineria complanata* d'Orbigny du Bassin de Vienne.

Localisation : *Valvulinera bradyana* est une forme caractéristique des vases terrigènes côtières où elle est toujours abondante. Optimum de 40 à 110 m. Présente parfois dans le Détritique côtier et le sommet du Détritique du Large envasés.

Genre *CANCERIS* Montfort 1808

Canceris oblongus (Williamson) 1858 (*Rotalina*), *Rec. Foram. Grt. Britain*, p. 51, pl. 4, fig. 98-100.

Détritique côtier (rare) - Détritique du Large et vase bathyale. Egalement fréquent dans les marnes pliocènes de type circalittoral et bathyal.

Genre *GYROIDINA* d'Orbigny 1826

Les trois espèces suivantes ont toutes été trouvées dans la vase bathyale.

Gyroidina cf. soldanii d'Orbigny 1826 *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 278, n° 5. 1846 p. 155, pl. 8, fig. 10-12.

Gyroidina orbicularis d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. nat.*, vol. 7, p. 278, n° 1. *Rotalia orbicularis* Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 706, pl. CXV, fig. 6.

Gyroidina umbonata (Silvestri) 1898 (*Rotalia soldanii* d'Orbigny var. *umbonata*), *Mem. Acad. Pont. Nuovi. Lincei*, vol. 15, p. 329, pl. 6, fig. 14 a-c.

Genre *EPONIDES* de Montfort 1805

Eponides repanda (Fichtel et Moll) 1803 (*Nautilus*), *Test. Micr.*, p. 35, pl. III, fig. a-d. *Pulvinulina repanda* Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 684, pl. CIV, fig. 18 abc.

Eponides repanda (Fichtel et Moll) var. *concamerata* Williamson 1858, *Rec. Foram. Gr. Brit.* p. 52, pl. IV, fig. 102-103.

Ces deux formes sont caractéristiques des fonds détritiques circalittoraux (Détritique côtier et Détritique du Large).

Genre *GAVELINOPSIS* Hofker 1951

Gavelinopsis praegeri Heron-Allen et Earland 1913 (*Discorbina*), *Proc. Roy. Irisch. Acad.* vol. 31, pt. 84, p. 122, pl. 10, fig. 8-10.

Rare - Vase terrigène côtière et bathyale.

SPIRILLINIDAE

Genre *SPIRILLINA* Ehrenberg 1843

Spirillina vivipara Ehrenberg 1841, *Abhandl. Akad. Wiss. Wien*, p. 442, pl. III, fig. 41.

Cette forme, très ubiquiste, est en général signalée dans des eaux peu profondes.

Je l'ai trouvée dans tous les biotopes infralittoraux en plus ou moins grand nombre ; elle est particulièrement bien représentée dans les sédiments à Cymodocées.

Dans le Circalittoral elle est beaucoup moins fréquente, on trouve quelques tests dans la vase terrigène côtière, le Détritique côtier et le Détritique du Large. PARKER (1958, p. 264) la signale en Méditerranée orientale, de 71 à 996 m, mais la plupart des exemplaires doivent être remaniés.

Spirillina inaequalis H.B Brady 1879, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n.s., p. 278, pl. VIII, fig. 25 a-b. 1884, *Repts. Voy. Challenger* Zoology, vol. 9, p. 631, pl. LXXXV, fig. 8-11.

Cette espèce vit, d'après BRADY, attachée à des algues ou autres organismes dans des eaux peu profondes du Pacifique.

J'ai trouvé dans le Détritique côtier quelques exemplaires (remaniés ?) que peuvent être rapportés à cette forme.

Spirillina limbata H.B Brady 1879, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XIX, n.s. p. 278, pl. VIII, fig. 26 a-b. 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 632, pl. LXXXV, fig. 18-21.

Très rare - Détritique côtier.

Spirillina wrightii Heron-Allen et Earland 1930, *Journ. Roy. Micr. Soc.* vol. 50, p. 181, pl. 4, fig. 54-58.

D'après CUSHMAN (1949 p. 39), les deux espèces ci-dessus seraient synonymes mais, ainsi que le fait remarquer PARKER (1958 p. 264) CUSHMAN ne mentionne pas la différence existant entre les deux faces de la *S. wrightii*.

Très rare - Détritique côtier.

Genre *PATELLINA* Williamson 1858

Patellina corrugata Williamson 1858, *Rec. For. Gr. Brit.* p. 46, pl. 3, fig. 86-89.

Toujours peu abondante dans les divers milieux infralittoraux.

ANOMALINIDAE

Genre *ANOMALINA* d'Orbigny 1826

Anomalina cf. grosseruğosa Gumbel, Flint 1897-1899, *Repts. U.S. Nat. Mus.*, p. 335, pl. 78, fig. 5.

Cette forme, assez fréquente dans la vase bathyale, paraît très semblable à l'*Anomalina grosseruğosa* figurée par FLINT.

Genre *PAROMALINA* Loeblich et Tappan 1957

Paromalina coronata (Parker et Jones) 1837 (*Anomalina*), *Ann. Mag. nat. Hist.* ser. 2, vol. XIX, p. 294, pl. 10, fig. 15-16.

Cette espèce, apparue en Méditerranée au début du Quaternaire, paraît actuellement éteinte. Elle est présente dans les microfaunes calabriennes du Sud de l'Italie (EMILIANI, MAYEDA et SELLI 1957).

Je l'ai trouvée dans des affleurements sous-marins quaternaires au large des Embiez, au large de l'île Riou et dans les niveaux würmiens des carottes. elle est fréquente dans les sables würmiens du "Détritique du Large" le long des côtes de Provence. Existe aussi dans les "sables du large" du Nord de la mer Egée qui sont attribués à la même période (Île Thaso, canal Pélago).

Genre *PLANULINA* d'Orbigny 1826

Planulina arminensis d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, p. 280, n° 1, pl. 14, fig. 1-3.

Espèce courante dans la vase bathyale méditerranéenne. Apparaît souvent dès la base du Circalittoral.

Genre *HYALINEA* Hofker 1951

Hyalinea balthica (Schroeter) 1783 (*Nautilus*), *Einleitung conch. Kenntn.*, vol. 1, p. 20, pl. 1, fig. 2.

Espèce essentiellement vasicole. Courante dans la vase bathyale, elle n'est pas rare non plus dans la vase côtière où elle "remonte" localement à des profondeurs peu importantes : par exemple 40-50 m au large du Rhône, 25-30 m dans le golfe de Salonique.

Genre *CIBICIDES* Montfort 1808

Cibicides lobatulus (Walker et Jacob) 1798 (*Nautilus*), *Adams' Essays, Kammacher's ed.*, p. 642, pl. 14, fig. 36.

Espèce essentiellement infralittorale. Très variable au point de vue morphologique, elle se rencontre, le plus souvent, fixée sur les végétaux, algues ou phanérogames. Son biotope d'élection est l'herbier de Posidonies. On la trouve également fixée à divers autres organismes, à des débris de coquilles (cas fréquent dans les sables à *Amphioxus*), ou encore libre dans le sédiment. *Cibicides lobatulus* se rencontre également vivant et libre, dans les sables à *Amphioxus*. Les tests, en général vides de protoplasme, sont fréquents dans le circalittoral détritique.

Cibicides refulgens Montfort 1808, *Conch. Syst.* vol. 1, p. 123. - *Truncatulina refulgens* d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.* vol. VII, p. 279, n° 5, pl. 13, fig. 8-11.

Moins fréquent que le précédent

Cibicides pseudoungarianus Cushman 1922 (*Truncatulina*), *U.S. Geol. Surv. Prof. paper* 129 E, p. 97, pl. 20, fig. 9. *Truncatulina ungeriana* H.B. Brady (non *Rotalina ungeriana* d'Orbigny 1826) 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 664, pl. XCIV, fig. 9.

Plus profonde que *C. lobatulus* cette espèce se rencontre dans la vase Circalittorale, le Détritique du Large, et vase bathyale.

Cibicides kullenbergi Parker 1958, *Repts. Swedish. Deep Sea Exped.* vol. 7, n° 1, p. 49, pl. 11, fig. 7-8.

Espèce bathyale - Rare

Genre *CIBICIDELLA* Cushman 1927

Cibicidella variabilis (d'Orbigny) 1826 (*Truncatulina*), *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 279, n° 8. Cushman 1931, *U. S. Nat. Mus.*, Bull. 104, pt. 8, p. 127, pl. 24, fig. 3.

Forme infralittorale, surtout fréquente dans les herbiers de Posidonies.

Genre *CYCLOCIBICIDES* Cushman 1927

Cyclocibicides vermiculatus (d'Orbigny) 1826 (*Planorbulina*) p. 280. Cushman 1927. *Contr. Cushman. Found. Foram. Res.*, vol. 3, p. 97, pl. 20, fig. 6.

Même répartition que le précédent - toujours adhérent.

Genre *DYOCIBICIDES* Cushman et Valentine

Dyocibicides biserialis Cushman et Valentine 1930, *Dept. Geol. Stanford University*, vol. 1, n° 1, p. 30, pl. 10, fig. 1-2.

Même répartition.

Genre *CIBICIDINA* Bandy 1949

Cibicidina rhodiensis (Terquem) 1878 (*Truncatulina*), *Mém. Soc. géol. Fr.*, ser. 3, vol. pt. 3, p. 21, pl. 1, fig. 26.

Assez peu fréquent. Sables à Amphioxus et Détritique côtier.

EPISTOMINIDAE

Genre *HOGLUNDINA* Brotzen 1948

Hoglundina elegans (d'Orbigny) 1826 (*Rotalia (Turbinulina)*), *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 276, n° 54. - *Pulvinulina elegans* Parker, Jones et Brady 1871, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, s. 4, vol. VIII, p. 174, pl. XII, fig. 142.

Espèce profonde. Apparait vers 200-300 m mais elle est surtout fréquente à partir de 700 mètres.

Genre *SIPHONINA* Reuss 1850

Siphonina reticulata (Czjzek) 1848 (*Rotalina*), *Haidinger's Naturw. Abhandl.*, vol. II, p. 145, pl. XIII, fig. 7-8.

Surtout représentée dans la vase bathyale. Parfois présente dès le Circalittoral.

GLOBIGERINIDAE

Genre *GLOBIGERINA* d'Orbigny 1826

Globigerina bulboides d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 277, n° 1. H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 593, pl. 77, pl. 79, fig. 1-7.

Espèce fréquente dans les sédiments actuels et dans les carottes.

Globigerina digitata H.B. Brady 1879, *Journ. Micr. Soc.*, n.s. vol. 19, p. 286, 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 599, pl. 80, fig. 6-10, (non pl. 82, fig. 6-7).

Très rare.

Globigerina hexagona Natland 1938, *Bull. Scripps. Inst. Oceanogr., Techn. Serv.*, vol. 4, n° 5, p. 149, pl. 7, fig. 1.

Quelques exemplaires de Globigérines trouvés à la station 1752, pourraient peut-être appartenir à cette espèce.

Globigerina dutertrei d'Orbigny 1839, in de la Sagra, *Hist. Phys. Pol. Nat. Cuba*, Foraminifères, p. 84, vol. 8, pl. 4, fig. 19-21. = *Globigerina eggeri* (Egger) H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger, Zoology*, vol. 9, p. 595, pl. 79, fig. 17 = *Globigerina eggeri* Rhumbler 1901, *Nordisches Plankton*, k 1, n° 14, p. 19, fig. 20 = *Globoquadrina dutertrei* (d'Orb.) Parker 1962, *Micropaleontology* vol. 8, n° 2, p. 242, pl. 7, fig. 1-13, pl. 8, fig. 1-4.

Assez fréquente - sédiments superficiels et carottes.

Globigerina pachyderma (Ehrenberg) 1872 (1873) (*Aristerospira*), *Abhandl. d. k. Akad. Wiss. Berlin*, p. 386, pl. 1, fig. 4. *Globigerina bulboides* d'Orb. arctic variety H.B. Brady 1881, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 5, vol. 1, p. 435, pl. 21, fig. 10 a-c. *Globigerina bulboides* var. *borealis* H.B. Brady 1881, *Ann. Mag. Nat. Hist.* ser. 5, vol. 8, p. 412.

En raison de l'incertitude qui plane sur l'espèce d'Ehrenberg, certains auteurs préfèrent nommer cette forme *Globigerina borealis* Brady, bien que ce dernier ait lui-même, par la suite, référée son espèce à *G. pachyderma* Ehr. Cependant, le terme de *Globigerina pachyderma* étant à l'heure actuelle universellement employé, c'est cette dénomination qui a été adoptée dans le présent travail.

Globigerina pachyderma, par ses variations de fréquence et les changements de son sens de rotation, constitue un index climatique très utilisé pour l'interprétation paléocéologique des microfunes quaternaires.

Plus ou moins abondante - suivant le climat local - dans les sédiments actuels de Méditerranée elle présente presque toujours un enroulement dextre, cette espèce est beaucoup plus fréquente pendant les sédiments glaciaires quaternaires où se manifeste la forme sénestre, typique des eaux froides.

Globigerina quinqueloba Natland, 1938, *Bull. Scripps. Instit. Oceanogr., Techn. Serv.*, vol. 4, n° 5, p. 149, pl. 6, fig. 7.

Fréquente en Méditerranée ; surtout abondante dans les stade froids des carottes.

Genre *GLOBIGERINELLA* Cushman 1927

Globigerinella aequilateralis (H. B. Brady) 1879 (*Globigerina*), *Quart. Journ. Micr. Sci.*, n. ser. vol. 19, p. 285.-1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 605, pl. 80, fig. 18-21.

Remarque : Cette espèce doit vraisemblablement être mise en synonymie avec *Globigerinella siphonifera* (d'Orbigny) décrite de Cuba (d'Orb. 1839, p. 83, pl. 4, fig. 15-18) - (cf. : Y. LE CALVEZ 1959, *Rec. Trav. Inst. Pêches Maritimes*, t. XXIII, fasc. 3, p. 364 ; BANNER et BLOW 1960, *Micropaleontology*, vol. 6, n° 1, p. 22 ; PARKER 1962, *Micropaleontology*, vol. 8, n° 2, p. 228). J'ai cependant jugé préférable de conserver ici le nom de *Globigerinella aequilateralis* sous lequel cette espèce, devenue un indicateur climatique classique, est très généralement signalée.

Localisation : Forme des eaux à température élevée; abondante dans la zone subtropicale des grands océans, *Globigerinella aequilateralis* est présente en Méditerranée à l'heure actuelle. Elle est surtout abondante dans les portions les plus chaudes (Mer tyrrhénienne, Méditerranée orientale). Dans les sédiments quaternaires (carottes) sa fréquence augmente dans les niveaux "chauds".

Genre *GLOBIGERINOIDES* Cushman 1927

Globigerinoides ruber (d'Orbigny) 1839 (*Globigerina*), *Hist. phys. vol. Nat. Cuba*, "Foraminifères" p. 82, pl. 4, fig. 12-14.

Globigerinoides conglobatus (H. B. Brady) 1879 (*Globigerina*), *Quart. Journ. Micr. Sci.*, n. ser. vol. 19, p. 286.

Ces deux espèces sont fréquentes en Méditerranée. Elles sont principalement abondantes dans les régions à climat chaud et dans les passées "chaudes" des carottes (interglaciaires et interstadières).

Certains jeunes individus sont difficiles à attribuer à l'une ou l'autre de ces deux espèces. Ils ont été rapportés -avec quelques hésitations- à *Globigerinoides conglobatus*.

Globigerinoides sacculifer (H. B. Brady) 1877 (*Globigerina*), *Geol. Mag.*, n. ser. vol. 4, n° 12, p. 535.-1879, -*Quart. Journ. Micr. Sci.*, n. ser. vol. 9, p. 287.-1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 604, pl. 80, fig. 11-17, pl. 82, fig. 4.

L'interprétation de BANNER et BLOW (1960, *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, vol. XI, p. 21) selon laquelle *G. sacculifer* serait une sous-espèce de *G. quadrilobata* d'Orb. (1846 p. 64, pl. 9, fig. 7-10) n'a pas été adoptée.

Pour BE (1965, *Micropaleontology*, vol. 11, n° 1, p. 81-97) *Globigerinoides sacculifer* et *Sphaeroidinella dehiscens* -toutes les deux très abondantes dans les régions équatoriales et notamment en Atlantique- seraient deux stades du développement d'une même espèce. La première forme, épipélagique, serait beaucoup plus largement répandue tandis que la seconde, profonde (plus de 300 m), serait un stade ultérieur qui n'apparaîtrait qu'en nombre restreint et dans certaines régions seulement. BE considère en particulier que cette forme est probablement absente de Méditerranée.

Effectivement je n'ai jamais rencontré d'exemplaires référables à *Sphaeroidinella dehiscens*. *Globigerinoides sacculifer*, pour sa part, est présente quoique en général peu abondante. Dans les sédiments actuels comme dans les carottes, elle caractérise les climats "chauds".

Genre *ORBULINA* d'Orbigny 1839

Orbulina universa d'Orbigny 1839, *Hist. Phys. Pol. Nat. Cuba*, "Foraminifères" p. 3, vol. 8, pl. 1, fig. 1.

Très répandue - surtout fréquente dans les passées chaudes des carottes.

Genre *GLOBIGERINITA* Bronnimann 1951

Globigerinita glutinata (Egger) 1839 (*Globigerina*), *Abhandl. k. Bayer. Akad. Wiss. München*, vol. CLII, vol. 18, p. 371, pl. 13, fig. 19-21.

Cette espèce fait partir du groupe "froid"; peu abondante actuellement.

GLOBOROTALIIDAE

Genre *GLOBOROTALIA* Cushman 1927

Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny) 1830 (*Rotalina*), *Hist. Nat. Canaries*, "Foraminifères", vol. 2, pt. 132, pl. 2, fig. 25-27.

Très abondant actuellement en Méditerranée occidentale, il est beaucoup plus rare dans le bassin oriental.

En Méditerranée occidentale, l'espèce est le plus souvent présente sous sa forme sénestre dans le Quaternaire final et l'actuel. Elle caractérise les niveaux tempérés et manque aussi bien dans les niveaux "froids" que dans les maximums de chaleur.

Globorotalia scitula (H. B. Brady) 1882 (*Pulvinulina*), *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. II, n° 111, p. 276.

Peu fréquente actuellement. Son abondance caractérise, dans les carottes, les niveaux "froids".

Globorotalia inflata (d'Orbigny) 1839 (*Globigerina*), *Hist. Nat. Canaries*, "Foraminifères", vol. 2, pt. 2, p. 134, pl. 2, fig. 7-9.

Fréquente actuellement en Méditerranée, sa fréquence augmente dans les régions où la température de l'eau est élevée. Dans les sédiments actuels comme dans les niveaux quaternaires, *G. inflata* paraît cependant moins typiquement "chaud" que le groupe

Globorotalia tumida (H.B. Brady) 1877 (*Pulvinulina menardii* (d'Orb.) var. *tumida*), *Geol. Mag.*, n. ser., vol. 4, n° 12, p. 535-1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology vol. 9, p. 692, pl. 103, fig. 4-6.

Cette espèce tropicale est citée ici pour mémoire, quelques exemplaires ayant été trouvés dans la vase bathyale du Banc de Santa Lucia. Il est très possible qu'il s'agisse de tests fossiles remaniée dans les sédiments plus récents.

CERATOBULIMINIDAE

Genre *MISSISSIPINA* Howe 1930

Mississippina concentrica (Parker et Jones) m. s. in H.B. Brady 1864, *Trans. Linn. Soc.*, vol. 24, pt. 3, p. 470, pl. XLVIII, fig. 14 (*Pulvinulina*).

Détritique du Large surtout - Parfois présent dans le Détritique côtier.

Genre *ASTERIGERINATA* Bermudez 1949

Asterigerinata mamilla (Williamson) 1858 (*Rotalina*), *Rec. Foram. Gr. Brit.*, p. 54, pl. 4, fig. 109-111.

Espèce infralittorale. Très fréquente surtout dans les peuplements végétaux (Algues, Cymodocées, Posidonies). Les tests se rencontrent fréquemment dans les sables à Amphioxus et le Circalittoral détritique.

ELPHIDIIDAE

Genre *ELPHIDIUM* Montfort 1808

Elphidium crispum (Linné) 1767 (*Nautilus*), *Syst. Nat. Polystomella crispum* H. B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 376, pl. CX, fig. 6-7.

Absente des sédiments très littoraux, cette espèce apparaît dans les herbiers aux environs d'une dizaine de mètres. Elle devient plus abondante dans les sables à Amphioxus et les sables détritiques circalittoraux où elle est l'espèce d'*Elphidium* la mieux représentée.

Elphidium macellum (Fichtel et Moll) 1803 (*Nautilus*), *Test. Micr.*, p. 66, pl. 10, fig. e-g.

Apparaît dès le rivage ; présent dans tous les sédiments infralittoraux et surtout dans les peuplements végétaux sur lesquels on le rencontre souvent. Fréquent dans les peuplements algaux, très abondants sur les feuilles de Cymodocées, même dans les zones les plus apauvries (étang de Berre au voisinage du débouché de la Touloubre). Très abondant également dans les herbiers de Posidonies.

Dans les biotopes plus profonds, cette espèce est beaucoup moins bien représentée et largement dominée par la précédente.

Elphidium macellum (F. et M.) var. *aculeatum* Silvestri 1900 *Accad. Gioenia Sc. Nat. Bull. Sed.* n° 64, p. 19-29.

Cette variété est surtout bien représentée dans les herbiers.

Elphidium macellum (F. et M.) var. *granulosum* Sidebottom 1808-9, *Mem. Proc. Manchester Lit. Philos. Soc.*, vol. 53, pt. 3, p. 16, pl. V, fig. 5 a-b.

Cette variété, décrite de mer Egée, est effectivement très abondante en Méditerranée orientale. Elle est cependant assez fréquente aussi en Méditerranée occidentale.

Forme peu profonde, localisée surtout dans les herbiers de Cymodocées et de Posidonies.

Elphidium advenum Cushman 1922 (*Polystomella*), *Carnegie Inst. Washington*, publ. 311, p. 56, pl. 9, fig. 11-12.

Parfois confondue avec *R. subnodosa* von Munster, (à la suite de BRADY 1884, p. 734, pl. CX, fig. 1 a-b), cette espèce est signalée en Méditerranée par SIDEBOTTOM (1908-9, p. 16, pl. V, fig. 6).

Très répandue dans tous les biotopes infralittoraux, elle se rencontre encore au sommet du Circalittoral de la vase terrigène côtière et du Détritique côtier.

Elphidium matoricense Colom 1942, *Inst. esp. oceanogr.* s. II, n° 108, p. 34, pl. X, fig. 189-193.

Peu fréquent. Les exemplaires sont cependant conformes à la description de COLOM avec un contour irrégulier bordée d'une carène nette, un grand nombre de chambres. Les premiers tours de spire sont plus ou moins visibles suivant les individus.

Peu profond - herbiers.

Elphidium cf. *complanatum* (d'Orbigny) 1839 (*Polystomella*), *Hist. Nat. Canaries*, vol. 2, pt. 2 "Foraminifères", p. 129, pl. 2, fig. 35-36.

Polystomella complanata d'Orbigny paraît assez mal connue. CUSHMAN 1939 (p. 56) n'ayant pu étudier ni type ni topotype se borne à reproduire la figure de l'auteur. De même LYS (1949 Fichier Alcide d'Orbigny) qui précise que le type est en mauvais état.

Je rapporte à cette espèce une forme assez proche de l'*Elphidium maioricense* mais qui s'en distingue cependant nettement. Elle est sensiblement moins aplatie, le pourtour aminci n'est pas caréné et le dernier tour, seul visible comporte moins de loges (11 à 14). J'ai retrouvé la même forme dans des sédiments pliocènes, alors que l'espèce précédente paraît strictement actuelle.

E. complanatum est, d'ailleurs, fréquemment signalée dans le Pliocène. L'individu photographié pl. XXI fig. 10 et 10a de l'Atlas photographique AGIP (Foraminifère Padani 1957) paraît identique à mes exemplaires.

Cette espèce se rencontre, dans les sédiments actuels, à partir d'une vingtaine de mètres de profondeur. Elle serait donc sensiblement plus profonde que *E. maioricense*. On la trouve dans les sables à Amphioxus, le Détritique côtier et le Détritique du Large.

Elphidium excavatum (Terquem) 1875 (*Polystomella*), *Essai Clas. an Dunkerque*, pt. 1, p. 25, pl. 2, fig. 2.

Quelques exemplaires dans les peuplements à Cymodocées, en particulier dans la baie du Brusç.

Elphidium lidoense Cushman 1936, *Contr. Cushman. Lab. Form. Res.* vol. 12, p. 86, pl. 15, fig. 6 a-b.

Sédiments fins littoraux -herbier à Cymodocées notamment- et vase terrigène côtière jusqu'à 100 m. Se rencontre aussi, assez rare, dans le Détritique côtier lorsqu'il est suffisamment envasé.

Elphidium lidoense Cushman var. *camarguensis* Kruit 1955, *Sediments of the Rhone delta*, p. 113, pl. II, fig. 9 a-b.

Cette variété, décrite en Camargue, dans les bassins côtiers à salinité au moins égale à la normale se rencontre aussi, dans la vase terrigène côtière au large de cette région (peu abondant).

Genre *PROTELPHIDIUM* Haynes 1956

Protelphidium paratum (Tintant) 1954 (*Nonton*), *Bull. Sc. Bourgogne* vol. 114, p. 188, fig. 1 (texte) et pl. 2, fig. 1 = *Nonton depressulum* H.B Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, pl. CIX fig. 6 a-b.

H. TINTANT a proposé le nom de *Nonton paratum* pour l'espèce figurée par BRADY sous le nom de *N. depressulum* et qui paraît assez éloignée, en fait, de l'espèce de WALKER et JACOB. CUSHMAN 1930 (*U.S. Nat. Mus.*, Bull. 104, pt. 7, p. 3) avait déjà souligné cette dissemblance.

Par sa paroi formée de cristaux de calcite orientés perpendiculairement à la surface cette espèce s'apparente aux *Elphidiidae*; par ailleurs, les caractères du test paraissent bien ceux du genre *Protelphidium*. Sous le nom de *Nonton paratum*, comme sous celui de *N. depressulum*, cette forme a été fréquemment signalée dans les petits fonds et les formations lagunaires du Néogène et de l'actuel. En particulier J. et Y. LE CALVEZ (1951) la citent dans les étangs du Languedoc et KRUIT (1955) dans le delta du Rhône.

Je l'ai trouvée dans les étangs côtiers, qu'ils soient ou non en relation permanente avec la mer ouverte. L'espèce se rencontre aussi dans les fonds de baie, les peuplements situés en arrière des herbiers de Posidonies émergents et au sommet de la vase terrigène côtière (40 m maximum).

Genre *PARRELLINA* Thalmann 1951

Parrellina verriculata (H.B Brady) 1881 (*Polystomella*), *Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XXI, n.s. p. 66, 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 738, p. CX, fig. 12 a-b.

Infralittoral, notamment dans les herbiers. Surtout fréquente en Méditerranée orientale.

PLANORBULINIDAE

Genre *PLANORBULINA* d'Orbigny 1826

Planorbulina mediterraneensis d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 680, pl. 14, fig. 4-6.

Essentiellement infralittorale.

Très fréquente sur les feuilles de Posidonies et de Cymodocées, moins fréquente sur les algues, parfois adhérente sur des fragments de coquilles ou divers débris organiques ou minéraux.

L'abondance de *P. mediterraneensis* ainsi que celle de *Cibicides lobatulus* caractérise les sédiments d'herbiers. Ces deux espèces vivent également, mais en plus petit nombre -et de façon plus ou moins temporaire- dans les sables à Amphioxus.

Les tests remaniés sont fréquents dans le Circalittoral détritique et même le sommet de la vase bathyale. En cas de "descente" rapide du matériel infralittoral (courants ?) on peut parfois trouver des tests contenant du protoplasme à des profondeurs allant jusqu'à 1 000 m environ ; le plus souvent ces tests sont encore fixés sur des feuilles de phanérogames arrachées aux peuplements côtiers. C'est le cas fréquemment, par exemple, dans les canyons, (stations des canyons de Cassidagne ou de Planier).

Planorbulina acervalis H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 657, fig. 4, pl. XCII.

Habitat comparable à l'espèce précédente. Elle est cependant beaucoup moins fréquente et, de ce fait, se rencontre beaucoup plus rarement, à l'état remanié, dans les sédiments détritiques.

Genre *ACERVULINA* Schultze 1854

Acerulina inhaerens, Schultze 1854, *Organ. Polyth.* p. 68, pl. 6, fig. 12.

Habitat identique -assez courante- fréquente aussi dans le Détritique côtier et le Détritique du Large.

Genre *DPHAEROGYPSINA* Galloway 1933

Sphaerogypsina globulus (Reuss) 1848 (*Certopora*), *Naturwiss. Abhandl.* vol. 2, pt. 1, p. 33, pl. 5, fig. 7.

Se rencontre surtout dans le Détritique côtier et le Détritique du Large. En général peu abondante.

HOMOTREMIDAE

Genre *MINIACINA* Galloway 1933

Miniacina miniacæ (Pallas) 1776 (*Hillepora*), *Elenchus Zoophytorum*, p. 251. - *Polytrema miniacæum* H.B. Brady 1884, *Repts. Voy. Challenger*, Zoology, vol. 9, p. 721, pl. C, fig. 5-9, pl. CI, fig. 1.

Espèce sciaphile des peuplements coralligènes et précoraligènes : rhizomes de Posidonies, parfois rocheuses et entrées de grottes. Les tests détachés constituent, une fraction plus ou moins importante des chenaux intermattes, ainsi que des sables à Amphioxus et des sables détritiques situés à proximité de parois rocheuses (archipel de Riou notamment). Rejetés au rivage, les *Miniacina* peuvent être plus ou moins abondants dans les sables de plage auxquels ils confèrent une couleur rose (le sable de la plage de Centuri (cap Corse) en est presque exclusivement constitué).

ROTALIIDAE

Genre *ROTALIA* Lamarck 1804

Rotalia granulata (di Napoli Alliata) 1952 (*Eponides frigidus* Cushman var. *granulatus*), *Riv. It. Pal. e Strat.*, vol. 58, n° 3, p. 103, pl. 5, fig. 3, 3a, 3b. - Parker 1958, *Swedish deep Sea Exped.*, vol. VIII, fasc. 2, p. 269, pl. 4, fig. 1-2.

Espèce banale des sables côtiers, et des herbiers de Cymodocées ; moins fréquente dans les herbiers de Posidonies. On la rencontre également dans les zones côtières sablo-vaseuses ainsi qu'au sommet des vases terrigènes côtières. En raison de sa large répartition dans l'Infralittoral, elle n'est pas rare dans les formations détritiques du Circalittoral où elle ne semble cependant pas être présente à l'état vivant. Sa répartition au Pliocène paraît correspondre à celle que l'on constate de nos jours.

Genre *AMMONIA* Brunnich 1772

Ammonia beccarii (Linné) 1758 (*Nautilus*), *Syst. Nat.* p. 710, (Plamus fig. 1). *Rotalia beccarii* (Linné) Cushman 1928 *Contrib. Cushman. Foram. Res.*, vol. 4, p. 103-7, pl. 15.

Le polymorphisme de cette espèce est souligné par les divers auteurs qui se sont penchés sur son étude. Dans l'ensemble de la région étudiée, *Ammonia beccarii* présente une assez grande variabilité. Dans l'ensemble, les divers types morphologiques peuvent se ranger en deux catégories : les petites formes à côté dorsal toujours assez bombé et au test assez mince et peu granuleux. Les formes biconvexes (ou tout au moins à face ventrale convexe) à test épais et très granuleux. Ces formes atteignent de grandes dimensions.

1er groupe : Il comprend des formes lisses et globuleuses, surtout dorsalement. Les individus, de petite taille, ne comportent jamais plus de 20 loges. La face supérieure est toujours bombée, la face inférieure beaucoup moins, parfois plane. Les individus de ce type sont répandus dans tous les milieux côtiers : sables -envasés ou non- herbiers de Cymodocées et de Posidonies, et même sommet de la vase terrigène côtière lorsque celle-ci se rencontre dès les petits fonds.

- Dans les zones dessalées l'ornementation disparaît et le test devient mince et fragile ; on passe à des formes référables à la variété *tepidæ* de Cushman.

- Dans les herbiers les exemplaires sont souvent biconvexes avec une face ventrale granuleuse. Certains exemplaires ne comportent qu'un seul bouton ventral et paraissent alors très proches de *Rotalia parkinsoniana* d'Orb. ainsi que l'a souligné COLOM (1942), (*Rosalina parkinsoniana* d'Orb. 1840, p. 105, pl. 4, fig. 25-27). D'autres, par contre, à la face ventrale plane, ornée également d'un bouton unique, semblent passer à *Streblus convexus* Collins (COLLINS, 1958, *Great Barrier Reef. Exped.* vol. 6, p. 414, pl. 5, fig. a-c).

De tels exemplaires, assez rares en Méditerranée occidentale, deviennent extrêmement fréquents en mer Egée.

2ème Groupe : Très différentes des précédentes, les formes réunies dans ce groupe sont toujours très granuleuses, et toujours plus bombées sur leur côté ombilical que sur leur côté dorsal qui est souvent absolument plat. Ces formes sont rares ou même absentes dans les vases et dans les sables vaseux. Par contre, dans les sédiments plus grossiers, elles coexistent avec les formes du 1er groupe dont elle se différencient nettement.

Dans les sables fins côtiers dépourvus de végétation, formation essentiellement brassée et lessivée, pauvre en matières organiques et où la microfaune est très clairsemée, les *Ammonia beccarii* (sous leurs diverses formes) constituent pratiquement les seuls Foraminifères susceptible de subsister (plages des Lecques, de la Ciotat, etc...). Les formes du groupe B atteignent des tailles considérables. Elles sont assez granuleuses -sur leur deux faces- et prennent une allure très aplatie, tout à fait caractéristique de ce type de fond.

Dans les autres milieux, les exemplaires sont plus épais avec en général une face inférieure fortement bombée. Ce dernier type paraît atteindre son maximum de taille et d'ornementation dans les herbiers de Méditerranée orientale avec des formes référables à *A. gatmardii* d'Orb.

AMPHISTEGINIDAE

Genre AMPHISTEGINA d'Orbigny 1826

Amphistegina madagascariensis d'Orbigny 1826, *Ann. Sc. Nat.*, vol. 7, p. 304, n° 5, pl. ined, fasc. *Amphistegina* pl. III, fig. 2, pl. 1, fig. 536. *Amphistegina* cf. *lessonii* L. Blanc-Vernet 1961 *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, fasc. 34, Bull. 21, p. 100.

Les diverses espèces du genre *Amphistegina* ont donné lieu à de nombreuses discussions, controverses et confusions. Un aperçu de cette situation est donné, en note infra-paginale, par BARKER (1980, p. 228) dans ses notes taxonomiques sur les espèces du "Challenger". En ce qui concerne les espèces de d'ORBIGNY les observations et études de M. LYS sont précieuses (LYS 1948, C.R.S.S.G.F. p. 64-66 et 1949, Fichier Alcide d'Orbigny).

L'espèce de Méditerranée orientale, par sa forme très gibbeuse, ses loges relativement peu nombreuses et faiblement arquées, ainsi que par le dessin de ses sutures paraît bien se rattacher à *Amphistegina madagascariensis* d'Orb. On retrouve des exemplaires identiques dans le matériel des petits fonds de la région de Tuléar (Madagascar) à côté d'*Amphistegina lessonii* typiques.

Amphistegina madagascariensis est fréquente, dans les limites de ce travail, dans une zone allant du Sud du Péloponèse, à l'Ouest, jusqu'à la côte Turque, à l'Est (Ile de Castellorizo). Elle est bien représentée aux abords de la Crète et des îles du Sud de la mer Egée.

Le long des côtes de la Grèce, je l'ai trouvée jusqu'aux environs de Salamine. Cependant elle disparaît dans le Nord de la mer Egée - sans doute trop froide. SIDEBOTTOM ne la signale pas à Délos.

C'est une espèce strictement infralittorale qui présente, à l'état vivant, son optimum dans les peuplements à *Halophila*. Sa répartition coïncide d'ailleurs avec celle de ces herbiers de type "chaud". Les Foraminifères vivent le plus souvent sur les végétaux, principalement les *Halophila*, ainsi que sur les algues qui les accompagnent (nombreuses *Rhodophycées*). On les rencontre également dans les herbiers de Posidonies ; très rarement dans les herbiers à Cymodocées, à moins qu'ils ne soient plus ou moins mêlés d'algues ou d'*Halophila*.

Les tests morts, arrondis et résistants supportent bien les transferts et les remaniements et constituent des accumulations tout à fait remarquables dans certaines zones déterminées par l'hydrodynamisme local (grotte de Castellorizo - Baie de Salamine).

BIBLIOGRAPHIE

Ce mémoire concernant exclusivement les microfaunes méditerranéennes, je n'ai, en principe, pas cité d'ouvrages traitant de régions trop éloignées et trop différentes par leur climat et leurs conditions écologiques (zones polaires - région indo-pacifique) à l'exception de quelques publications auxquelles je me suis expressément référée dans le cours de l'exposé.

FORAMINIFERES ACTUELS - REPARTITION - ECOLOGIE

- [1] ALFIREVIC (S.) 1960 - Recherches sur certaines composantes biogènes dans les sédiments de la région bathyale de l'Adriatique. *Comm. intern. Expl. sc. Mer Méd.* Rap et p. v., vol. XV., fasc 3.
- [2] AVNIMELECH M 1959 - Report on Foraminiferal sands from the Red Sea coast. *Sea Fisheries Res., St. Haifa*, Bull 20, janv.
- [3] BANDY O.L 1953 - Ecology and paleoecology of some Californian Foraminifera. pt. I, the frequency distribution of recent foraminifera off California. pt. II, Foraminiferal evidence of subsidence rates in the Ventura basin. *Journ. Paleont.*, vol. 27, n° 2 (March).
- [4] BANDY O.L 1954 - Distribution of some shallow water Foraminifera in the gulf of Mexico. *Geol. Surv. Prof. Paper*, 254 F.
- [5] BANDY O.L 1956 - Ecology of Foraminifera in the North eastern gulf of Mexico, *Geol. Surv. Prof. Paper*, 274 G.
- [6] BANDY O.L - 1963 - Larger living Foraminifera of the continental borderland of southern California. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, vol. XIV, pt. 4, pp. 121-126.
- [7] BANDY O.L 1964 - Foraminiferal biofacies in sediment of gulf of Batabano, Cuba, and their geologic significance. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, vol. 48, n° 10, p. 1666-1679 - 7 fig.
- [8] BANDY O.L. 1964 - Foraminiferal trends associated with deep water sands, San Pedro and Santa Monica basins, California. *Journ. Paleontol.*, vol. 38, n° 1, pp. 138-148, 5 text. fig.
- [9] BANDY O.L. et RODOLFO K.S. - 1964 - Distribution of Foraminifera and sediments, Peru-Chile Trench area. *Deep Sea Research*, vol. 11, pp. 817-837.
- [11] BERTHOIS L. et LE CALVEZ Y. 1959 - Deuxième contribution à l'étude de la sédimentation dans le golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, T. XXIII, fasc. 3.
- [10] BEIGREDER Y. et MOULINIER M. 1966 - Fonds sédimentaires et Foraminifères dans la baie de Saint-Brieuc. *C.R. Ac. Sc. Paris*, n° 4, série D, pp. 324-327.
- [12] BERTHOIS L., LE CALVEZ Y. et GUILCHER A. 1964 - Influence des facteurs dynamiques sur la répartition des Foraminifères dans le lagon de l'île Mayotte (Comores) *C.R.S. Ac. Sc.* (27 janv. 64), T. 258, pp. 1292-1294.
- [13] BLANC-VERNET L. 1957 - Remarques sur les Foraminifères de l'herbier à Posidonies. *Rec. Trav. St. mar. d'Endoume*, Bull. 13, fasc. 22.
- [14] BLANC-VERNET L. 1958 - Les milieux sédimentaires littoraux de la Provence occidentale (côte rocheuse). Relations entre la microfaune et la granulométrie du sédiment. *Bull. Mus. océanog. Monaco*, n° 1112.

- [15] BLANC-VERNET L. 1961 - Note préliminaire sur les Foraminifères de la région de Castellarizo (Méditerranée orientale) *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, fasc. 34, Bull. n° 21.
- [16] BLANC-VERNET L. 1961 - Etude de quelques sédiments dragués au Nord du Cap Corse. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, fasc. 34, Bull. n° 21.
- [17] BLANC-VERNET L. 1961 - Granulométrie des sédiments, triages et pourcentages de Foraminifères. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*. Bull. 23, fasc. 37.
- [18] BLANC-VERNET L. 1963 - Note préliminaire sur les Foraminifères des fonds détritiques côtiers et de la vase terrigène côtière dans la baie de Marseille. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, Bull. 30, fasc. 45.
- [19] BLANC-VERNET L. 1965 - Notre préliminaire sur quelques dragages effectués au large de Marseille (canyon de Planier) *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, Bull. 36, fasc. 52, p. 185-190.
- [20] BOLTOVSKOY Esteban 1954 - Foraminifera del golfo San Jorge. *Revista del Instituto Nacional de las Ciencias Naturales Ciencias geológicas*, T. III, n° 3.
- [21] BOLTOVSKOY E. 1954 - Foraminifera de la Bahía San Blas (Provincia de Buenos Aires) *Revista del Instituto Nacional de las Ciencias Naturales-- Ciencias geológicas*, T. III, n° 4.
- [22] BOLTOVSKOY E. 1955 - Recent Foraminifera from shore sands at Quequen, Province of Buenos Aires, and changes in the Foraminiferal Fauna to the North and South. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, vol. VI, part. 1.
- [23] BOLTOVSKOY E. 1957 - Los Foraminiferos del estuario del Rio de la Plata y su zona de influencia. *Rev. Inst. Na. de Investigat. de la Ciencias naturales*, Ciencias geológicas, T. VI, n° 1.
- [24] BOLTOVSKOY E. 1958 - The Foraminiferal fauna of the Rio de la Plata and its relation to the Caribbean Area. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, vol. IX, pt. 1.
- [25] BOLTOVSKOY E. 1959 - Foraminiferos recientes del Sur de Brasil y sus relaciones con los de Argentina e India del oeste. *Rep. Argent. Secretaria de Marina. Serv. de Hidrografía naval*, H. 1005.
- [26] BOLTOVSKOY E. Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. *Micro-paleontology*, vol. 5, n° 4, pp. 473-481 (1959).
- [27] BOLTOVSKOY E. 1961 - Algunos Foraminiferos nuevos de las aguas Brasilenas (Protozoa). *Neotropica*, vol. 7, n° 24.
- [28] BOLTOVSKOY E. 1963 - Foraminiferos y sus relaciones con el medio. *Rev. Mus. Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia"*, T.I, n° 2.
- [29] BOLTOVSKOY E. 1963 - The littoral foraminiferal biocoenoses of Puerto Deseado (Patagonia - Argentina) *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, vol. XIV, pt. 2.
- [30] BOLTOVSKOY E. 1964 Seasonal occurrence of some living foraminifera in Puerto Deseado (Patagonia, Argentina). *Journ. Conseil Int. Expl. de la Mer*, vol. XXIX, n° 2, pp. 136-145.
- [31] BOLTOVSKOY E. 1964 - Provincias zoogeograficas de America del Sur y su sector antartico segun los Foraminiferos bentonicos. *Bol. Inst. Biología Marina*, n° 7.
- [32] BOTTERON Germain 1958 - Etude de sédiments récoltés au cours de plongées avec le bathyscaphe "Trieste" au large de Capri. *Univ. Lausanne, Bull. des Labo. de Geol., Mineral et Geophysique et du Musée géologique*, n° 124.
- [33] BRADSHAW J. 1955 - Preliminary laboratory experiments on ecology of Foraminiferal populations. *Micro-paleontology*, vol. 1, n° 4, pp. 351-358.
- [34] BRADSHAW J. 1959 - Ecology of living planktonic Foraminifera in the North and equatorial Pacific ocean. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, vol. X, n° 2.
- [35] BRADSHAW J. 1961 - Laboratory experiments on the ecology of Foraminifera. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.* vol. XII., part. 3.
- [36] BRADY H. B. 1870 - "On brackish water Foraminifera" Dans G. S Brady et D. Robertson : the Ostracoda and Foraminifera of Tidal Rivers - part. II. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, vol. VI, série 4 - pp. 273-306, pl. XI, XII.
- [37] BRADY H. B. 1884 - Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. "Challenger" during the years 1873-1876. *Report on the Scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger*, zoology, vol. IX, Neil and Company - Edinburgh.

- [38] BRAGA J. M. 1960 - Foraminiferos da Costa de Moçambique. *Junta de Investigações do Ultramar - Estudos, ensaios e documentos - Lisboa.*
- [39] CHAPMAN F. 1900 - Foraminifera from the lagoon at Funafuti *Journ. Linn. Soc., Zool., XXVIII*, p. 161-210, pl. 19-20.
- [40] CHAPMAN F. 1901 - On the Foraminifera collected around the Funafuti Atoll from shallow and moderately deep water. *Journ. Linn. Soc., Zool. XXVIII*, p. 379-417, pl. 35-36.
- [41] CHAPMAN F. et PARR W. J. 1937 - Foraminifera. *Australasian Antarctic Expedition 1911-14. Sc. Repts., ser. C, Zoology and Botany*, vol. 1, pt. 2, pp. 1-190, pl. 7-10.
- [42] CHERICI M. A., BUSI M. T., CITA M. B. 1962 - Contribution à une étude écologique des Foraminifères dans la mer Adriatique. *Rev. de Micropaléontologie*, n° 2, vol. 5.
- [43] COLLINS A. C. 1958 - Great Barrier Reef Expedition, 1928-29, Scientific Reports, vol. VI, n° 6 : Foraminifera. *British Museum Natural History - London.*
- [44] COLOM G. 1942 - Una contribucion al conocimiento de los Foraminiferos de la Bahia de Palma de Mallorca. *Inst. Esp. de Oceanografía - Notas y resúmenes*, s. II, n° 8.
- [45] COLOM G. 1952 - Foraminiferos de las Costas de Galicia. *Bol. Inst. Esp. Oceanografía*, n° 51.
- [46] CHRISTIANSEN B. 1958 - The Foraminifer fauna in the Drøbak Sound in the Oslo Fjord (Norway). *Nytt. Magasin for Zoologi*, vol. 6.
- [47] CROUCH R. W. 1952 - Significance of temperature on Foraminifera from deep basins off southern California coast. *Bull. of the Amer. Ass. of Petroleum Geologists.*, vol. 36, n° 5.
- [48] CUSHMAN J. A. 1910 - 1916 - A monograph of the Foraminifera of the North Pacific ocean. *U.S. Nat. Mus., Bull.* 71, pt. 1-6.
- [49] CUSHMAN J. A. - 1918-1932 - the Foraminifera of the Atlantic Ocean. *U.S. Nat. Mus., Bull.* 104, pt. 1-8.
- [50] CUSHMAN J. A. 1922 - Shallow water Foraminifera of the Tortugas Region. *Carnegie Inst. Washington*, XVII, publ. 311, p. 1-85, pl. 1-14.
- [51] CUSHMAN J. A. 1924 - Samoan Foraminifera - *Carnegie Inst. Washington*, publ. 342, pp. 3-75, pl. 1-25.
- [52] CUSHMAN J. A. 1932 - The Foraminifera of the tropical Pacific collections of the Albatross 1899-1900. *U.S. Nat. Mus., Bull.* 161, pt. 1, 2, 3.
- [53] CUSHMAN J. A. 1949 - Recent belgian Foraminifera. *Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique. Mémoire* n° 111.
- [54] DUPEUBLE P. A. 1963 - Aperçu sur la répartition des principales familles de Foraminifères dans trois faciès de la région de Roscoff (Finistère). *Revue de Micropaléontologie*, vol. 5, n° 4 pp. 277-279.
- [55] EARLAND A. 1933 - Foraminifera, pt. II - South Georgia. *Discovery Reports*, vol. X, pp. 27-138, pl. I à VII.
- [56] EARLAND A. 1934 - Foraminifera, pt. III the Falkland sector of the Antarctic (excluding south Georgia). *Discovery Reports*, vol. X, pp. 1-208, pl. I-X.
- [57] EARLAND A. 1936 - Foraminifera, pt. IV, Additional records from the Weddel sea sector from material obtained by the S. Y. "Scotia". *Discovery Reports*, vol. XIII, p. 1-59, pl. I.
- [58] EMERY K. O et NEEV D. 1960 - Mediterranean beaches of Israel. *Sea. Fish. Res. St., Bull.* n° 28, (Haffa).
- [59] FIERRO G. 1959 - Microfauna del Sedimento del mar Piccolo di Taranto (nota preliminare) *Thalassia Jonica*, vol. II.
- [60] FIERRO G. 1961 - Foraminiferi di sedimenti del mar Ligure. *Comm. Intern. Expl. Sc. Mer Médit.* vol. XVI, fasc. 3.
- [61] FIERRO G. 1964 - Contributo allo studio delle microfaune del mare Jonio. *Atti della Soc. It. di Sc. Nat. et Mus. Civico di Storia Nat.*, Milano, vol. CIII, fasc. 4, p. 381-389.
- [62] FLINT J. M. 1899 - Recent Foraminifera. A descriptive catalogue of specimens dredged by the U.S. fish commission steamer Albatross (1897). *Report U.S. Nat. Museum*, p. 249-349, pl. 1-8.

- [63] FREYDANCK HEINZ 1955 - Die Abhängigkeit einer rezenten Foraminiferen Vergesellschaftung von Sediment und Strömungs Geschwindigkeit des Wassers. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, abh. vol. 100, 3, p. 332-349, Stuttgart.
- [64] GAMBINI A. 1959 - Sur la composition de quelques sables coquilliers à Foraminifères des lagons de la Nelle Calédonie. *B.S.G.F.*, ser. 7, t. 1, n° 4.
- [65] GIUNTA M. 1955 - Studio delle microfaune contenute in cinque saggi di fondo prelevati presso S. Margherita Ligure et Chiavari (Genova) *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, vol. X, fasc. 1 et 2.
- [66] GLACON G. 1960 - Remarques au sujet des Foraminifères du sous-ordre des *Pluriloculinidea*. *B.S.G.F.*, 1, n° 7.
- [67] GLACON G. 1963 - Foraminifères des dépôts actuels des côtes de Tunisie Sud-Orientale. Thèse - Montpellier - service des publications, Faculté des Sciences.
- [68] GOES A. 1896 - Foraminifera. *Bull. Mus. Comp. Zoology Harvard College*, vol. XXIX, n° 1.
- [69] HEDLEY R.H. and UNDERWOOD C.M. 1957 - Living Foraminifera and empty shells from the North Kent Coast. *Ann. Mag. Nat. Hist.* ser. 12, vol. 10.
- [70] HERON-ALLEN E. et EARLAND A. 1916 - The Foraminifera of the west of Scotland. *Trans. Linn. Soc. London*, 2nd ser., zoology, vol. XI, p. 175.
- [71] HERON-ALLEN E. et EARLAND A. 1922 - British antarctic ("Terra Nova") Expedition 1910. Protozoa, pt. II. Foraminifera. *Zoology* vol. VI, n° 2, pp. 25 à 268. 8 pl. *British Museum (Nat. Hist)* London.
- [72] HERON-ALLEN E. et EARLAND A. 1926 - Report on the Foraminifera. Cambridge Exped. to the Suez Canal 1924, II. *Trans. Zool. Soc. London*, vol. XXII, pt. 1, n° 9.
- [73] HERON-ALLEN E. et EARLAND A. 1932 - Foraminifera pt. I the ice free area of the Falkland Island and adjacent seas. *Discovery Reports*, vol. IV, p. 291-460, pl. VI-XVII.
- [74] HOFKER J. 1927-1951 - the Foraminifera of the Siboga Expedition, part. 1 : Monogr. IV, 1927 p. 1-78 ; part. 2 : Monogr. IVa, 1930, p. 79-170 ; part. 3 : Monogr. IVa, 1951.
- [75] HOFKER J. 1930 - Notizen über die Foraminiferen des golfes von Neapel. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, vol. 10, fasc. 3, p. 365-406.
- [76] HOFKER J. 1932 - Notizen über die Foraminiferen des golfes von Neapel. III Foraminiferen Fauna der Amontatura, *Publ. Staz. zool. Napoli*, vol. 12, fasc. 1. 2. 3, 1932-33.
- [77] HOFKER J. 1960 - Foraminifera dentata. Foraminifera of Sta Cruz and Thatch Island, Virginia archipelago, West Indies. *Spolia Zoologica*, Musei Hauniensis, XV, Copenhagen.
- [78] HOFKER J. 1960 - Foraminifera aus dem golf von Neapel. *Palaont. Zeitschr.*, Band. 34, n° 314 p. 233-263.
- [79] HOGLUND H. 1947 - Foraminifera in the Gullmar fjord and the Skagerak *Zoologiska bidrag från Uppsala*. vol. 26., p. 1-328, pl. 1-32.
- [80] KRUIJF C. 1955 - Sédiment of the Rhone delta. Grain size and microfauna. *Mouton & Co'S.* Gravenhage.
- [81] KURC Georges 1959 - Note préliminaire sur les sédiments de l'Etang de Thau, *C.R. Ac. Sc.* t. 248, p. 2230-2232.
- [82] KURC G. 1961 - Foraminifères et Ostracodes de l'étang de Thau (thèse). *Inst. Sc. et Techn. Pêches maritimes*.
- [83] LE CALVEZ J. 1935 - Sur quelques Foraminifères de Villefranche et de Banyuls. *Protistologica*, vol. 55, p. 79-98.
- [84] LE CALVEZ J. 1936 - Observations sur le genre *Iridia*. *Arch. Zool. exp. gén.*, vol. 78, p. 115-131.
- [85] LE CALVEZ J. 1937 - Un Foraminifère géant *Bathysiphon filiformis* G.O. Sars. *Arch. Zool. exp. gén.*, vol. 79, p. 82-88.
- [86] LE CALVEZ J. 1938 - Répartition des grands Foraminifères de la rade de Villefranche sur Mer. *Congr. Soc. savantes*, 71, p. 265-268.

- [87] LE CALVEZ J. et Y. 1951 - Contribution à l'étude des Foraminifères des eaux saumâtres . I. Etang du Canet et de Salses. *Vie et Milieu*, t. II, fasc. 2.
- [88] LE CALVEZ J. et Y. 1958 - Répartition des Foraminifères dans la baie de Villefranche. I *Miliolidae*, *Ann. Inst. océano.*, T. XXXV, fasc. 3.
- [89] LE CALVEZ Y 1958 - Les Foraminifères de la mer Celtique. *Rec. Trav. Inst. Pêches maritimes*, 22, (2).
- [90] LE CALVEZ Y. 1963 - Contribution à l'étude des Foraminifères de la région d'Abidjan (côte d'Ivoire). *Rev. de Micropal.*, vol. 6, n° 1, p. 41-50.
- [91] LEHMANN E.P. 1957 - Statistical study of Texas gulf coast recent foraminiferal facies. *Micro-paleontology*, vol. 3, n° 4.
- [92] LEVY A. 1966 - Contribution à l'étude écologique et micropaléontologique de quelques *Elphidium* (Foraminifères) du Roussillon. Description d'une nouvelle espèce : *E. cuvillieri* sp. *Vie et Milieu*, ser. A., Bio. Mar., T. XVII, fasc. 1-A.
- [93] LOEBLICH A.R. et TAPPAN H. - 1953 - Studies of arctic Foraminifera. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, vol. 121, n° 7, p. 1-150, pl. 1-24.
- [94] LOEBLICH A.R. and collaborators 1957 - Studies in Foraminifera *U.S. Nat. Mus.*, bull. 215.
- [95] LYNTS G.W. 1962 - Distribution of Recent Foraminifera in upper Florida Bay and associated sounds. *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, vol. 13, pt. 4, p. 127-144.
- [96] Mc KEE, CHRONIC J. and LEOPOLD E.B. 1959 - Sedimentary belts in lagoon of Kapingamarangi Atoll. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, vol. 43, n° 3.
- [97] MACAROVICI N. et BICA CEHAN IONESI 1958 - Distributia foraminiferelor pe plat-forma di Nord vestul Marii Negre (nota I) *Hidrobiologia*, vol. I.
- [98] MACAROVICI N. et BICA CEHAN IONESI 1961 - Distribution foraminiferelor pe plat-forma di Nord vestul Marii Negre (nota II) *Academia RPR studii si cercetari*, Seria biologie, vol. XVIII .
- [99] MACAROVICI N. et BICA CEHAN IONESI 1962 - Distribution des Foraminifères sur la plat-forme continentale du N.W. de la Mer Noire (note III). *Trav. Mus. Nat. "Gr. Antipa"*.
- [100] MANGIN M. 1959 - Foraminifères : camp. 1956 de la "Calypso" dans le golfe de Guinée et aux îles Principe, Sao Tomé et Annobon. *Res. Sc. Camp. Calypso*, vol. IV, (Ann. Inst. ocean. t. 37).
- [101] MARGINEANU C. 1958 - Quelques données sur les Foraminifères du faciès phaséolinofide au droit de la côte roumaine de la mer Noire. "*Hydrobiologia*", Académie de la République Populaire Roumaine vol. 1.
- [102] MARGINEANU A. 1958 - et MACAROVICI N. et BICA CEHAN-IONESI Distribution des Foraminifères sur la plate forme continentale du N.W. de la mer Noire. (Note I) "*Hydrobiologia*". Académie de la République Populaire Roumaine vol. 1.
- [103] MATEU Guillermo 1965 - Datos para el estudio de los Foraminiferos alguicolas del litoral de Blanes (Gerona) *Publ. Inst. Biol. apl.*, 39, nov, p. 129-135.
- [104] MONTCHARMONT ZEI M. 1964 - Studio ecologico sui Foraminiferi del golfo di Pozzuoli (Napoli) *Publ. Staz. Zool. Napoli*. vol. 34, fasc. 1, p. 160-184.
- [105] MOULINIER M. 1966 - Variabilité d'une population d' *Elphidium* de la rade de Brest (N. Finistère) apparentés à *Elphidium crispum* L. *Rev. de Micropaléontologie*, vol. 9, n° 3, p. 194-200.
- [106] MURRAY J.W. 1965 a - the Foraminiferida of the Persian gulf. 1 : *Rosalina adhaerens* sp. nov. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 12, p. 77-79.
- [107] MURRAY J.W. 1965 b - the Foraminiferida of the Persian gulf, 2 : the Abu Dhabi region. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleocol.*, vol. 1, n° 4, p. 307-332.
- [108] MURRAY J.W. 1966 a - the Foraminiferida of the Persian gulf 3 : the Hulat and Bahrani Region. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleocol.*, vol. 2, n° 1, p. 59-68.
- [109] MURRAY J. 1966 b - the Foraminifera of the persian gulf. 5 : the shelf off the tracial Coast. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleocol.* vol. 2, n° 3, p. 267-279.
- [110] NARCHI W. 1956 - Foraminiferos recentes do Brasil, Familias *Miliolidae*, *Peneroplitidae* et *Alveolinidae*. *Bol. Inst. ocean. Sao Paulo*, t. VII, fasc. 1 et 2.

- [111] NARCHI 1962 - Sobre *Lagenidae* e *Nodosaridae* recentes do Brasil, (Foraminifera). *Zoology*, Sao Paulo, n° 24 p. 97.
- [112] NATLAND M. L. 1933 - The temperature and depth distribution of some recent and fossil Foraminifera in the southern California region. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, Technical series, vol. 3, n° 10, p. 225-230.
- [113] NATLAND M. L. 1938 - New species of Foraminifera from off the west coast of North America and from the later Tertiary to the Los Angeles basin. *Bull. Scripps Inst. of Oceanog.* (La Jolla, California), techn. série, vol. 4, n° 5, p. 137-164.
- [114] NORVANG A. 1945 - Foraminifera, the Zoology of Iceland, vol. II, pt. 2, p. 1-79 (*Egnar Munksgaard* Copenhagen & Rejkjavik).
- [115] PARKER F. L. 1952 - Foraminifera species off Portsmouth (New Hampshire) *Bull. Mus. of comparative Zoology*, vol. 106, n° 9, p. 391-423.
- [116] PARKER F. L. 1954 - Distribution of the Foraminifera in the North Eastern gulf of Mexico. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard*, vol. 111, n° 10, p. 553-588.
- [117] PARKER F. L. 1958 - Eastern Méditerranean Foraminifera : *Repts Swedish. Deep Sea Exped.*, vol. 8, fasc. 2, p. 217 à 285, tableau 1-20, pl. 1-6.
- [118] PARKER W. K. et JONES T. R. 1857 - Description of some Foraminifera from the coast of Norway. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 2è ser., vol. 19, p. 273-303, pl. X et XI.
- [119] PHLEGER F. B. 1952 - Foraminifera distribution in some sediments samples from the canadian and Greenland artic. *Contr. Cushman Found. Foraminifera Res.*, vol. III, part. 2, Juin 1952, p. 80-89, pl. 13-14.
- [120] PHLEGER F. B. 1952 - Foraminifera ecology off Portsmouth (New Hampshire) *Bull. Mus of comp. Zoology*, vol. 106, n° 8, p. 315-390.
- [121] PHLEGER F. B. 1954 - Ecology of Foraminifera and associated micro-organisms form Mississippi sound and environs. *Bull. Am. Assoc. Petroleum. Geol.*, vol. 38, n° 4, p. 584-647.
- [122] PHLEGER F. B. 1954 - Foraminifera and deep sea research, *Deep Sea Research*, vol. 2, p. 1-23.
- [123] PHLEGER F. B. 1955 - Ecology of Foraminifera in south eastern Mississippi delta area. *Bull. Ann. Assoc. Petroleum. Geol.*, vol. 39, p. 712-752.
- [124] PHLEGER F. B. 1956 - Significance of living Foraminiferal populations along the central Texas coast. *Cont. Cushman Found. Foraminifera Research.*, vol. 7, part. 4, p. 106 à 151.
- [125] PHLEGER F. B. 1960 - Foraminiferal populations in Laguna Madre, Texas. *Sci. Repts. Tohoku University*, Sendai, Japan, 2è ser. (Geology), sp. vol. n° 4, p. 83-91.
- [126] PHLEGER F. B. 1960 - Ecology and distribution of recent Foraminifera. *The Johns Hopkins Press*. Baltimore.
- [127] PHLEGER F. B. 1960 - Recent sedimentology, north west gulf of Mexico ; Retrospect and Prospect, in : recent sediments north west of Mexico 1951-1958. *Am. Assoc. Petrol. Geol.*, sp. publ.
- [128] PHLEGER F. B. 1960 - Sedimentary patterns of Foraminifera, northern gulf of Mexico. *Am. Assoc. Petrol. Geol.*, Special publ.
- [129] PHLEGER F. B. 1964 - Foraminifera ecology and marine geology. *Marine Geol.*, vol. 1, n° 1, fev. 1964.
- [130] PHLEGER F. B. PARKER F. L. and PEIRSON J. F. 1963 - Sediments cores from the North Atlantic. *Ocean. Repts Swedish deep Sea Exped.*, vol. VII p. 1-122.
- [131] PHLEGER F. B. and LANKFORD R. 1957 - Seasonal occurrences of living benthonic Foraminifera in some Texas bays, *Contr. Cushman Found. Foraminifera Res.*, vol. VIII, part. 3, p. 93-105.
- [132] QUESTIONS DE MICROPALÉONTOLOGIE 1958 - publ. de l'Ac. des Sc. de l'U.R.S.S., section Geol. et Geophys. Inst. Geol. Moscou (traduction).
- [133] REISS Z. 1959 - Notes on Foraminifera from the gulf of Eylath, Ras Muhamed and Tyran. *Sea Fish. Res. Station, Haifa.*, Bull. 20.

- [134] RESIG, J. 1958 - Ecology of Foraminifera of the Sta. Cruz Bassin California - *Micropaleontology*, vol. 4, n° 3.
- [135] SAID R. 1949 - Foraminifera of the Northern Red Sea, *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.*, sp. publ. 26, 1-44.
- [136] SAID R. 1950 - Additional Foraminifera from the Northern Red Sea. *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.* vol. 1 (1-2), 4-9.
- [137] SAID R. 1950 - The distribution of Foraminifera in the Northern Red sea. *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.* vol. 1 (1-2), 9-29.
- [138] SAID R. 1951 - Ecology of Foraminifera. *the Micropaleontologist*, vol. 5, n° 3.
- [139] SAID R. et KAMEL T. 1956 - Recent littoral Foraminifera from the Egyptian Mediterranean coast between Rosetta and Saloun. *Bull. Inst. Egypte*, vol. 37, fasc. 2, p. 341-375.
- [140] SAID R. et KAMEL T. 1957 - The distribution of Foraminifera in the Egyptian Mediterranean coast. *Egypt. Journ. of. Geology*, vol. 1, n° 2.
- [141] SAUNDERS J.B. 1958 - Recent Foraminifera of mangrove swamps and river estuaries and their fossil counterparts in Trinidad. *Micropaleontology* vol. 4 n° 1.
- [142] SCHLUMBERGER C. 1883 - Note sur quelques Foraminifères nouveaux ou peu connus du golfe de Gascogne. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, Ann. 13, pp. 105-108 et 117-120, pl. II et III .
- [143] SCHOTT W. 1935 - Die Foraminiferen in den Equatorialen Teil des Atlantischen Ozean - *Deutsche Atlantische Exped.* 11 Heft 6, pp. 411-616.
- [144] SIDEBOTTOM H. 1904-1909 - Report on the recent Foraminifera from the coast of the Island of Delos (Grecian archipelago) *Mem. Proc. Manchester lit. and philosoph. Soc.* vol. 48 (part. II), 49 (II), 50 (II), 51 (II), 52 (III), 53 (III).
- [145] SIDEBOTTOM H. 1909-1910 - Report on the recent Foraminifera from the bay of Palermo, Sicily, 14-20 fms (off the harbour). *Mem. Proc. Manchester lit. and philosiph. Soc.*, vol. 54 (part. III).
- [146] SILVESTRI A. 1941 - Sulla faunula a Foraminiferi della Laguna Veneta. *R. Accad. Ital. Rend. Sci. Fis. Nat. Nat.*, Roma, VII vol. 3 (6), p. 319-322.
- [147] SILVESTRI A. 1950 - Foraminiferi della Laguna Veneta. *Boll. di Pesca, piscicol e idrobiol.* Note e mem sci., Roma, vol. 5, n.s. (1).
- [148] STAINFORTH R.M. 1952 - Ecology of arenaceous Foraminifera. *The micropaleontologist*, vol. VI, n° 1.
- [149] STREETER S. 1963 - Foraminifera in the sediments of the North Western Great Bahama Bank (abs). *Geol. Soc. Am.*, vol. 74, n° 12, p. 165.
- [150] STRUBLINGS H.G. 1939 - the marine deposits of the arabian sea. *The John Murray Exped.* 1933-34., *Scientific Repts*, vol. VIII, n° 2.
- [151] TERQUEM O. 1875-76-81 - Essai sur le classement des animaux qui vivent sur la plage et dans les environs de Dunkerque. fasc. 1, 1875, p. 1-54 pl. 1-6 ; fasc. 2, 1876, p. 55-100, pl. 7-12 ; fasc. 3, 1881, p. 101-152, pl. 13-17.
- [152] TODD R. 1958 - Foraminifera from western mediterranean deep sea cores. *Repts. Swedish deep Sea Exped.*, vol. VIII, fasc. 2, p. 167-215.
- [153] TODD R. and LOW D. 1961 - Near shore Foraminifera of Martha's Vineyard Island. Massachusetts. *Contr. Cushm. Found. Res.* vol. XII, pt. 1.
- [154] TOULOUSE M. 1966 - Première étude des Foraminifères des sédiments actuels de la baie de St Vincent (Nelle Calédonie). *C.R.A. Sc.*, T. 262, ser D, n° 14, p. 1517-1518.
- [155] UCHIO T. 1960 - Ecology of living benthonic Foraminifera from the San Diego California, area *Cushm. Found. Foraminif. Res.*, sp. publ., n° 5.
- [156] WALDRON R. 1963 - A seasonal ecological study of Foraminifera from Timbalier bay, Louisiana. *Gulf Research Reports*, vol. 1, n° 4.
- [157] WALTON W.R. 1955 - Ecology of living benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja, California. *Journ. Paleont.*, vol. 29, n° 6.

- [158] WATKINS J.G. 1961 - Foraminiferal ecology around the Orange county, California, ocean sewer outfall. *Micropal.*, vol. 7, n° 2, p. 199-206, text. fig. 1-17.
- [159] WILCOXON J. 1964 - Distribution of Foraminifera off the southern atlantic coast of the United States. *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, vol. XV, pt. 1, p. 1-24.
- [160] ZALESNY E.R. 1959 - Foraminiferal ecology of Santa Monica bay California. *Micropaleontology.*, vol. 5, n° 1.

FORAMINIFERES PELAGIQUES ET ETUDE PALEONTOLOGIQUE DES CAROTTES

1/ Méditerranée.

- [161] BLANC-VERNET L. 1966 - Note préliminaire sur la microfaune de quelques carottes de Méditerranée occidentale. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Bull. 39, fasc. 55, p. 30-308.
- [162] BOTTEMA S. et van STRATTEN L.N. 1966 - Malacology and palynology of two cores from the Adriatic sea floor. *Marine Geology*, vol. 4, n° 6, p. 553-564.
- [163] DI NAPOLI E. 1959 - Etude de la carotte n° 19, campagne du "Vema" dans la Méditerranée (mer tyrrhénienne). *Coll. intern. C.N.R.S. (la topographie et la géologie des profondeurs océaniques) Nice - Villefranche*, mai 1958.
- [164] D'ONOFRIO S. 1959 - Foraminiferi di una carotta sotto marina del medio adriatico. *Giorn. Geol. Ann. Mus. Geol. Bologne*, ser. 2, vol. 27, p. 147-194.
- [165] IACCARINO S. 1965 - Ricerche preliminare sui Foraminiferi contenuti in 3 carotte prelevate nel Mare Ligure (La Spezia). *Bol. Soc. geol. It.*, vol. 83, fasc. 1, p. 47-62.
- [166] ERIKSSON K.G. 1965 - the sediment core n° 210 from the western Mediterranean sea. *Repts. swedish deep Sea Exped.*, vol. VIII, n° 7, p. 395-594.
- [167] NORIN E. 1958 - the sediments of the central tyrrhenian sea. *Repts. swedish deep. Sea Exped.*, vol. VIII, fasc. 1, p. 1-136.
- [168] PARKER F.L. 1955 - Distribution of planktonic foraminifera in some Mediterranean sediments. *Deep Sea Research*, suppl. to vol. 3, p. 204-211.
- PARKER F.L. 1958 - voir n° 117.
- [169] PHLEGER F.B. 1947 - Foraminifera of three submarine cores from the Tyrrhenian sea. *Goteborgs Kungl. Vetensk. och. Vitterhets Samhalles Hand.*, Sjätte Foljden, ser. B, n° 5, p. 1-19.
- TODD R. 1958 - (voir n° 152).

2/ Autres mers :

- [170] ARRHENIUS G. 1950 - Foraminifera and sea stratigraphy. *Science*, vol. 111, n° 2881, p. 288.
- [171] ARRHENIUS G. 1952 - Sédiments cores from the East Pacific. *Repts. Swedish deep Sea Exped.*, vol. 5, fasc. 1, p. 6-91.
- [172] BANDY O.L. 1960 - Planktonic foraminiferal criteria for paleoclimatic zonation. *Sc. Repts. Tohoku University*, Sendai, Japan, 2nd ser. (geology), sp. vol. (Hanzawa memorial).
- [173] BANDY O.L. et CHIERICI M.A. 1966 - Depth temperature evaluation of selected California and Mediterranean bathyal Foraminifera. *Marine Geology*, vol. 4 n° 4, p. 259-271.
- [174] BARASH M.S. 1964 - Ecologie des Foraminifères planktoniques de l'Atlantique Nord et leur signification en stratigraphie. *Acad. Sc. de l'U.R.S.S.*, Inst. d'Océanographie T. LXV, p. 229-258.
- [175] BE A. 1959 - Ecology of recent planktonic Foraminifera, part I : areal distribution in the Western North Atlantic. *Micropaleontology*, vol. 5, n° 1.
- [176] BE A. 1960 - Ecology of recent planktonic Foraminifera, part II : bathymetric and seasonal distributions in the Sargasso sea of Bermuda. *Micropaleontology*, vol. 6, n° 4.
- [177] BE A. 1960 - Some observations on arctic planktonic Foraminifera. *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, vol. XI, pt. 2.
- [178] BOLTOVSKOY E. 1959 - Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. *Micropaleontology*, vol. 5, n° 4, p. 473-481.

- [179] BOLTOVSKOY E. 1961 - Linea de la convergencia subantartica en el Atlantico Sur y su determinacion usando los indicadores biologicos - Foraminiferos, *Serv. Hydr. Naval.*, Rep. Argentina, H. 1018, p. 1-35.
- [180] BOLTOVSKOY E. 1964-- Distribucion de los Foraminiferos planktonicos vivos en el Atlantico ecuatorial, parte oeste (expedicion "Equalant"). *Serv. Hydr. Naval.*, Rep. Argentina, H. 639 p. 1-54.
- [181] BOLTOVSKOY E. 1966 - La zona de convergencia subtropical-subantartica en el Oceano Atlantico (parte occidental) *Serv. Hydro. Naval.*, Rep. Argentina, H. 640, p. 1-69.
- [182] BRADSHAW J.S. 1959 - Ecology of living planktonic Foraminifera in the North and Equatorial Pacific Ocean, *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, vol. X, pt. 2.
- [183] CAROZZI A. 1949 - Rapports entre microfaune benthique et microfaune pélagique. *Arch. Sc. Genève*, vol. 2, fasc. 1, p. 169-171.
- [184] EMILIANI C. 1954 - Depth habitats of some species of pelagic Foraminifera as indicated by oxygene isotope ratio. *Ann. Journ. Sci.*, vol. 252, p. 149-158.
- [185] EMILIANI C. 1956 - On paleotemperatures of Pacific bottom waters, *Science*, vol. 135 n° 3194, p. 460.
- [186] EMILIANI C. 1957 - Temperature and age analysis of deep sea cores. *Science*, vol. 125, n° 3344, p. 383-387.
- [187] ERICSON D.B. et WOLLIN G. 1956 - Correlation of six cores from the Equatorial atlantic and caribbean. *Deep Sea Research*, vol. 3, n° 2, p. 104-125.
- [188] ERICSON D.B. et WOLLIN G. 1956 - Micropaleontological and isotopic determination of pleistocene climates, *Micropaleontology*, vol. 2, n° 3, p. 257-270.
- [189] ERICSON D.B., EWING M. et WOLLIN G. 1963 - Pliocene - Pleistocene boundary in deep sea sediments, *Science*, vol. 139, n° 35556, p. 727-737.
- [190] ERICSON D.B., EWING M., WOLLIN et HEEZEN B.C. 1961 - Atlantic deep sea sediment cores, *Geol. Soc. Am., Bull.* vol. 72 n° 2.
- [191] FIERRO G. et CERETTI P. 1965 - Foraminiferi planktonici in alcuni campioni di fondo del mare tirreno. *Atti. Accad. Lig. Sc. e. Lettere*, vol. XXII, p. 1-23.
- [192] HAMILTON E.L. 1953 - Upper cretaceous, tertiary, and recent planktonic Foraminifera from mid-pacific flat topped sea mounts. *Journ. Pal.*, vol. 27, n° 2.
- [193] JENKINS D.G. 1964 - Location of Pliocene-Pleistocene boundary. *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, vol. XV, p.1, p. 25-27.
- [194] KANE J. 1956 - North Atlantic planktonic Foraminifera as pleistocene temperatures indicators. *Micropaleontology*, vol. 2 n° 3, p. 287-294.
- [195] OVEY C.D. 1949 - Note on the evidence of climatic changes from suboceanic cores. *Weather*, vol. 4, p. 228-231.
- [196] OVEY C.D. 1952 - On the validity and use of planktonic Foraminifera in the interpretation post climatic changes from a study of deep sea cores. *Geologische Rundschau.*, vol. 14, p. 31-32.
- [197] PARKER F.L. 1960 - Living planktonic Foraminifera from the equatorial and south-east Pacific. *Sci. Repts. Tohoku University*, Sendai, Japan, 2nd ser. (Geology), sp. vol., n° 4, p. 71-82.
- [198] PARKER F.L. 1962 - Planktonic Foraminiferal species in Pacific sediments. *Micropaleontology*, vol. 8, n° 2.
- [199] PHLEGER F.B. 1948 - Foraminifera of a submarine core from the Carribean sea. *Goteborgs Kungk Vetensk. och' Vitterhets - Samhalles Hand.*, Sjätte Foljen, ser. B, bd. 5, n° 14, p. 1-9.
- [200] PHLEGER F.B. 1955 - Foraminiferal faunas in cores offshore from the Mississippi delta. *Deep Sea Research*, suppl. to vol. 3, p. 45-57.
- [201] PHLEGER F.B. et HAMILTON W.A. 1946 - Foraminifera of two submarine cores from the North Atlantic Basin. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 57, p. 951-966.

- [202] SMITH F.D. 1955 - Planktonic Foraminifera as indicators of depositional environment. *Micro-paleontology*, vol. 1 n° 2.
- [203] WISEMAN J.D. et OVEY C.D. 1950 - Recent investigations on the deep sea floor. *Proc. Geol. Assoc.*, vol. 61, pt. 1, p. 28-84.
- [204] WISEMAN J.D. et TODD I. 1959 - Signification du taux d'accumulation de *Globorotalia menardii* d'Orb. dans une carotte de l'Atlantique équatorial. *Coll. intern. C.N.R.S., Nice-Ville-franche*, mai 1958, vol. LXXXIII p. 193-208.

3/ Modifications morphologiques et variations du sens d'enroulement.

- [205] BANDY O.L. 1960 - Geologic SIGNIFICANCE OF coiling ratio in the Foraminifer *Globigerina pachyderma* Ehr. *Journ. Pal. U.S.A.*, vol. 34, n° 4.
- [206] BE A. 1965 - The influence of depth on shell growth in *Globigerinoides sacculifer*. *Micro-paleontology*, vol. 11, n° 1, p. 81-97.
- [207] BE A. et ERICSON 1963 - Aspects of calcification in planktonic Foraminifera (Sarcodina) *Ann. New York Acad. of. Sc.*, vol. 109, art. 1, p. 65-81.
- [208] BOLLI H. 1950 - the direction of coiling in the evolution of some *Globorotaliidae*. *Contr. Cushman. Found. Foram. Res.* vol. 2, p. 139-143.
- [209] ERICSON D.B. 1959 - Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. *Science*, vol. 130, n° 3369.
- [210] ERICSON D.B., WOLLIN G. et WOLLIN J. 1955 - Coiling direction of *Globorotalia truncatulinoides* in deep sea cores. *Deep sea Research.*, vol. 2, n° 2, p. 152-158.
- [211] NAGAPPA Y. 1957 - Direction of coiling in *Globorotalia* as an aid in correlation, *Micro-paleontology*, vol. 3 p. 393-398.

GEOLOGIE MARINE - SEDIMENTOLOGIE - PALEOECOLOGIE

- [212] AGER D.V. 1963 - Principles of paleoecology. *Mc Graw-Hill Book Cie New-York*.
- [213] ALFIREVIC S. 1960 - Exposé sommaire des recherches sur la géologie marine en Adriatique. *Comm. intern. Expl. sc. Mediter.*, vol. XV, fasc. 3, p. 285.
- [214] AUBERT M., GENNESSEAUX M., GROUBERT E., MURAOUR P. 1964 - Mission de sismique réfraction sur la pente continentale niçoise. *Les cahiers du C.E.R.B.O.N.*, fasc. 1, T. XIII.
- [215] BECKING L.M. et MOORE D. 1959 - Density distribution in sediments. *Journ. sed. Petr. U.S.A.*, 29, n° 1, p. 47-55.
- [216] BELL H.S. 1942 - Density currents as agents for transporting sediments. *Journ. of Geol.*, vol. 50, p. 512-547.
- [217] BERTHOIS L. 1939 - Contribution à l'étude des sédiments de la Méditerranée occidentale. *Ann. Inst. océanogr.*, vol. 20, p. 1-50.
- [218] BLANC J.J. 1953 - L'herbier et le filtrage des sédiments à Port Cros (Iles d'Hyères). *Etudes morphoscopiques. Rev. Geomorphol. dyn.*, n° 2, p. 75-82.
- [219] BLANC J.J. 1953 - Hydrodynamique et sédimentation des fonds de calanques. *C.R.Ac.Sc.* t. 237, p. 1173-1175.
- [220] BLANC J.J. 1953 - Premiers résultats des recherches sédimentologiques de la Calypso et de la Station d'Endoume à l'archipel de Riou (Marseille) *B.S.G.F.*, t. III, 1-3, p. 153-146.
- [221] BLANC J.J. 1955 - Sédimentologie et Bionomie, *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, fasc. 15, p. 25-39.
- [222] BLANC J.J. 1956 - Etudes géologiques et sédimentologiques : I - études sur l'flot du Grand Congloué. *Res. sc. Camp. "Calypso"*, fasc. II, p. 123-153.
- [223] BLANC J.J. 1956 - Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale, *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, t. XVI, p. 25-32.

- [224] BLANC J.J. 1958 - Sédimentologie sous-marine du détroit siculo-tunisien. Camp. Calypso Août-Sept. 1954. *Res. sc. Camp. "Calypso"*, fasc. III, n° 3, p. 92-125.
- [225] BLANC J.J. 1958 - Recherches géologiques et sédimentologiques en Méditerranée Nord-Orientale. Camp. Calypso sept. Oct. 1955 - *Res. sc. Camp. Calypso*, fasc. III, n° 1, p. 158-210.
- [226] BLANC J.J. 1958 - Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale. *Ann. Inst. océanog.*, T. 35, fasc. 1.
- [227] BLANC J.J. 1959 - Recherches sédimentologiques dans les canyons de la Provence occidentale. Camp. Calypso sur les côtes de Provence (1956) *Res. sc. Camp. Calypso*, fasc. IV, p. 246-270.
- [228] BLANC J.J. 1959 - Recherches sur les vases du golfe de Gênes (région de Protolino). Camp. Calypso dans le golfe de Gênes 1957. *Res. sc. Camp. Calypso*, fasc. IV, p. 274-287.
- [229] BLANC J.J. 1960 - Observations sur quelques karsts littoraux et grottes marines en Méditerranée Nord-Orientale *Spelunca*, 4è ser., mem. n° 1 (actes du 3è Congr. nat. Spéléo. Marseille (1960), p. 11-18.
- [230] BLANC J.J. 1961 - Réflexions sur les anciens karsts de la Provence. *Bull. Mus. Anthrop. préhist. Monaco* n° 8, p. 5-8.
- [231] BLANC J.J. 1963 - Exposé sommaire sur les recherches en géologie marine et sédimentologie en Méditerranée Nord-Orientale. P.V des réunions de la *Comm. int. Expl. sc. mer Méd.* vol. 17 (3), p. 999-1003.
- [232] BLANC J.J. 1964 - Recherches géologiques et sédimentologiques. Camp. Calypso en Méditerranée Nord-Orientale. *Res. Sc. Camp. Calypso*, fasc. VI, p. 219-270.
- [233] BLANC J.J. 1964 - Vases bathyales et sables détritiques au large de Marseille. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, fasc. 47, Bull. 31, p. 203-230.
- [234] BOUMA A.H. 1965 - Sedimentary characteristics of samples collected from some sub marine canyons. *Marine Geology*. vol. 3, n° 4, p. 291-321.
- [235] BOURCART J. 1942 - sur les rechs, sillons sous-marins du plateau continental des Albères (P.O). *C.R. Ac. Sc.*, 224, p. 1175.
- [236] BOURCART 1949 : La théorie de la flexure continentale. *C.R. Congr. intern. Géogr.* Lisbonne, p. 167-190.
- [237] BOURCART J. 1949 - Peut-on étudier directement la géologie du plateau continental? *C.R.S. Soc. géol. Fr.*, p. 12-14.
- [238] BOURCART J. 1950 - Le socle continental de Toulon à la frontière espagnole. *Centr. Rech. Oceanog.*, n° 3, p. 4.
- [239] BOURCART J. 1952 - Les frontières de l'Océan. *Albin Michel* Paris.
- [241] BOURCART. J. 1952 - Mission océanographique sur le plateau continental de la côte de Provence en avril 1952. *Bull. Inf. C.O.E.C.*, p. 279-289.
- [240] BOURCART. J. 1952 - Le Quaternaire marin du département du Var. *C.R.s.S.g.F.* 5 mai p. 146.
- [242] BOURCART J. 1953 - Suggestion sur l'origine de quelques sédiments méditerranéens. *Bull. Inf. C.O.E.C.* p. 211-219.
- [243] BOURCART J. 1953 - sables néritiques à 2.750 m de profondeur au large de Bougie (Algérie). 236, p. 738-740. *C.R. Ac. Sc.*, p. 738-740.
- [244] BOURCART J. 1953 - Contribution à la connaissance du socle sous-marin de la France le long de la côte méditerranéenne. *C.R. Cong. Geol. int.*, XIXè session, Alger 1952, s. IV, f. IV, p. 25-64.
- [245] BOURCART J. 1954 - Les vases de la Méditerranée et leur mécanisme de dépôt. *Deep Sea Research.*, V.I, n° 3, p. 126-130.
- [246] BOURCART J. 1954 - Recherches de géologie sous-marine profonde. *Bull. Soc. géol. France*, t. IV, fasc. 7-9, p. 557-564.

- [247] BOURCART J. 1955 - Recherches sur le plateau continental de Banyuls sur Mer, *Vie et Milieu*, VI, p. 435-524.
- [248] BOURCART J. 1957 - Géologie sous-marine de la baie de Villefranche sur Mer, *Ann. Inst. océanog.* 33 (3).
- [249] BOURCART J. 1958 - Problèmes de Géologie sous-marine. *Masson et Cie* Paris.
- [250] BOURCART J. 1960 - Les sables profonds de la baie de Nice. *Rapp. et P.V. com. int. Expl. sc. Méd.*, vol. XV, fasc. 3, p. 323.
- [251] BOURCART J. 1959 - Morphologie du précontinent des Pyrénées à la Sardaigne. *Coll. intern. C.N.R.S., Topographie et Géologie des profondeurs océaniques*, 1958, LXXXIII, p. 33-52.
- [252] BOURCART J. 1960 - Carte topographique du fond de la Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. oceanogr.*, n° 1163.
- [253] BOURCART J. et LALOU C. 1950 - Sur la géologie des gorges sous-marines de Toulon, *C.R.A. Sc.* 230 p. 1302.
- [254] BOURCART J. et OTTMANN F. 1955 - Recherches de Géologie sous-marine dans la région du Cap Corse. *Rev. Geogr. phys. et Géol. dyn.* (2), vol. 1, fasc. 2.
- [255] BOURCART J., OTTMANN F., OTTMANN-RICHARD J.M. - 1957 - Premiers résultats de l'étude des carottes de la baie des Anges, Nice. *Rev. Geogr. phys. et Geol. dyn.* (2), vol. 1
- [256] CAROZZI A. 1953 - Pétrographie des roches sédimentaires. *F. Rouge et Cie*, Lausanne.
- [257] CAROZZI A. 1960 - Microscopic sedimentary petrography. *John Wiley and sons* New York et London.
- [258] CASTANY G. et LUCAS G. 1955 - Sur l'existence d'oolithes calcaires actuelles au large de l'île de Djerba (Sud Tunisien). *C.R. som. S. géol. Fr.* p. 229-232.
- [259] CHAMLEY H. 1963 - Contribution à l'étude minéralogique sédimentologique de vases méditerranéennes. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*. Bull. 29, fasc. 44.
- [260] DEBRAZZI E. 1961 - Levé de la fosse du Cap Matapan par le navire "Staffetta". *Comm. int. Expl. sc. Méd.*, Monaco, vol. XVI, fasc. 3, p. 581.
- [261] DELIBRIAS G., PERQUIS M.T., ROS J. 1961 - Vitesse des dépôts des vases marines dans la baie de Villefranche sur Mer par la méthode du C 14. *Ocean. Géol. et Géophys de Méd. occid.* Colloque du CNRS. Villefranche 1961, p. 29.
- [262] DANGEARD L. 1929 - Observations de Géologie marine et d'Océanographie relatives à la Manche. *Thèse, Ann. Inst. océano. Monaco.*, T. VI, fasc. I.
- [263] DANGEARD L. 1960 - Glissements de vase sous-marine et phénomènes de compaction. Observations faites en bathyscaphe. *C.R.A. Sc.* 251, p. 2224-2225.
- [264] DANGEARD L. 1961 - A propos de phénomènes sous-marins profonds de glissements et de resédimentation. *Cahiers océan.*, XIII, 2, p. 68-72.
- [265] ERICSON D.B, EWING M., HEEZEN B.C. 1952 - Turbidity currents and sediments in North-Atlantic. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.* vol. 36, n° 3, p. 489-511.
- ERIKSSON K.G. 1965 - voir n° 166.
- [266] FIERRO G. 1965 - Trapping of sediments along the coast of the Ligurian sea. *Geofisica Meteo.*, vol. XVI, n° 5, p. 157-158.
- [267] FIERRO G. et PASSEGA R. 1965 - Studio sedimentologico di 32 carotte prelevate nel Nord Tirreno. *Ass. géofys. ital.* (XIV Convegno, Roma 18-20 Febbraio).
- [268] FOLK L. 1959 - Practical petrographic stratification of limestones *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, vol. 43, n° 1, p. 1-38.
- [269] FROGET C. 1963 - La morphologie et les mécanismes d'érosion du littoral rocheux de la Provence occidentale. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, Bull. 30, fasc. 45.
- [270] GENNESSEAUX M. et LE CALVEZ Y. 1960 - Affleurement sous-marin de vase pliocène dans la baie des Anges (Nice) *C.R.A.S.*, n° 19, p. 1064-1066.
- [271] GENNESSEAUX M. 1962 - Travaux du Laboratoire de Géologie sous-marine concernant les grands carottages effectués sur le précontinent de la région niçoise. *Coll. C.N.R.S.*, Villefranche 1961.

- [272] GENNESSEAUX M. 1962 - Une cause probable des écoulements turbides profonds dans le canyon sous-marin du Var (A.M). *C.R.S.A. Sc.*, t. 254, p. 2038-2040.
- [273] GENNESSEAUX M. 1962 - Les canyons de la baie des Anges. Leur remplissage sédimentaire et leur rôle dans la sédimentation profonde. *C.R.S. Ac. Sc.*, t. 154, p. 2409-2411.
- [274] GENNESSEAUX M. 1963 - Structure et morphologie de la pente continentale de la région niçoise. *Comm. int. Expl. sc. Mer Méditer.*, Rapport et P.V, vol. XVII (3)
- [275] GENNESSEAUX M. 1964 - L'évolution des fonds sous-marins de la baie des Anges et le delta du Var. *Les cahiers du C.F.R.B.O.M.*, année 1964, fasc. 1, T. XIII.
- [276] GINSBURG R.N. 1953 - Beachrock in south Florida, *Journ. sed. Petr.* vol. 23, p. 85-92.
- [277] GLANGEAUD L. 1939 - Origine et mode de formation des sédiments détritiques. *Sciences*, n° 30.
- [278] GLANGEAUD L. (1962) - Application des méthodes géophysiques à la tectonique profonde du Nord-Ouest de la Méditerranée (Mer "hespérienne") (réflexions à propos de la note de AL-LEGRE, MECHLER et ROCCARD). *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV (7) p. 884-887.
- [279] GLANGEAUD L., SCHLICH R., PAUTOT G., BELLAICHE G., PATRIAT P. RONFARD M. 1965 - Morphologie, tectophysique et évolution géodynamique de la bordure sous-marine des Maures et de l'Estérel - relations avec les régions voisines *C.R.s. As. Sc.*, fasc. 10, p. 329.
- [280] GOUVERNET C. 1948 - une plage ancienne dans le Lacydon à Marseille. *B. Soc. Linéenne de Provence*, t. XVI.
- [281] GOUVERNET C. 1965 - Le comblement alluvial de la basse vallée du Gapeau à Hyères (Var) *Trav. Lab. Géol. Marseille. (Ann. Fac. Sc. Marseille)* T. VIII, p. 195-210.
- [282] GUILCHER A. 1951 - Océanographie : 1/ Morphologie, structure et dédiments sous-marins. 2/ Hydrologie marine. *Centre docum. Univer. Paris.*
- [283] GUILCHER A. 1952 - Morphologie sous-marine et récifs coralliens du Nord du banc Farsan (mer Rouge). *Bull. Assoc. Geog. Fr.*, mars-avril, p. 52-63.
- [284] GUILCHER A. 1954 - Morphologie littorale et sous-marine. *Presses universitaires de France.*
- [285] HECKER R.F. 1960. - Bases de la paléocéologie (trad. du Russe) *ed. Technip*, Paris.
- [286] HEDGPETH J.W. 1957 - Classification of marine environments In : *Treatise on marine ecology and paleoecology.*, Mém. 67, *Geol. Soc. Amer.* V.I, p. 93-102.
- [287] HEEZEN B.C. 1959 - Dynamic processus of abyssal sedimentation : erosion, transportation and redeposition of the deep sea floor. *Geophys. J. Astr. Soc.*, Vol. 2.
- [288] HEEZEN D.C. 1960 - The relationship between paleotemperatures and calcium carbonate content in a deep sea core. *J. Geol. U.S.A.*, n° 3, p. 345-346.
- [289] HEEZEN B.C. 1967 - Physical and chemical properties of volcanic glass shards from poszuolana ash, Thera island, and from upper and lower ash layers in Eastern Mediterranean deep sea sediments. *Nature*, vol. 213, n° 5076, p. 582-584.
- [290] ILLING 1954 - Bahamian calcareous sands. *Ann. Assoc. Petr. Geol.*, vol. 38, p. 1-95.
- [291] KUENEN P.H. 1950 - Marine geology. *J. Wiley* New York.
- [292] KUENEN P.H. 1954 - Eustatic changes of sea level. *Geol. en Nijndouw*, nouv. série, 16è année, p. 148-155.
- [293] KUENEN P.H. et MENARD H.W. 1952 - Turbidity currents, graded and non graded deposits. *J. sed. Petrol.* 22 n° 2, p. 83-96.
- [294] KUENEN P.H. et MIGLIORINI C.I. 1950 - Turbidity currents as a cause of graded bedding. *J. Geol.*, 58, n° 2, p. 91-127.
- [295] KULLENBERG B. 1955 - Deep sea coring. *Rep. swedish. deep. Sea Exp.*, vol. 4, p. 55-96.
- [296] LEENHARDT O. 1963 - Un sondage sismique continu sur le plateau continental du Planier (Marseille). *C.R. Ac. Sc. T.* 257, p. 1541-1544.
- [297] LUCAS G. 1966 - Fonds durcis, lacunes sous-marines, séries condensées et ondes sismiques ou "Tsunami". *C.R. Ac. Sc. T.* 262, p. 2141-2144.

- [298] MELLIS O. 1954 - Volcanic ash horizons in deep sea sediments *Deep Sea Res.* vol. 2, p. 89-92.
- [299] MURAOUR P. et GROUBERT E. 1963 - Etude séismique par réflexion au sud de l'île du Planier (Marseille). *Bull. Inst. océan. Monaco.*, vol. 61, n° 1275.
- [300] MURAOUR P., CECCALDI X., DUCROT J. et MARCHAND J.P. 1965 - sur la structure profonde entre la Provence et la Corse. *C.R.s.Soc.géol. Fr.* fasc. 9, p. 314-315.
- [301] MURAOUR P., DUCROT J., GENNESSEAUX M., GROUBERT E., MARCHAND J.P. 1965 - Etude séismique par réfraction sur la pente continentale niçoise. *Bull. Inst. océan. Monaco.*, vol. 65, n° 1354, p. 1-44.
- [302] MURAOUR P., GENNESSEAUX M. 1965 - Quelques remarques à la suite d'une étude séismique par réfraction sur la pente continentale niçoise. *C.R. Ac. Sc.,T.* 260, p. 227-230.
- [303] NATLAND M.L. 1963 - Paleocology and turbidites. *J. Paleontol.*, 37, p. 946-951.
- [304] NATLAND M.L. et KUENEN P.H. 1951 - Sedimentary history of the Ventura Basin, California, and the action of turbidity currents. *Soc. econ. Pal.*, spec. publ., n° 2, p. 76-107.
- [305] NESTEROFF W. 1955 - les récifs coralliens du Banc Farsan Nord (mer Rouge) *Res. Sc. Camp Calypso.*, fasc. I.
- [306] NESTEROFF W. 1960 - Les sédiments marins entre l'Estérel et l'embouchure du Var. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, 3, p. 17-28.
- [307] NESTEROFF W. 1961 - La "séquence type" dans les turbidites terrigènes modernes. *Rev. Géog. phys. Geol. dyn.*, 2, vol. IV, fasc.4, pp. 263-268.
- [308] NESTEROFF W. 1963 - Essai d'interprétation du mécanisme des courants de turbidité, *Bull. Soc. géol. Fr.* vol. 7, (4), p. 849-855.
- NORIN E. 1958 - (voir n° 167).
- [309] OLAUSSON E. 1960 - Description of sediment cores from the Mediterranean and the Red sea. *Repts. swedish deep Sea Exped.* vol. VIII n° 5, p. 285-334.
- [310] OTTMANN F. 1965 - Introduction à la géologie marine et littorale. *Masson ed.*
- [311] PASSEGA R. 1964 - Grain size representation by C.M. patterns as a geological tool. *Journ. sed. Petrol.* 34, n° 4, p. 830-849.
- [312] PERES J.M. 1959 - Observations en bathyscaphe de l'instabilité des vases bathyales méditerranéennes. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume* n° 17, 3-4.
- [313] PETTERSSON H. 1943 - Three sediment cores from the Tyrrhenian sea. *Goteborg. K. Vet. Vit. Samh. Hand. Sjatte Foldgen.*, ser. B, Bd. 2, n° 8, p. 143.
- [314] RAZAVET-DUBOUL C. 1956 - Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône. *Mém. Soc. géol. Fr.*, n. ser., n° 76.
- [315] RIVIERE A. 1940 - L'eau de mer et les sédiments calcaires. *C.R. som. Soc. géol. Fr.* 40-42.
- [316] RIVIERE A. 1941 - Sur la réserve alcaline et les carbonates de l'eau de mer. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*
- [317] RIVIERE A. 1949 - Sur la formation des rides sous-marines littorales. *C.R.S. Ac. Sc.*, 229, 21 nov.
- [318] RIVIERE A. 1951 - Etudes de sédimentologie littorale du Laboratoire de Géologie du SPCN à PARIS. *Proc. 3d. int. Cong., Groningen-Wageningen.*, 1951, p. 211.
- [319] RIVIERE A. 1952 - Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Interprétation des courbes et applications. Notion de faciès granulométrique. *Bull. Soc. géol. Fr.* (2) n° 1-3.
- [320] RIVIERE A. 1952 - Sur la représentation graphique de la granulométrie des sédiments meubles. Interprétation des courbes et applications. *Bull. Soc. géol. Fr.*, série 6, T. II, fasc. 1-3, p. 145-154.
- [321] RIVIERE A. 1953 - Méthode d'interprétation de la granulométrie des sédiments meubles. *Rev. Inst. Fr. Petrol.*, VIII.

- [322] RIVIERE A. 1954 - Généralisation de la méthode des faciès granulométriques. Evaluation de la dispersion aléatoire. *C.R. Ac. Sc.*, T. 238, p. 2326-2328.
- [323] RIVIERE A. 1960 - Généralisation de la méthode des "facies granulométriques" par extension de la notion d'indice d'évolution. Détermination de celui-ci. *C.R. Ac. Sc.*, 250, n° 17, p. 2917-2919.
- [324] RIVIERE A. et VERHNET S. 1961 - Sur la sédimentation calcaire en milieu lagunaire. *Com. int. Expl. sc. M. Méd. Rap. et P.V.*, vol. XVI, fasc. 3, p. 855-858.
- [325] RIVIERE A. et RIVIERE M.A. 1962 - Possibilité d'une expression gaussienne très approchée de la granulométrie de nombreux sédiments. *C.R. Ac. Sc.*, T. 254, p. 3396-3398.
- [326] RIVIERE A. et RAZAVET-DUBOUL C. 1949 - sur l'évolution sédimentaire du golfe de Fos et les facteurs de l'équilibre. *C.R. Ac. Sc.*, t. 229, p. 895-896.
- [327] SARTENAER P. 1959 - Das Tauchen mit dem Freitauchgerät im Dienste der Paläökologie. *Freiberger Forsch. H. Deutsch.*, n° 57, p. 86-98.
- [328] SEGRE A.G. 1954 - on recent studies of marine geology in the Mediterranean. *Quaternaria* V.I p. 41-42.
- [329] SHEPARD F.B., EMERY K.O., LAFOND E.C. 1941 - Rip-currents ; a process of geological importance. *J. Geol.* p. 337-369.
- [330] SHEPARD F.P. 1948 - Submarine geology. *Harper*, New York.
- [331] SHEPARD F.P. 1951 - Transportation of sand into deep water, *Soc. Econ. Pal. and Min.*, Spec. Publ., n° 2, p. 53-65.
- [332] SHEPARD F.P. 1960 - Deep sea sands. *Int. Geol. Congr. Rep.*, 21st Sess. Norden.
- [333] SHEPARD F.P. 1964 - Criteria in modern sediments useful in recognizing ancient sedimentary environments. *Developments in Sedimentology*, Vol. I. Deltaic and shallow deposits.
- [334] SHEPARD F.P. 1964 - Sea levels changes in the past 6000 years. Possible archeological significance. *Science* 143, n° 3606, p. 574-576.
- [335] SOCIETY OF ECONOMIC PALEONTOLOGISTS 1951 - Turbidity currents and transportation to deep water. A symposium. *Soc. Ec. Pal. spec. Pub.* n° 2, Tulsa (Okla).
- [336] WOOD L.E. 1964 - Pseudo oolites of northern Libya : their occurrence and origin. *J. sed. Petrol.*, 43, n° 3, p. 661-663.
- [337] ZENKOVITCH V.P. 1964 - Formation and burrial of accumulative forms in littoral and near-shore marine environments. *Marine Geology* V.I n° 2, March 1964, p. 175-180.
- Addendum* : DANGEARD L., RIOULT M. et BLANC J.J., BLANC-VERNET L. 1967 (1968) : Résultats de la plongée en soucoupe n° 421 dans la vallée sous-marine de Planier, au large de Marseille.

PLIOCENE ET QUATERNAIRE

- [338] ACCORDI B. 1950 - Foraminiferi tyrrheniani della Barma Grande. *Ann. Univ. Ferrara*, vol. VIII, pt. 1a.
- [339] ACCORDI B. et SELMI M. 1952 - Micropaleontologia del giacimento pliocenico di Cornuda (Treviso). *Ann. Univ. Ferrara*, nov. ser., Sez. IX, vol. 1, n° 3.
- [340] ANGLADA R. 1963 - Preuves paléontologiques de l'existence du Calabrien dans le Sahel d'Alger. *C.R. Ac. Sc.*, T. 256, p. 971-973.
- [341] ANGLADA R. 1963 - Présence d'un Foraminifère calabrien dans le Sahel d'Alger. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, fasc. 4, p. 123.
- [342] ANGLADA R., FOLLACCI J.P. et MENEROUD J.P. 1967 - sur la présence du Miocène marin en bordure S. de l'Arc de Nice dans la région de Roquebrune - Cap Martin (A.M). *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, séance du 22 mai.
- BANDY O.L. 1953 - voir n° 3.

- [343] BARRIERE J. 1966 - (1967) - le rivage tyrrhénien de Bages et de Sigean (Aude), *Bull. Ass. fr. Et. Quat.*(4) p. 251-283.
- [344] BEAUFORT L., BRUNEAU J., CREPIN A. et JULLIAN Y. 1954 - Ampleur de l'érosion pontienne et du comblement pliocène en Camargue. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), n° 1-4, p. 175-184.
- [345] BLANC A.C. 1937 - Low levels of the Mediterranean during the pleistocène glaciation, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. 93, p. 621-648.
- [346] BLANC A.C. 1962 - Sur le Pleistocène marin, des côtes tyrrhéniennes et ioniennes et les cultures paléolithiques associées *Quaternaire*, vol. VI, p. 371-390.
- [347] BLANC J.J. 1955 - Sédimentation à la Grotte du Prince, Grimaldi. *Bull. Mus. Anthrop. prehist. Monaco*, n° 2, p. 125-148.
- [348] BLANC J.J. 1958 - Observations sur la microfaune du Pliocène et du Quaternaire de Milazzo (Sicile). *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille.*, T. XVIII p. 21-31.
- [349] BLANC J.J. et BLANC-VERNET L. 1966 - sur la présence de dépôts marins plio-quaternaires sur le précontinent au S de Marseille. *C.R.A. Sc. T.* 262, ser. D n° 12, p. 1325-1326.
- [350] BLANC J.J. et BONIFAY E. 1953 - Les terrains quaternaires littoraux en Provence occidentale. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 9, T. III, p. 847-864.
- [351] BLANC J.J. et BONIFAY E. 1955 - Les grès quaternaires littoraux en Provence occidentale. *C.R. A.S.* p. 1787-1788.
- [352] BLANC J.J. et BONIFAY E. 1957 - Observations sur le Quaternaire des îles d'Hyères (Var). *Bull. Mus. Anthr. préhist. Monaco* n° 4, p. 123-150.
- [353] BLANC J.J., DE LUMLEY H. et OCTOBON E. 1960 - Elements nouveaux pour la datation du niveau tyrrhénien de 20 m dans la région de Nice-Monaco. *C.R. Ac. Sc. T.* 251, n° 23, p. 2741-2742.
- [354] BLANC J.J., PERES J.M. et PICARD J. 1959 - Coraux profonds et thanatocoenoses quaternaires en Méditerranée. *Coll. Nat. C.N.R.S LXXXIII*, Topogr. et Géol. des prof. océaniques.
- [355] BLANC-VERNET L. 1960 - Observations sur la microfaune de quelques grès marins quaternaires. *Rec. Trav. St. mar. End.*, Bull. 20, fasc. 33.
- [356] BLANC-VERNET L. 1963 - Granulométrie et microfaune de deux grès quaternaires. Comparaisons avec le milieu dunaire et les fonds infralittoraux actuels. *Rec. Trav. St. mar. Endoume.*, Bull. 29, fasc. 44.
BLANC-VERNET L. 1965 - voir n° 18.
- [357] BLANC-VERNET L. 1966 - Nouvelles données sur les Foraminifères des grès sous-marins du canyon de Cassidagne. *Rec. Trav. St. mar. Endoume.*, Bull. 39, fasc. 55.
- [358] BOILOT G. 1957 - Conditions de dépôt des terrains pliocènes dans la région de Vintimille. *Rev. Geogr. phys. Géol. dyn.*, (2), vol. 1, fasc. 4.
- [359] BONNET A. et DUBOUL-RAZAVET C. 1952 - Contribution à la connaissance du Pliocène de Bas Rhône. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1-3.
- [360] BONIFAY E. 1952 - Une plage fossile dans la baie de Sanary (Var). *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, p. 14-16.
- [361] BONIFAY E. 1952 - Plages fossiles et dunes consolidées des plages de Provence occidentale. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, p. 176-178.
- [362] BONIFAY E. 1954 - Les terrains quaternaires littoraux des côtes de Provence occidentale. *Cahiers ligures de Préhistoire et d'Archéologie* n° 3, p. 119.
- [363] BONIFAY E. 1961 - Sur l'âge de l'Eutyrrhénien méditerranéen. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, p. 265.
- [364] BONIFAY E. 1962 - Quaternaire et préhistoire des régions méditerranéennes françaises. *Quaternaria*, vol. VI p. 343-370.
- [365] BONIFAY E. 1962 - Les terrains quaternaires dans le Sud-Est de la France. *Trav. Inst. Préhis. de l'Univ. de Bordeaux*, vol. II, 194 p.
- [366] BONIFAY E. 1964 - Pliocène et Pléistocène méditerranéen : vue d'ensemble et essais de corrélations avec la chronologie glaciaire. *Ann. Paléont. (Vertébrés)*, T.L., fasc. 2, p. 197-226.

- [367] BONIFAY E. 1967 - La tectonique récente du bassin de Marseille dans le cadre de l'évolution post-Miocène du littoral méditerranéen français. *Bull. Soc. géol. Fr.* (à paraître).
- [368] BONIFAY E. et IAVORSKY G. 1958 - Observations récentes sur le Quaternaire de Monaco. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, p. 265-266.
- [369] BONIFAY E., IAVORSKY G. et MARS P. 1958 - Le niveau quaternaire marin de 94 m dans la région de Monaco. *C.R. Ac. Sc.*, 10 juin 1958, p. 3359-3361.
- [370] BONIFAY E., IAVORSKY G. et MARS P. 1958 - Nouvelles coupes dans les terrains quaternaires de Monaco et de ses environs. *Bull. Mus. Anthropol. préhist. Monaco.*, fasc. 5, p. 87-118.
- [371] BONIFAY E. et MARS P. 1959 - Le Tyrrhénien dans le cadre de la chronologie méditerranéenne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, T.I, p. 62-78.
- [372] BONIFAY E. et MOLINIER R. 1955 - La flore des tufs récents de la vallée de l'Huveaune, à Pont de Joux et Roquevaire, (B.D.R.). *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, t. XV, p. 5-24.
- [373] BONNET A. et DUBOUL-RAZAVET C. 1952 - Contribution à la connaissance du Pliocène du Bas Rhône. *Bull. Soc. géol. Fr.*, II, 1-3.
- [374] BOURCART J. 1952 - Le Quaternaire marin du département du Var. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, p. 146-147.
- [375] BOURCART J. 1952 - Le Quaternaire marin de Nice à Menton. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.* n° 9, p. 169-171.
- [376] BOURCART J. 1960-1962 - La Méditerranée et la révolution du Pliocène. Livre à la mémoire du Professeur P. FALLOT. *Mem. Soc. géol. Fr.*, T.I, p. 103-116.
- [377] BOURCART J., LE CALVEZ Y. et SIFFRE M. 1959 - Du nouveau sur l'âge des tufs volcaniques du pays niçois. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7è ser., T.I, n° 6, p. 551-554.
- [378] BOURCART J. et OTTMANN F. 1952 - Le Quaternaire marin entre les Maures et le Loup. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, n° 9, p. 168-169.
- [379] BOURCART J. et OTTMANN F. 1954 - Pliocène et Quaternaire des feuilles de Nice et Antibes au 50.000è. *Bull. S. Carte géol. Fr.* C.R. coll. 1953, T. III, n° 241, p. 321-322.
- [380] BOURDIER F. 1961 - Le bassin du Rhône au Quaternaire (2 tomes). *Ed. C.N.R.S.*
- [381] CASTANY G. et OTTMANN F. 1957 - Le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, (2), I, fasc. 1, p. 4-655.
- [382] CAZIOT E. et MAURY E. 1904 - Le Pleistocène marin de la côte des Alpes Maritimes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV, p. 420.
- [383] CIRY R. et TINTANT H. 1945 - Sur la présence d'une microfaune dans le Pliocène marin de Millas (P.O.). *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, 5 nov.
- [384] CIRY R., TINTANT H. et CHAREYRON H. 1950 - Sur la microfaune du Pliocène de Fréjus. *Bull. sc. de Bourgogne*, t. 12.
- [385] CRESCENTI U. et FOLLADE U. 1965 - Il Pleistocene a *Hyalinea balthica* (Schroeter) nella parte orientale del Italia centro meridionale. *Bol. Soc. géol. It.*, vol. 84, fasc. 2, p. 57-59.
- [386] CUSHMAN J.A. 1945 - the species of Foraminifera recorded by d'Orbigny from the Pliocène of Castel Arquato (Italy). *Contr. Cushman Lab. Foramin. Res.*, sp. publ. n° 13.
- [387] DEB S. 1937 - Sur la découverte de micro-organismes dans le Plaisancien des Alpes Maritimes. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, n° 12, p. 184-186.
- [388] DENIZOT G. 1951 - Les anciens rivages de la Méditerranée Française. *Bull. Inst. océan. Monaco.*, 5 Mai n° 992.
- [389] DEPERET C. 1906 - Les anciennes lignes de rivage de la Méditerranée française. *Bull. Soc. géol. Fr.*, I - XII, p. 207.
- [390] DI NAPOLI ALLIATA E. 1937 - Contributo alla cognoscenza dei Foraminiferi pleistoceni della Conca d'oro (Palerme). *Bol. Soc. géol. It.*, vol. LVI, fasc. 3.
- [391] DI NAPOLI ALLIATA E. 1946 - Contributo alla cognoscenza della stratigrafia del Pliocene e del Calabriano nella regione di Rovigo. *Riv. it. Pal. e Strat.*, LII, fasc. 2.

- [392] DI NAPOLI ALLIATA 1952 - Nuove specie di Foraminiferi nel Pliocene e nel Pleistocene della zona di Castel Arquate (Piacenza) *Riv. it. Pal. e Strat.*, vol. LXIII, n° 3, p. 95.
- [393] EMILIANI C. 1955 - Pleistocene temperature. *Journ. Géol.* vol. 63, n° 6.
- [394] EMILIANI C., MAYEDA T. et SELLI R. 1961 - Paleotemperature analysis of the plio-pleistocene section at Le Castella Calabria, Southern Italy. *Geol. Soc. of Am., Bull.*, vol. 72, p. 679-688.
- [395] ESCALON de FONTON M. 1951 - Recherches préhistoriques en Basse-Provence (Thèse Univ. Paris) *Presse Univ. Fr.*, p. 1-162.
- [396] ESCALON DE FONTON 1963 - La séquence climatique wurmienne du gisement paléolithique de la Salpêtrière *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7è ser., T.V, p. 555- 61.
- [397] ESCALON DE FONTON M. 1966 - Du Paléolithique supérieur au Mésolithique dans le midi méditerranéen. *Bull. Soc. préhist. Fr.*, T. LXIII, fasc. 1, p. 66-180.
- [398] FAIRBRIDGE R.W. 1962 - world sea levels and climatic changes. *Quaternaria*, vol. VI, p.111-136.
- [399] FEUGUEUR L. 1955 - Géologie profonde et hydrogéologie du Bas Languedoc. *publ. du R. R. G. G. M.*, n° 16, série hydrogéologie, n° 1.
- [400] FEUGUEUR L. 1962 - Découverte de deux niveaux marins (Tyrrhénien) à l'entrée du tunnel ferroviaire de Monaco. *Bull. Inst. océano. Monaco.*, n° 1239.
- [401] FEVRET M., PICARD J., SANLAVILLE P. 1967 - Sur la possibilité de datation de niveaux marins quaternaires par les Vermets. *C.R. Ac. Sc.*, T. 264, ser. D, n° 11, p. 1407-1409.
- [402] FLAMAND L. 1906 - sur une observation faite à la Grotte du Prince" aux Baousses Rousse, près de Menton, *Bull. Soc. géol. Fr.*, ser 4, t VI, p. 537, et t. VII, p. 7.
- [403] FLINT R. F. 1957 - Glacial and pleistocene geology, *John Wiley and Sons*, New York.
- [404] FROGET C. 1966 - Découvertes de formations quaternaires sous-marines au Banc du Veyron (baie de Marseille). *C.R. Ac. Sc.*, ser. D, T. 263, n° 19, p. 1352-1354.
- [405] FROGET C. 1967 - Découverte d'affleurements quaternaires anciens sur le précontinent provençal au large de l'île Riou. *C.R. Ac. Sc.*, ser. D, T. 264, n° 2, p. 212-214.
- GENNESSEAU M. 1962 - voir n° 270.
- GENNESSEAU M. et LE CALVEZ Y. 1960 - voir n° 275.
- [406] GIGNOUX M. 1913 - Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. *Ann. Univ. Lyon*, XXXVI.
- [407] GIGOUT M. 1962 - Sur le Tyrrhénien de la Méditerranée occidentale. *Quaternaria*, vol. 6, p. 209-228.
- [408] IAVORSKY G. 1959 - Coupe Quaternaire Terra Amata, gîte Bd. Carnot Nice (A.M). *Bull. Mus. Anthrop. préhist. Monaco*, n° 6, p. 185-204.
- [409] IAVORSKY G. 1961 - L'industrie à biface et le niveau marin de 22 m à Nice. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, n° 7, p. 197.
- [410] IAVORSKY G. 1963 - Le gisement marin quaternaire à St Laurent d'Eze (A.M). *C.R. Som. géol. Fr.*, fasc. 6, p. 198.
- [412] IAVORSKY G. 1963 - Quelques coupes dans les terrains quaternaires à Monaco et dans les Alpes Maritimes. *Bull. Mus. Anthrop. préhist. Monaco*, fasc. n° 10, p. 25-61.
- [413] IAVORSKY G. 1964 - Le problème du Calabrien et du Sicilien dans les Alpes Maritimes. *C.R. Ac. Sc.*, t. 258, p. 2118-2121.
- [414] IAVORSKY G., BAGNERES J. 1964 - Le gîte des Moulins, Principauté de Monaco. *Bull. Mus. Anthrop. préhist. Monaco* fasc. 11, p. 37-60.
- JENKINS G. 1964 - voir n° 193.
- [415] KERAUDREN B. 1966 - Sur le Quaternaire marin du Péloponèse. *C.R. Ac. Sc. T. 262*, (16 mai), série D., p. 2132-2134.
- [416] LE CALVEZ Y. 1956 - Les Foraminifères du Pliocène de Corse. *Bull. Soc. géol. Fr.*, T. VI, (4-5), p. 583-596.

- [417] LE CALVEZ Y. 1962 - Microfaune et faciès du Pliocène. *Coll. nat. C.N.R.S.* (Océanog. Géol. et Geophys. Médit. Occid.) Villefranche 4-8 avril 1961), p. 111-116.
- [418] LECLAIRE 1964 - Calcaire argileux du Quaternaire récent à Rhodophycées et Foraminifères dans le détroit de Sicile. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, fasc. 7, p. 282-283.
- [419] LHENAFF R. 1966 - Existence d'un haut niveau marin (Pliocène ou Quaternaire ancien) déformé à l'W de Malagga (Espagne). *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, fasc. 10, p. 395-396.
- [420] LIPPARINI T., MALATESTA A., NICOSIA H.L., VALDINUCCI A. 1955 - Pliocène et Quaternaire del Capo Milazzo in Sicilia. *Bol. Serv. géol. It.*, vol. LXXVII, fasc. 4-5, p. 579-604.
- [421] LUMLEY H. de 1965 - Evolution des climats quaternaires d'après le remplissage des grottes de Provence et du Languedoc méditerranéen. *B. As. Fr. Et. Quaternaire*, n° 3, p. 165-170.
- [422] LUMLEY H. de 1965 - Le Paléolithique ancien et moyen du Midi Méditerranéen dans son cadre géologique. *Thèse Paris*.
- [423] MANGIN M. 1960 - Révision des *Miliolidae* de la collection Terquem du "Pliocène supérieur" de l'île de Rhodes, *Rev. Micropal.*, 3è année, n° 1.
- [424] MARIE P. et PERRIAUX J. 1958 - Microfaune des marnes plaisanciennes des Alpes Maritimes, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6è ser., T. VII fasc. 6, p. 767-774.
- [425] MARS P. 1958 (1959) - Les faunes malacologiques quaternaires "froides" de Méditerranée. Le gisement du Cap Creus, *Vie et Milieu*, t. IX, fasc. 3.
- [426] MARS P. 1963 - Les faunes et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, Bull. 28, fasc. 46, p. 61-97.
- [427] MARS P., MATHELY J. et PARIS J. 1957 - Remarques sur le gisement quaternaire sous-marin du Cap Creus. *C.R. Ac. Sc.*, 242, p. 1940.
- [428] MARS P. et OTTMANN F. 1955 - Sur quelques gisements de Quaternaire marin du Bas Languedoc. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, T. XV, p. 133-139.
- [429] MARS P. et PICARD J. 1960 - Note sur les gisements à faune celtique en Méditerranée *C.I.E.S.N.M.*, Rap. et P.V, vol. XV, fasc. 3. p.325.
- [430] MARTIN D. 1900 - sur des lambeaux de mollasse marine situés au fond du canyon de Régalon (Vse), *C.R. Ac. Sc.*, 16 juillet.
- [431] MAURY E. 1916 - Observations nouvelles sur le Pliocène et le Quaternaire des Alpes Maritimes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4, T. XVI, p. 90.
- [432] MISKOVSKY J.C. 1963 - Etude sédimentologique des dépôts quaternaires marins entre Nice et Grimaldi, *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, fasc. 5.
- [433] MOLINIER R. et PRAT H. 1943 - Remarques sur l'évolution de la végétation et le climat de la Provence. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, T. III, n° 4.
- [434] MONCHARMONT ZEI M. - Contributo alla cognoscenza della Valle dell'Ofanto. *Bol. Sev. géol. It.*, vol. LXXVII, fasc. 4-5.
- [435] MONCHARMONT ZEI M. 1957 - Foraminiferi e Molluschi di un livello tirreniano presso Nova Siri Scalo (Matera). *Bol. Soc. Nat. Napoli*, vol. LXVI.
- [436] OCTOBON F.C.E 1955 - Grotte du Lazaret (A.M) *Bull. Mus. Anthr. préhist. Monaco* n° 2, p. 33-124.
- [438] OTTMANN F. 1958 - Les formations pliocènes et quaternaires sur le littoral Corse. *Mem. Soc. géol. Fr.* (n. ser), XXXVII, 4
- [437] OTTMANN F. 1953 - Les formations plio-quaternaires de la région d'Antibes, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6è ser., T. III, fasc. 1-3, p. 67-84.
- [439] OTTMANN F. et PICARD J. 1954 - Contribution à l'étude du Quaternaire des régions de Palerme et de Milazzo. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6ème ser., T. IV, p. 395-407.
- [440] PERES J.M. et PICARD J. 1958 - faunes "froides" et faunes "chaudes" de la Méditerranée quaternaire. *Rapp. et P.V. comm. int. Expl. sc. Mer. Méditerranée*, vol. XIV, n.s.
- [441] PFENDER J. 1924 - Sur une formation quaternaire marine des côtes de Provence. *Bull. Soc. géol. Fr.*, n° 24, p. 193-197.

- [442] PICARD J. - Précisions sur les gisements coquilliers wurmiens observés devant Cassis à bord de la soucoupe plongeante du Commandant Cousteau. *Coll. nat. C.N.R.S.*, (Océanogr. Géol. et Géophys. Mediter. occid.) Villefranche avril 1961.
- [443] PRUVOT G. et ROBERT A. 1897 - Gisements sous-marins de coquilles anciennes au voisinage du Cap Creus. *Arch. Zool.*, 3, T. 5, p. 497.
- [444] RUGGIERI G. 1962 - La série marina pliocenica e quaternaria della Romagna. *Camera di Comercio e Agricoltura, Forli, Bol. mensili*, Gennaio e Marzo 1962.
- [445] SELLI R. 1952 - La limite Plio-Pleistocène dans les environs d'Ancona (Marches). *C.R. XIX^e Congrès géol. intern.*, Alger 1952, XV, p. 240-247.
- [446] SELLI R. 1952 - Le Quaternaire marin du versant adriatique. ionien de la péninsule italienne. *Quaternaria*, VI, p. 391-413.
- [447] SAORES DE CARVALHO G. et COLOM G. 1954 - Contribuicao para o estudo da micropaleontologia dos depositos detriticos pliocenicos de portugal. *Memoria e Noticias*, n° 37, Coimbra.
- [448] SOLE SABARIS L. 1959 - Succession des faunes marines du Pliocène et du Quaternaire sur les côtes méditerranéennes de l'Espagne et aux Baléares. *LXXXVIII^e Congr. int. C.N.R.S.*
- [449] SOLE SABARIS L. 1962 - Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique. *Quaternaria*, Vol. VI, p. 309-342.
- [450] TERQUEM O. 1878 - Les Foraminifères et les Entomostracés - Ostracodes du Pliocène Supérieur de l'île de Rhodes. *Mem. Soc. géol. France*, série 3, T. I.
- [451] TINTANT H. 1953 - Etudes sur la microfaune du Néogène de Turquie. *Bull. sc. de Bourgogne*, T. XIV 1952-53.
- [452] THORAL M. 1946 - Quaternaire de Monaco. *C.R. Som. Soc. géol. Fr.*, p. 29-31.
- [453] TREVISAN L., DI NAPOLI ALLIATA E. 1937 - Tirreniano, Siciliano et Calabriano nella Sicilia sud occidentale. *Giornale S. nat. econ Palermo*, vol. XXXIX, (XVI), n° 8.
- [454] WEZEL F.C. 1964 - Il Pliocène e Pleistocene de San Michele di Ganzaria (Catania). *Riv. It. Pal. e Stratigr.*, vol. LXX, n° 2, p. 307-371.
- [455] ZANFRA Silvana 1960 (1961) - I Foraminiferi de due lembi del Pliocene superiore della Riviera di Ponente (Imperia Vintimiglia) *Bol. Soc. geol. It.* vol. 80, fasc. 3.
- [456] ZAPPI Liliana 1961 - Il Pliocene de Castel Verrua *Atti della Soc. it. di Sc. nat. e del Mus. Civico di sc. nat. Milano.*, vol. C, fasc. 1-2, p. 73-204.
- [457] ZINONI 1958 - Microfaune plioceniche del golfo di Orosei (Sardegna) *Riv. ital. Pal. Stratigr.*, vol. 64, n° 1.
- Addendum* : BLANC J.J., BLANC-VERNET L. et MASSE J.P. 1967 - Affleurements quaternaires marins dans la baie de Marseille (B. du Rh.) *Bull. Mus. Anthrop. préhist.*, n° 13, p. 53-60.

DETERMINATIONS - SYSTEMATIQUE - CLASSIFICATIONS

Cette rubrique a été limitée à quelques ouvrages généraux et aux publications concernant plus spécialement la microfaune méditerranéenne. Pour plus de détail, on consultera les références données dans le catalogue (en annexe).

- [458] AGIP MINERARIA 1957 - Foraminiferi padani (Terziario e Quaternario) Atlante iconografico e distribuzione stratigrafica. Milano.
- [459] BERMUDEZ P.J. 1952 - Estudio sistematico de los Foraminiferos Rotaliformes. *Bol. de Geología*, vol. 2, n° 4, Venezuela.
- [460] BERMUDEZ P.J. et DERRIVERO F. 1963 - Estudio sistematico e los Foraminiferos quitinosos, microgranulares y arenaceos. *Univ. Central de Venezuela*, Caracas.
- [461] CIFELLI R. 1962 - The morphology and structure of *Ammonia beccarii* L. *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, vol. XIII, pt. 4, p. 119-125.
- [462] COLE W.S. 1965 - Structure and classification of some recent and fossile Peneroplids. *Bull. Am. Paleont.*, vol. 49, n° 219, p. 1-37.

- [463] COLOM G. 1935 - Las especies de la familia *Peneroplidae* actuales y fosiles de las Baleares . *Bol. Soc. Esp. Hist. nat.*, T. XXXV.
- [464] CUSHMAN J.A. 1928 - On *Rotalia beccarii* L. *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, vol. 4, p. 103-107.
- [465] CUSHMAN J.A. 1937 - A monograph of the subfamily *Virguliniinae* of the Foraminiferal family *Buliminidae*. *Cushman Lab. Foram. Res.*, sp. publ., n° 9.
- [466] CUSHMAN J.A. 1937 - A monograph of the Foraminiferal family *Verneuilinidae*. *Cushman Lab. Foram. Res.*, sp. publ. n° 7.
- [467] CUSHMAN J.A. 1939 - A monograph of the Foraminiferal family *Nonttonidae*. *Geol. Surv. prof. Paper* 191, p. 1 à 100.
- [468] CUSHMAN J.A. 1955 - Foraminifera, their classification and economic use. *Harvard University Press*.
- [469] CUSHMAN J.A. and TODD. R. 1944 - the genus *Spiroloculina* and its species *Cushman Lab. Foram. Res.*, sp. publ. n° 11.
- [470] ELLIS B. et MESSINA A. 1964 - Catalogue (microfilm), *Ann. Mus. New York* (2è ed.).
- [471] LACROIX E. 1929 - *Textularia sagittula* or *Spiroplecta wrightii*? *Bull. Inst. océanogr. Monaco*. n° 532, p. 1-12, fig. 1-12.
- [472] LACROIX E. 1932 - Les *Textularidae* du plateau continental méditerranéens entre St Raphaël et Monaco. *Inst. océanogr. Monaco*, Bull. n° 549.
- [473] LACROIX E. 1930 - Les Lituolidés du plateau continental méditerranéen entre St Raphaël et Monaco. *Inst. océanogr. Monaco*, Bull. n° 549.
- [474] LACROIX E. 1933 - Nouvelles recherches sur les spécimens méditerranéens de *Textularia sagittula*. *Bull. Inst. océano. Monaco*.
- [475] LACROIX E. 1940 - Les Orbitolites de la baie de Cauda (Indochine). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° 787.
- [476] LACROIX E. 1941 - Les Orbitolites du golfe d'Akaba. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° 794.
- [477] LACROIX E. 1928 - De la présence d'Astrophoridés tubulaires dans les fonds littoraux de St Raphaël à Monaco. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° 527.
- [478] LACROIX E. 1929 - Les Astrophoridés du littoral méditerranéen entre St Raphaël et Monaco (suite et fin). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° 545.
- [479] LE CALVEZ J. 1953 - Ordre des Foraminifères dans "traité de Zoologie", publié sous la direction de P.P. Grassé, T.I, fasc. II, Masson ed.
- [480] LOEBLICH et TAPPAN H. 1964 - *Sarcodina*, chiefly "Thecamoebians" and *Foraminiferida*. in *Treatise on Invertebrate Paleontology*, pt. C, Protista 2., *Geol. Soc. Am.*, New York.
- [481] LYS M. 1948 - Sur la validité d'*Amphistegina lessonii* d'Orb. 1826., *C. Rend. som. Soc. géol. Fr.*, n° 3 février 1948.
- [482] LYS M. 1949 - Fichier Alcide d'Orbigny. Espèces de Foraminifères décrites ou figurées dans ses ouvrages ou dans les planches inédites. *Publ. Inst. fr. du Pétrole*.
- [483] NYHOLM K.G. 1961 - Morphogenesis and Biology of the Foraminifera *Cibicides lobatulus*. *Zoologiska Bidrag fran Uppsala.*, Bd. 33.
- [484] MANGIN M. 1956 - Contribution à l'étude du genre *Adelosina* d'Orb. *Bull. sc. Bourgogne*, T. XVII.
- [485] MATTHES H.W. 1956 - Einführung in die Mikropaläontologie. S. *Hirzel Verlag* Leipzig.
- [486] POKORNY V. 1963 - Principles of zoological micropalaeontology (vol. I) traduct. ALLEN K.A.) *Perгамon Press*.
- [487] SCHLUMBERGER 1891 - Révision des Biloculines des grands fonds. *Mem. Soc. zool. Fr.*, vol. 4.
- [488] SCHLUMBERGER 1893 - Monographie des *Miliolidae* du golfe de Marseille., *Mem. Soc. zool. Fr.*, vol. 6.

- [489] SIGAL J. 1952 - Ordre des Foraminifera in "Traité de Paléontologie" publié sous la direction de J. PIVETEAU, Tome I, Masson ed.
- [490] SIGAL J. 1966 - Le concept taxinomique de spectre. Exemple d'application chez les Foraminifères. Proposition de règles de nomenclature. *Soc. géol. Fr.*, Mém. hors série n° 3.

OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

- [491] GAUTIER Y. et PICARD J. 1957 - Bionomie du banc du Magaud (E. des îles d'Hyères). *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, fasc. XII, Bull. 21, p. 28-40.
- [492] HUVE P. 1956 - Contribution à l'étude des fonds à *Lithothamnium solutum* dans la région de Marseille. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, fasc. 12, Bull. 7.
- [493] ISSEL R. 1912 - Biologia neritica mediterranea. II benthos animale delle foglie di Posidonia studiato dal punto di vista bionomico. *Zoologische Jahrbücher. abt. für System. Geogr. Bio. der Tiere.* XXXIII, p. 379-420.
- [494] JACQUOTTE R. 1962 - Etude des fonds de maërl de Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume.*, Bull. 26, fasc. 41.
- [495] LABOREL J., PERES J.M, PICARD J., VACELET J. 1964 - Etude directe des fonds des parages de Marseille de 30 à 300 m. avec la soucoupe plongeante COUSTEAU. *Bull. Inst. océan. Monaco*, n° 1206.
- [496] LAGAAIL R., GAUTIER Y. 1965 - Bryozoan assemblages from marine sediments of the Rhône delta, France. *Micropaleontology*, vol. II, n° 1, p. 39-58.
- [497] MARION A.F. 1883 - Considérations sur les faunes profondes de la Méditerranée. *Ann. Mus. Hist. nat. Marseille.*, I, n° 2, p. 34-5.
- [498] MARION A.F. 1883 - Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. nat. Mars.*, T.I, n° 1.
- [499] MOLINIER R. et PICARD J. 1952 - Recherches sur les herbiers à Phanérogrammes marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. océan. Monaco.* t. 27 (3).
- [500] PERES J.M. 1961 - Océanographie biologique et Biologie marine T.I, *Presses universitaires de France.*
- [502] PERES J.M. et PICARD J. 1955 - Biotopes et biocoenoses de la Méditerranée occidentale comparés à ceux de la Manche et de l'Atlantique Nord-Oriental. *Arch. Zoo. Exper.*, T, 9, n° 1.
- [501] PERES J.M. - Réflexions sur les rapports entre l'écologie et la paléocéologie marines. *Paléogeo. Paléoclimat. Paleoecology.* Vol. I, n° 1, p. 51-68.
- [503] PERES J.M. et PICARD J. 1956 - Recherches sur les peuplements benthiques du seuil siculo-tunisien. *Res. Sc. Camp. Calypso, Ann. Inst. océan. Monaco.*, T.2.
- [504] PERES J.M. et PICARD J. 1956 - Note préliminaires sur les résultats de la campagne de recherches benthiques de la "Calypso" dans la Méditerranée orientale. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, Fasc. 18, Bull. 11.
- [505] PERES J.M. et PICARD J. 1958 - Manuel de Bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, Fasc. 18, Bull. 11, Nouvelle édition 1964.
- [506] PICARD J. 1965 - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Thèse. Fac. Sc. Marseille.*
- [507] SARTENAER P. 1963 - Nos yeux sous la mer, le point de vue d'un paléontologue. *Les Naturalistes belges.*, T. 44.
- [508] STEINITZ H. 1962 - On the occurrence of *Asymetron* in the gulf of Eilat (Aquaba). *Sea Fish. Res. Station, Haifa*, Bull. 30.

OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

- [509] ALLAIN C. 1960 - Topographie dynamique et courants généraux dans le bassin occidental de la Méditerranée (Golfe du Lion, mer Catalane, mer d'Alboran et ses abords, secteur à l'Est de la Corse). *Rev. Trav. Inst. Pêches maritimes*,

- [510] EMERY K.O, HEEZEN B.C., ALLAN T.D., 1966 - Bathymetry of the eastern Mediterranean sea. *Deep. sea. Res.*, vol. 13, p. 173-192.
- [511] FURNESTIN J. 1960 - Note préliminaire sur l'hydrologie du golfe du Lion, de la mer catalane et de la Mer d'Alboran. *Comm. int. Expl. Sc. Médit. rapports et p.v.*, Monaco, vol. XV, fasc. 33.
- [512] FURNESTIN J. 1960 - Hydrologie de la Méditerranée occidentale (golfe du Lion, mer Catalane, mer d'Alboran, Corse orientale) *Rev. Trav. inst. Pêches marit.*, vol. 24, p. 5-119.
- [513] GUILCHER 1965 - Précis d'hydrologie marine et continentale *Masson ed.*
- [514] LACOMBE H., TCHERNIA P. 1960 - Températures et salinités profondes en Méditerranée en régime de stabilité d'été. *Rap. et P.V. des réunions de la C.I.E.S.M.N.*, vol. XV, fasc. 3.
- [515] LACOMBE H., TCHERNIA P., BENOIST G. 1960 - Contribution à l'étude de l'hydrologie de la mer Egée en période d'été. *Comm. int. Expl. sc. Méd.*, rapports et p.v, vol. XV, fasc. 3.
- [516] ROUCH J. 1943 - *Traité d'océanographie physique 1/ Sondages 3/ Mouvements de la mer.* Payot, Paris.
- [517] ROUCH J. 1946 - La Méditerranée. *Bibli. Philosophie Sc.*
- [518] SVERDRUP H.B, JOHNSON M.W. et FLEMING R.H. 1942 - the oceans, their physic, chemistry and general biology. *Prentice Hall*, New York.
- [519] TCHERNIA P. 1960 - Hydrologie d'hiver en Méditerranée occidentale. *Rap. P.V. de la C.I.E.S.M.N.*, vol. XV fasc. 3, p. 1-277.

METHODES

- [520] AVES C. 1958 - Foraminiferal fixatives and preservatives. *Gulf Coast. Assoc. Geol. Soc. Field trip guidebook.*
- [521] BILLY G. 1954 - Etude des courbes normales de dispersion. *Eléments de statistiques. Publ. Centr. Docum. Univ.*
- [522] BOLTOVSKOY E. 1965 - Recoleccion de Foraminiferos en las aguas someras y su preparacion. *Centro de Investigacion de Biología marina.*, Contr. Techn. n° 1, p. 1-15.
- [523] DI NAPOLI ALLIATA E. 1955 - A new type of microfaunal diagram. *Micropaleontology.*, vol. 1, n° 2.
- [524] LAMOTTE M. 1948 - Introduction à la biologie quantitative. *Masson ed.*
- [525] L'HERITIER Ph. 1949 - Les méthodes statistiques dans l'expérimentation biologique. *Publ. du C.N.R.S.* Paris.
PASSEGA R. 1964 - voir n° 311.
RIVIERE A. 1952 à 1960 - voir n° 319 à 323.
- [526] STRAKHOV N.M. 1958 - Méthodes d'études des roches sédimentaires (2) (Trad. du Russe) *Ann. Serv. Inf. géol. du B.R.G.G.N.* n° 35.
- [527] TINTANT H. 1950 - Leçons de statistique appliquées aux Sciences Naturelles, *Bull. sc. Bourgoigne*, vol. 13, suppl.
- [528] WALTON R. 1952 - Techniques for the recognition of living Foraminifera. *Contr. Cushman Found. Foram.* vol. 3, pt. 2, p. 56-60.

LISTE DES STATIONS

PROVENCE

1/ Zones témoins :

- archipel de Riou, voir détail fig. 8
- calanque de Port d'Allon : voir fig. 4
- baie du Brusç, voir détail fig. 2.

2/ Grottes sous-marines (sédiment et grattages parois - peuplements coralligènes).

- grotte de Port-Miou : sédiment prélevé sous le porche à -15 m (plongée J. J. BLANC).
- grotte de Jarre - au NE de l'île - : sédiment du fond, -23 m (plongée P. SARTENAER).
- grotte de Niolon : grattage de paroi, -15m (plongée J. VACELET).

3/ Dragages :

- St. 1 : $\varphi = 43^{\circ} 18' 20''$ N ; G = $5^{\circ} 15' 37''$ E ; prof. 75 m vase terrigène côtière.
- St. 2 : $\varphi = 43^{\circ} 18' 10''$ N ; G = $5^{\circ} 13' 50''$ E ; prof. 75 m vase terrigène côtière.
- St. 3 : $\varphi = 43^{\circ} 14' 50''$ N ; G = $5^{\circ} 17' 50''$ E ; prof. 55 m Détritique côtier.
- St. 4 : $\varphi = 43^{\circ} 10' 10''$ N ; G = $5^{\circ} 23' 30''$ E ; prof. 75 m Détritique côtier.
- St. 5 : $\varphi = 43^{\circ} 15'$ N ; G = $5^{\circ} 16' 35''$ E ; prof. 62-63 m Détritique côtier.
- St. 6 : $\varphi = 43^{\circ} 15' 45''$ N ; G = $5^{\circ} 16' 05''$; prof. 69 m Détritique côtier.
- St. 7 : $\varphi = 43^{\circ} 17' 10''$ N ; G = $5^{\circ} 15' 55''$ E ; prof. 75 m Vase terrigène côtière.
- St. 8 : $\varphi = 43^{\circ} 09' 53''$ N ; G = $5^{\circ} 27' 17''$ E ; prof. 101-102 m Détritique du Large.
- St. 9 : $\varphi = 43^{\circ} 09' 37''$ N ; G = $5^{\circ} 28' 05''$ E ; prof. 105-106 m Détritique du Large.
- St. 10 : $\varphi = 43^{\circ} 09' 30''$ N ; G = $43^{\circ} 28' 50''$ E ; prof. 105 m Détritique du Large.
- St. 11 : $\varphi = 43^{\circ} 08' 10''$ N ; G = $5^{\circ} 17' 20''$ E ; prof. 108 m Détritique du Large.
- St. 12 : $\varphi = 43^{\circ} 07' 30''$ N ; G = $5^{\circ} 15'$ E ; prof. 109 m Détritique du Large.
- St. 13 : $\varphi = 43^{\circ} 0' 20''$ N ; G = $5^{\circ} 12' 40''$ E ; prof. 105 m Détritique du Large.
- St. 14 : $\varphi = 43^{\circ} 08' 20''$ N ; G = $5^{\circ} 27' 20''$ E ; prof. 370 m Vase profonde.
- St. 15 : $\varphi = 43^{\circ} 16' 50''$ N ; G = $5^{\circ} 11'$ E ; prof. 75 m Détritique côtier envasé.
- St. 17 : $\varphi = 43^{\circ} 17' 40''$ N ; G = $5^{\circ} 08' 30''$ E ; prof. 64 m Détritique côtier envasé.
- St. F₁ : $\varphi = 43^{\circ} 16' 32''$ N ; G = $4^{\circ} 51' 00''$ E ; prof. 81 m vase terrigène côtière.
- St. F₂ : $\varphi = 43^{\circ} 17' 15''$ N ; G = $4^{\circ} 50' 55''$ E ; prof. 77 m Vase terrigène côtière.
- St. F₃ : $\varphi = 43^{\circ} 18' 05''$ N ; G = $4^{\circ} 50' 50''$ E ; prof. 63 m Vase terrigène côtière.
- St. F₄ : $\varphi = 43^{\circ} 17' 22''$ N ; G = $4^{\circ} 54' 30''$ E ; prof. 76 m Vase terrigène côtière.
- St. F₅ : $\varphi = 43^{\circ} 18' 20''$ N ; G = $4^{\circ} 54' 25''$ E ; prof. 70 m Vase terrigène côtière.
- St. F₆ : $\varphi = 43^{\circ} 19' 30''$ N ; G = $4^{\circ} 55' 00''$ E ; prof. 45 m Vase terrigène côtière.
- St. F₇ : $\varphi = 43^{\circ} 17' 52''$ N ; G = $4^{\circ} 57' 20''$ E ; prof. 73 m Vase terrigène côtière.

- St. F₈ : $\varphi = 43^{\circ} 18' 50''$ N ; G = $4^{\circ} 57' 20''$ E ; prof. 73 m Vase terrigène côtière.
- St. F₉ : $\varphi = 43^{\circ} 20' 20''$ N ; G = $4^{\circ} 57' 15''$ E ; prof. 46 m Vase terrigène côtière.
- St. F₁₀ : $\varphi = 43^{\circ} 20' 30''$ N ; G = $4^{\circ} 59' 10''$ E ; prof. 46 m Vase terrigène côtière.
- St. F₁₁ : $\varphi = 43^{\circ} 18' 47''$ N ; G = $4^{\circ} 50' 37''$ E ; prof. 45 m Vase terrigène côtière.
- St. F₁₂ : $\varphi = 43^{\circ} 19' 15''$ N ; G = $4^{\circ} 50' 30''$ E ; prof. 17 m Vase terrigène côtière.
- St. F₁₃ : $\varphi = 43^{\circ} 02' 30''$ N ; G = $5^{\circ} 03' 30''$ E ; prof. 400-420 m - Vase bathyale.
- St. F₁₄ : $\varphi = 43^{\circ} 06' 30''$ N ; G = $5^{\circ} 01' 30''$ E ; prof. 119 m Vase terrigène côtière - passage à la vase bathyale
- St. F₁₅ : $\varphi = 43^{\circ} 10' 00''$ N ; G = $4^{\circ} 58' 00$ E ; prof. 110 m Vase terrigène côtière, passage à la vase bathyale
- St. F₁₆ : $\varphi = 43^{\circ} 14' 00''$ N ; G = $4^{\circ} 55' 00$ E ; prof. 99 m Vase terrigène côtière.
- St. A : $\varphi = 43^{\circ} 04' 35''$ N ; G = $5^{\circ} 14'$ E ; prof. 190 m Détritique du Large à thanatocoenoses würmiennes.
- St. B : $\varphi = 43^{\circ} 01' 50''$ N ; $5^{\circ} 14' 20''$ E ; prof. 660 m Vase profonde.
- St. C : $\varphi = 43^{\circ} 0' 25''$ N ; G = $5^{\circ} 13' 10''$ E ; prof. 1.000 m Vase profonde.
- St. C' : $\varphi = 43^{\circ} 01' 50''$ N ; G = $5^{\circ} 11' 30''$ E ; prof. 1150-1100 m. Vase profonde.
- St. D : $\varphi = 43^{\circ}$ N ; G = $5^{\circ} 14'$ E ; prof. 1.200 m Vase profonde.
- St. E : $\varphi = 43^{\circ} 10' 00$ N ; $5^{\circ} 23' 40''$ E ; prof. 100 m Détritique du Large.
- St. F : $\varphi = 43^{\circ} 08' 20''$ N ; G = $5^{\circ} 23' 50''$ E ; prof. 110 m Détritique du Large.
- St. H : $\varphi = 43^{\circ} 06' 25''$ N ; G = $5^{\circ} 21' 00$ E ; prof. 107 m Détritique du Large.
- St. I : $\varphi = 43^{\circ} 05' 00$ N ; G = $5^{\circ} 21'$ E ; prof. 134 m Détritique du Large.
- St. K : $\varphi = 43^{\circ} 10' 30''$ N ; G = $5^{\circ} 28' 40''$ E ; prof. 105 m Détritique du Large.
- St. L : $\varphi = 43^{\circ} 04' 05''$ N ; G = $5^{\circ} 17' 10''$ E ; prof. 360-400 m. Vase profonde.
- St. M : $\varphi = 43^{\circ} 04' 20''$ N ; G = $5^{\circ} 15' 30''$ E ; prof. 370-420 m. Vase profonde.
- St. N : $\varphi = 43^{\circ} 03' 10''$ N ; G = $5^{\circ} 12' 50''$ E ; prof. 340-450 m. Vase profonde.
- St. P : $\varphi = 43^{\circ} 08' 15''$ N ; G = $5^{\circ} 27' 05''$ E ; prof. 210-220 m. Vase profonde à thanatocoenoses würmiennes.
- St. 1051 : $\varphi = 43^{\circ} 06' 47''$ N ; G = $5^{\circ} 13' 30''$ E ; prof. 350 m. Vase bathyale (+ fragments roulés de calcarénite pliocène : Pl3).
- St. R : $\varphi =$ Passe Riou - Calseragne. Profondeur : 18 m formation fossile à Lithothamniées et Foraminifères circalittoraux.
- St. Pl₁ : $\varphi = 43^{\circ} 09' 37''$ N ; G = $5^{\circ} 30' 47''$ E ; prof. 150 à 250 m. Pliocène de faciès littoral .
- St. Pl₂ : $\varphi = 43^{\circ} 06' 20''$ N ; G = $5^{\circ} 27' 35''$ E ; prof. 250 m. Pliocène de faciès littoral.
- St. Pl₄ : (CF.83) . * $\varphi = 43^{\circ} 08' 10''$ N ; G = $5^{\circ} 27' 15''$ E ; prof. comprise entre 400 et 250 m. Pliocène de faciès bathyal.
- St. CF 80 : $\varphi 42^{\circ} 58' 30''$ N ; G = $5^{\circ} 41' 20''$ E ; prof. 180 m. Calcarénites à algues et à microfaune nord-atlantique, attribuées au Quaternaire ancien.
- St. CF 12 : à 7 milles au S de la pointe E de Riou. prof. 160 m. grès littoraux et sables wurmiens.
- St. CF 16 : $\varphi = 43^{\circ} 01' 15''$ N ; G = $5^{\circ} 30' 10''$ E ; prof. 220 à 250 m. Vase fossile à *Ditrupa arietina* et microfaune nord-atlantique (âge würmien).
- St. CF 76 : $\varphi = 42^{\circ} 57' 50''$ N ; G = $5^{\circ} 41' 35''$ E ; prof. 250 m. Sables à *Venus casina*, *Glycimeris glycimeris* et microfaune nord-atlantique (âge würmien).

* Les stations notées C.F. correspondent aux dragages effectués par C. FROGET (thèse en cours).

Plongée 421 - (Pr. DANGEARD) $\varphi = 43^{\circ} 07' 10''$ N ; G = $05^{\circ} 15' 30''$.

Plongée 465 (C. FROGET) $\varphi = 43^{\circ} 01' 30''$ N ; G = $05^{\circ} 30' 45''$ E.

Plongée 466 (C. FROGET) $\varphi = 43^{\circ} 03' 15''$ N ; G = $05^{\circ} 24' 15''$ E.

1954 : Entre la bouée balancelle et le they d'Eugène. Profondeur 6,5 m - sable.

1955 : Devant la balise du they de la Gracieuse - prof. 6,5 m - sable.

1956 : Devant Fos. A 0,8 milles à l'W de la pointe St Gervais et à 0,4 milles du rivage. prof. 4,5 m-sable.

1978 : Le Brus. Entre la pointe de la Vieille Batterie et la pointe de Rayolet, prof. 3,5 m à 4 m. sable (à partir de 5 m, passage à un peuplement à Cymodocées).

1983 - Baie de Cousse. Prof. 5 à 6 m - sable.

1984 - Au N-W. de l'île de Bandol. Prof ; 12-13 m - sable.

1987 - Baie de Bandol - Prof. 5 à 7 m - peuplement à Cymodocées.

1988 - Baie de Bandol - Prof. 13,5 m - Cymodocées.

1989 - Au SW de la pointe Encanet. Prof. 13 m - sable.

4/ Carottages

B₁ (courte carotte prélevée par le bathyscaphe)

$\varphi = 42^{\circ} 51' 24''$ N ; G = $6^{\circ} 02'$ E ; prof. 2400 m.

C₃ : $\varphi = 43^{\circ} 14' 05''$ N ; G = $07^{\circ} 17' 05''$ E ; prof. 2000 m. Longueur de la carotte 4,40 m.

JC₃ : $\varphi = 42^{\circ} 12' 30''$ N ; G = $5^{\circ} 48'$; prof. 2400 m. Longueur de la carotte 3,80 m.

GOLFE DE GENES -

Dragages :

St. 1251 $\varphi = 44^{\circ} 12',5'$ N ; G = $09^{\circ} 10' 6$ E ; prof. 730 m.

St. 1252 $\varphi = 43^{\circ} 13',6'$ N ; G = $09^{\circ} 12',9$ E ; prof. 420 m.

St. 1259 $\varphi = 44^{\circ} 10,4'$ N ; G = $09^{\circ} 13,4'$ E ; prof. 930 m.

St. 1267 $\varphi = 44^{\circ} 09,2'$ N ; G = $09^{\circ} 25,8'$ E ; prof. 466 m.

CANAL DE CORSE -

1/ Dragages

St. 1752 : $\varphi = 43^{\circ} 19'$ N ; G = $9^{\circ} 48'$ E ; prof. 590-655 m.

St. 1753 : $\varphi = 43^{\circ} 09'$ N ; G = $9^{\circ} 40,5'$ E ; prof. 505 à 488 m.

St. 1754 : $\varphi = 42^{\circ} 19' 45''$ N ; G = $9^{\circ} 48' 25''$ (sédiment prélevé sur trofka) prof. 790-800 m.

St. 1755 : $\varphi =$ à peu près au même point que 1754 (dragage) prof. 680 m.

St. 1756 : $\varphi =$ un peu à l'W de 1752 ; prof. 450 m.

St. 1757 : $\varphi = 41^{\circ} 42' 20''$ N ; G = $9^{\circ} 46' 40''$ E prof. 870 m.

2/ Carottages.

n° 1 (St. 1757) $\varphi = 41^{\circ} 42' 20''$ N ; G = $9^{\circ} 46' 40''$ E ; prof. 870 m - longueur 90 cm.

n° 2 (St. 1754) $\varphi = 42^{\circ} 18' 45''$ N ; G = $9^{\circ} 48' 25''$ E ; prof. 785 m - longueur 75 cm.

n° 3 (St. 1752) $\varphi = 43^{\circ} 19'$ N ; G = $9^{\circ} 47' 30''$ E ; prof. 670 m - longueur 80 cm.

n° 4 (St. 1753) $\varphi = 43^{\circ} 09'$ N ; G = $9^{\circ} 40' 30''$ E ; prof. 500 m - longueur 40 cm.

MER TYRRHENIENNE -

Carotte K₂ = φ = 38° 22' N ; G = 14° 30' E prof. 2.000 m. longueur 4,80 m.

MEDITERRANEE ORIENTALE :

1/ Dragages et plongées effectuées au cours des Campagnes Calypso 1955 - 1960 - 1961.

- St. 724 (plongée) Baie de Girolema : grotte dans la falaise à l'W de la baie. Profondeur 20-30 m.
- St. 735 (plongée) Au pied du Cap Littinos, face S. Profondeur 20-30 m.
- St. 750 (plongée) Ile Standia - Baie du Milieu, profondeur 50 m environ.
- St. 762 : parage de Santorin. φ = 36° 21' 48" N ; G = 25° 20' 35" E ; prof. 18 m. Sables à Amphioxus.
- St. 778 (plongée) Côte S de Salamine - au S de l'flot Pera ; prof. 50-60 m.
- St. 807 (plongée) : face S de l'flot La Nata (Syra), profondeur 20 m environ.
- St. 820 : φ = 37° 41' 45" N ; G = 24° 54' E ;
- St. 840 : φ = 36° 57' 10" N ; G = 24° 58' 40" E ; profondeur 25-35 m - Détritique côtier.
- St.1007 : φ = 36° 05' 20" N ; G = 28° 09' 00 E ; prof. 460 m vase profonde.
- St.1012 : φ = 36° 04' 52" N ; G = 28° 07' 00 E ; prof. 90 m vase terrigène côtière.
- St.1014 : φ = 36° 04' 20" N ; G = 29° 41' E ; prof. 390 m vase profonde.
- St.1015 : Grotte. Ile de Castellorizo. 0,4 mille Est du Cap Ponente. Prof. 45 m.
- St.1020 : A 1 mille dans le 95 de la pointe médiane du Cap Ponente. Prof. 420 m. vase profonde.
- St.1022 : φ = 36° 11' N ; G = 29° 47' 30" ; prof. 37-40 m herbier à Posidonies.
- St.1023 : (plongée) à proximité du dragage précédent. Prof. 47 m. Détritique côtier.
- St.1029 : φ = 36° 35' N ; G = 28° 04' E ; prof. 40 m Détritique côtier.
- St.1035 : φ = 37° 02' N ; G = 18° 06' E ; prof. 15-20 m Herbier à Posidonies.
- St. 103 : A proximité immédiate du précédent. Profondeur 30 m. Herbier à Posidonies.
- St.1039 : φ = 37° 01' 10" N ; G = 28° 05' E ; prof. 87-85 m. Vase terrigène côtière. Détritique côtier.
- St.1044 : φ = 37° 03' N ; G = 27° 07' 20" E ; profondeur -35 m. Herbier à Posidonies.
- St.1049 : φ = 37° 41' 25" N ; G = 27° 01' 05" E ; profondeur 155-175 m. Passe Samos.
- St.1050 : φ = 37° 41' 50" N ; G = 27° 04' 00 E ; prof. 70 m. Passe Samos.
- St.1515 : φ = 35° 55' N ; G = 22° 23' E ; prof. 4.200 m. Vase profonde.
- St.1518 (plongée) : Baie d'Azomato (face E du Cap Matapan) prof. 10-15 m ; peuplements à *Halophila*
- St.1530 : φ = 38° 41' 24" N ; G = 23° 06' 48" E ; prof. 40-35 m ; fonds mixtes Détritique côtier / vase terrigène côtière.
- St.1544 : φ = 39° 18' 50" N ; G = 23° 59' 28" E ; Prof. 200 m. Détritique du large.
- St.1545 : φ = 39° 18' 25" N ; G = 23° 59' 45" E ; Prof. 185 m. Détritique du Large.
- St.1559 : φ = 40° 11' 30" N ; G = 23° 27' 20" E ; Prof. 105 m. Détritique/vase terrigène côtière.
- St.1560 : φ = 40° 12' 20" N ; G = 23° 24' 55" E ; Prof. 75 m. Détritique/vase terrigène cotière.
- St.1568 : A 1 mille dans le 77 de la pointe Kissabo. Prof. 75 m. Vase terrigène côtière.
- St.1571 (plongée) : pointe Kissabo. Profondeur 20 m.
- St.1581 : φ = 40° 25' 55" N ; G = 22° 45' 15" E ; Prof. 34 m. Vase terrigène côtière.
- St.1582 : φ = 40° 33' 15" N ; G = 22° 53' 45" E ; Prof. 24 m. Vase terrigène côtière.
- St.1583 : Au S de l'fle Thaso (5,3 m dans le 205 de l'flot Paragia). Prof. 160 m. Détritique du large.

- St.1585 : Au S de l'île Thaso (3,6 milles dans le 210 de l'îlot Panagia).
- St.1592 : à l'W de l'île Thaso (7 milles dans le 127 du Cap Brasides) prof. 40 m. Détritique côtier.
- St.1595 : E de l'île Thaso (à 7,9 milles dans le 102 de Thaso Pulo) prof. 45 m. Détritique côtier.
- St.1601 : Cap Malathrea (S de Samothrace). prof. 30 m.
- St.1615 : au NE de Samothrace (9,4 milles dans le NE de Phonias) prof. 39 m. Vase terrigène côtière/Détritique côtier.
- St.1618 : Alexandroupolis (à 0,75 m de la jetée) prof. 9 m.
- St.1622 : S de Lemnos (1,75 milles dans le 180 de la pointe Irène). prof. 75 m. Détritique côtier.

2/ Campagne Calypso 1964 (matériel fixé - étude des populations vivantes).

- St.1964/ 2 : (plongée) Baie de Kalo-Limniones, - 10 m. peuplements à *Halophila*.
- St.1964/ 3 : $\varphi = 34^{\circ} 54' 24''$ N ; $G = 24^{\circ} 49'$ E ; prof. 1080 m. Vase profonde.
- St.1964/ 4 : $\varphi = 34^{\circ} 54' 12''$ N ; $G = 24^{\circ} 49'$. prof. 330-340 m. Vase profonde.
- St.1964/ 9 : $\varphi = 34^{\circ} 55'$ N ; $G = 24^{\circ} 50'$ E : prof. 190-180 m. Vase terrigène côtière.
- St.1964/11 : $\varphi = 34^{\circ} 55' 30''$ N ; $G = 24^{\circ} 51'$ E ; prof. 145 m. Vase terrigène côtière.
- St.1964/14 (plongée) Baie de Kalo-Limniones. prof. 5 m peuplements à *Halophila*.
- St.1964/15 (plongée) Baie de Kalo-Limniones. prof. 7 m pelouse à *Cymodocées*.
- St.1964/19 : à proximité du point 1964/11. prof. 50 m. Vase terrigène côtière.
- St.1964/20 (plongée) Baie de Kalo-Limniones. prof. 35 m. Herbier de *Posidonies*.
- St.1964/21 (plongée) Baie de Kalo-Limniones. prof. 20 m. Peuplements à *Halophila*.
- St.1964/22 : $\varphi = 35^{\circ} 22' 08''$ N ; $G = 25^{\circ} 06' 06''$ E ; prof. 98 m. Vase terrigène côtière.
- St.1964/23 : $\varphi = 35^{\circ} 21' 04''$ N ; $G = 25^{\circ} 06' 05''$ E. Vase terrigène côtière.
- St.1964/31 : $\varphi = 35^{\circ} 50'$ N ; $G = 24^{\circ} 57'$ E ; prof. 1860 m. Vase profonde.
- St.1964/39 : $\varphi = 35^{\circ} 08' 24''$ N ; $G = 26^{\circ} 40' 30''$ E ; prof. 1000 m. Vase profonde.
- St.1964/40 : $\varphi = 35^{\circ} 24' 48''$ N ; $G = 25^{\circ} 15' 18''$ E ; prof. 202 m. Vase profonde.
- St.1964/41 : $\varphi = 35^{\circ} 26' 42''$ N ; $G = 25^{\circ} 08' 54''$ E ; profondeur 300 m. Vase profonde.
- St.1964/42 : $\varphi =$ Ile Standia (Baie du Milieu) Peuplements à *Halophila*, prof. 15 m.
- St.1964/42' : Ile Standia (Baie du Milieu) peuplements à *Cymodocées* : 1 m.
- St.1964/43 : Baie grandes (côte E de la Crête). Peuplements à *Halophila*.
Divers échantillons de sédiments et de végétaux (phanérogames et algues brunes et rouges). prof. de 1 à 15 m.

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
n° 1 : Pelouses à Cymodocées de la Baie du Brusç (variations saisonnières).....	28
n° 2 : Peuplements à Cymodocées de Port d'Alon (variations saisonnières).....	31
n° 3 : Foraminifères vivants des peuplements à <i>Halophila</i>	35
n° 4 : Fréquence des principales familles représentées dans quelques sédiments d'herbier	38
n° 5 : Variations saisonnières de la microfaune dans les herbiers de Posidonies de Port d'Alon.....	38
n° 6 : Composition de la microfaune dans des sédiments du Détritique côtier plus ou moins envasés	54
n° 7 : Liste des espèces présentes dans le Détritique côtier et le Détritique du Large (placé à la fin du chapitre).....	63
n° 8 : Fréquence des familles représentées dans quelques sédiments infra- et circalittoraux de Méditerranée N-orientale.....	58
n° 9 : Relations entre la taille des tests et les caractères granulométriques du sédiment.	66-67
n° 10 : Vase terrigène côtière. Passage de la vase circalittorale à la vase bathyale.....	77
n° 11 : Répartition bathymétrique de quelques formes arénacées dans les vases circalittorales et bathyales.....	81
n° 12 : Liste des espèces trouvées dans les vases circalittorales et bathyales.....	93
n° 13 : Répartition des espèces pélagiques entre 25 et 85 m de profondeur dans quelques stations de Provence occidentale.....	121
n° 14 : Répartition des principales espèces pélagiques dans des dragages de profondeur croissante (placé en fin de chapitre).....	123
n° 15 : Variations de fréquence des espèces pélagiques suivant la région considérée.....	124
n° 16 : Pourcentage des espèces aux différents niveaux de deux carottes du canal de Corse	138
n° 17 : Pourcentage des espèces aux différents niveaux de la carotte C ₃	139
n° 18 : Pourcentage des espèces aux différents niveaux de la carotte JC ₃	140
n° 19 : Pourcentage des espèces aux différents niveaux de la carotte K ₂	141
n° 20 : Schéma des corrélations proposées pour les deux carottes C ₃ et JC ₃	131
n° 21 : Pourcentages des principales familles et genres dans quelques sédiments pliocènes (placé en fin de chapitre).....	160
n° 22 : Microfaune des lentilles argileuses observées dans le remplissage des grottes de Régalon.....	154
n° 23 : Comparaison de la microfaune des marnes pliocènes avec celle des sables quaternaires à Tellines dans la région de Biot-Vaugrenier.....	165

LISTE DES FIGURES

	Pages
Fig. 1 : Carte générale des régions étudiées	16
Fig. 2 : La Baie du Brusç (principaux milieux et emplacement de la station étudiée)....	25
Fig. 3 : Microfaune du sédiment de la pelouse à Cymodocées (A. : Baie du Brusç ; B. ; Port d'Alon).	27
Fig. 4 : La calanque de Port d'Alon - Localisation des prélèvements	32
Fig. 5 : Microfaune de l'herbier (Port d'Alon ; A : Foraminifères vivants ; B : Ensemble des tests dans le sédiment de la matre).....	37
Fig. 6 : Herbier de méditerranée orientale (A : Ile Syra, St. 820, -15 m ; B : Ile Ka- limno, St. 1044, - 35 m ; C : Ile Samothrace, St. 1601 -30 m).....	41
Fig. 7 : Microfaune vivante des peuplements à <i>Halopterts</i> (A : mois de juillet 1961 ; B : mois de septembre 1961).....	43
Fig. 8 : Archipel de Riou (emplacement des sables à <i>Amphioxus</i> , des fonds de "maërl" et de la grotte sous-marine de Calseragne).....	46
Fig. 9 : Foraminifères vivants et tests vides dans les sables à <i>Amphioxus</i> et dans les fonds de "maërl".....	49
Fig. 10 : Sables à <i>Amphioxus</i> - fonds de maërl - passes. Courbes granulométriques cu- mulatives à ordonnées semi-logarithmiques.....	50
Fig. 11 : Microfaune du Détritique côtier (A : St. 3 baie de Marseille, - 55 m ; B : st . 1023, Castellorizo, -45 m.....	55
Fig. 12 : Détritique du Large. Composition de la microfaune à -100 m(st. 8).....	57
Fig. 13 : Détritique du Large. Composition de la microfaune à -190 m (St. A).....	60
Fig. 14 : Détritique côtier et Détritique du Large, Courbes cumulatives semi-logarithmiques.	62
Fig. 15 : Composition de la microfaune de la vase terrigène côtière (faciès à <i>Reophax</i>).	71
Fig. 16 : Composition de la microfaune de la vase terrigène côtière (St. V.T.C.2).....	72
Fig. 17 : Radiale du Rhône à Planier. Variations de la microfaune avec la profondeur dans la vase terrigène côtière. (composition avec une station de vase bathyale).....	75
Fig. 18 : Composition de la microfaune des vases bathyales (St. 14, -370 m).....	85
Fig. 19 : Composition de la microfaune des vases bathyales (St. D, -1200 m ; St. 1014 -400 m).....	86
Fig. 20 : Composition de la microfaune des vases bathyales (St. 1757, -850 m).....	88
Fig. 21 : Modification de la microfaune bathyale en fonction de la profondeur.....	90
Fig. 22 : Les principales populations de Foraminifères. Les ensembles faunistiques et leur distribution.....	98
Fig. 23 : Dissémination des tests de Foraminifères. Origine du matériel biodétritique....	107
Fig. 24 : Variation des principales espèces au long de la carotte C ₃	117
Fig. 25 : Variation des principales espèces au long de la carotte JC ₂	118
Fig. 26 : Variation des principales espèces au long de la carotte K ₂	119
Fig. 27 : Position des niveaux sableux dans les trois longues carottes.....	127
Fig. 28 : Comparaison des microfaunes contenues dans quelques stations de marnes plai- sanciennes.....	149
Fig. 29 : Coupe des calcaires de Biot (Chapelle St Grégoire).....	150
Fig. 30 : Coupe du remplissage des grottes de Régalon (A : grotte E, B ; grotte W).....	155

INDEX ALPHABÉTIQUES DES ESPÈCES ACTUELLES ET QUATERNAIRES

	Pages		Pages
<i>Acerulina inhaerens</i>	212	<i>Dentalina communis</i>	198
<i>Adercotryma glomeratum</i>	188	<i>Dentalina cuvieri</i>	198
<i>Ammolagena clavata</i>	185	<i>Dentalina guttifera</i>	198
<i>Ammonia beccarii</i>	213	<i>Dentalina filiformis</i>	198
<i>Ammodiscus catinus</i>	185	<i>Dentalina cf. subemaciata</i>	198
- planorbis	185	<i>Discorbinella bertheloti</i>	206
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	188	<i>Dyocibicides biserialis</i>	209
<i>Amphistegina madagascariensis</i>	214	<i>Eggerella scabra</i>	188
<i>Angulogerina angulosa</i>	203	<i>Elphidium advenum</i>	211
<i>Anomalina cf. grosserugosa</i>	208	<i>Elphidium cf. complanatum</i>	212
<i>Articulina cf. lineata</i>	196	<i>Elphidium crispum</i>	211
<i>Articulina sagra</i>	196	<i>Elphidium excavatum</i>	212
<i>Astacolus crepidula</i>	199	<i>Elphidium lidoense</i>	212
<i>Asterigerinata mamilla</i>	211	<i>Elphidium lidoense var. camarquensis</i>	212
<i>Astrononion sidebottomi</i>	204	<i>Elphidium macellum</i>	211
<i>Astrorhiza arenaria</i>	184	<i>Elphidium macellum var. aculeatum</i>	211
<i>Bathysiphon filiformis</i>	184	<i>Elphidium macellum var. granulosum</i>	211
<i>Bigenerina cylindrica</i>	187	<i>Elphidium maioricensis</i>	211
<i>Bigenerina nodosaria</i>	187	<i>Eponides repanda</i>	207
<i>Biloculinella globula</i>	195	<i>Eponides repanda var. concamerata</i>	207
<i>Biloculinella labiata</i>	195	<i>Fissurina elliptica</i>	200
<i>Bolivina cf. aenariensis</i>	202	<i>Fissurina lucida</i>	200
<i>Bolivina catanensis</i>	202	<i>Fissurina marginata</i>	200
<i>Bolivina compacta</i>	202	<i>Fissurina cf. orbignyana</i>	200
<i>Bolivina difformis</i>	202	<i>Fissurina trigona var. marginata</i>	200
<i>Bolivina pseudoplicata</i>	202	<i>Gaudryina pseudoturris</i>	188
<i>Bolivina punctata</i>	202	<i>Gaudryina rudis</i>	188
<i>Bolivina spathulata</i>	202	<i>Gavelinopsis praegeri</i>	207
<i>Bolivina subspinescens</i>	203	<i>Glaboratella elegantissima</i>	206
<i>"Bolivina" tortuosa</i>	202	<i>Glaboratella cf. australensis</i>	206
<i>Bulimina aculeata</i>	201	<i>Glaboratella erecta</i>	206
<i>Bulimina buchtana</i>	201	<i>Glaboratella imperatoria</i>	206
<i>Bulimina costata</i>	201	<i>Glaboratella patelliformis</i>	206
<i>Bulimina elegans</i>	201	<i>Glaboratella pulvinata</i>	206
<i>Bulimina exilis</i>	201	<i>Globigerina bulloides</i>	209
<i>Bulimina gibba</i>	201	<i>Globigerina digitata</i>	209
<i>Bulimina marginata</i>	201	<i>Globigerina dutertrei</i>	209
<i>Buliminella elegantissima</i>	200	<i>Globigerina hexagona</i>	209
<i>Cancris oblongus</i>	207	<i>Globigerina pachyderma</i>	209
<i>Cassidulina crassa</i>	204	<i>Globigerina quinqueloba</i>	209
<i>Cassidulina laevigata</i>	204	<i>Globigerinella aequilateralis</i>	210
<i>Cassidulina subglobosa</i>	204	<i>Globigerinita glutinata</i>	210
<i>Chilostomella mediterraneanensis</i>	204	<i>Globigerinoides conglobatus</i>	210
<i>Cibicides kullenbergi</i>	208	<i>Globigerinoides ruber</i>	210
<i>Cibicides lobatulus</i>	208	<i>Globigerinoides sacculifer</i>	210
<i>Cibicides pseudoungerianus</i>	208	<i>Globobulimina affinis</i>	201
<i>Cibicides refulgens</i>	208	<i>Globobulimina cf. caudigera</i>	201
<i>Cibicidella variabilis</i>	208	<i>Globobulimina ovata</i>	201
<i>Cibicidina rhodiensis</i>	209	<i>Globorotalia inflata</i>	211
<i>Cornuspira carinata</i>	189	<i>Globorotalia scitula</i>	210
<i>Cornuspira involvens</i>	189	<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	210
<i>Cornuspiroides foliaceus</i>	189	<i>Globorotalia tumida</i>	211
<i>Cribragoesella robusta</i>	189	<i>Globulina gibba</i>	200
<i>Cribrostomoides scitulum</i>	188	<i>Glomospira charoides</i>	185
<i>Cribrostomoides subglobosum</i>	188	<i>Guttulina lactea</i>	200
<i>Cyclammina cancellata</i>	188	<i>Gyroidina orbicularis</i>	207
<i>Cyclocibicides vermiculatus</i>	208	<i>Gyroidina cf. soldanii</i>	207
<i>Cystamina pauciloculata</i>	187	<i>Gyroidina umbonata</i>	207

	Pages		Pages
<i>Haplophragmoides canariensis</i>	188	<i>Quinqueloculina agglutinans</i>	190
<i>Hoplundina elegans</i>	209	<i>Quinqueloculina aspera</i>	190
<i>Hyalinez balthica</i>	208	<i>Quinqueloculina berthelotiana</i>	190
<i>Hyperammina flexuosa</i>	185	<i>Quinqueloculina bicornis</i>	191
<i>Hyperammina friabilis</i>	185	<i>Quinqueloculina bradyana</i>	191
<i>Hyperammina laevigata</i>	185	<i>Quinqueloculina cliarensis</i>	191
<i>Iridia diaphana</i>	183	<i>Quinqueloculina disparilis</i>	191
<i>Lagena gracillima</i>	198	<i>Quinqueloculina duthiersi</i>	192
<i>Lagena laevis</i>	197	<i>Quinqueloculina elegans</i>	193
<i>Lagena cf. semistriata</i>	198	<i>Quinqueloculina intricata</i>	192
<i>Lagena striata</i>	198	<i>Quinqueloculina irregularis</i>	190
<i>Lagena laevis var. amphora</i>	197	<i>Quinqueloculina mediterraneensis</i>	191
<i>Lagenodosaria scalaris</i>	198	<i>Quinqueloculina parvula</i>	191
<i>Lagenodosaria sp.</i>	198	<i>Quinqueloculina pentagona</i>	192
<i>Lenticulina calcar</i>	199	<i>Quinqueloculina phoenicia</i>	192
<i>Lenticulina cultrata</i>	199	<i>Quinqueloculina pulchella</i>	192
<i>Lenticulina cf. orbicularis</i>	199	<i>Quinqueloculina quadrata</i>	191
<i>Lenticulina peregrina</i>	199	<i>Quinqueloculina reticulata carinata</i>	191
<i>Lenticulina vortex</i>	199	<i>Quinqueloculina rhodensis</i>	191
<i>Lingulina seminuda</i>	199	<i>Quinqueloculina rugosa</i>	190
<i>Loxostomum alatum</i>	203	<i>Quinqueloculina semifulum</i>	190
<i>Marginulina costata</i>	199	<i>Quinqueloculina stelligera</i>	190
<i>Marginulina glabra</i>	199	<i>Quinqueloculina undulata</i>	191
<i>Marginulina glabra var. obesa</i>	199	<i>Quinqueloculina ungeriana</i>	191
<i>Marsipella cylindrica</i>	184	<i>Quinqueloculina variolata</i>	191
<i>Massilina annectens</i>	194	<i>Quinqueloculina viennensis</i>	191
<i>Massilina secans</i>	194	<i>Quinqueloculina villafranca</i>	191
<i>Mintiacina mintacea</i>	213	<i>Quinqueloculina vulgaris</i>	190
<i>Mississippina concentrica</i>	211	<i>Quinqueloculina williamsoni</i>	192
<i>Neoconorbina terquemi</i>	206	<i>Quinqueloculina (?) dilatata</i>	196
<i>Neoconorbina williamsoni</i>	206	<i>Quinqueloculina (?) sidebottomi</i>	196
<i>Nodellum membranaceum</i>	186	<i>Quinqueloculina (?) suborbicularis</i>	196
<i>Nodosaria lamnifera</i>	198	<i>Reophax dentaliniiformis</i>	186
<i>Nodosaria raphanistrum</i>	198	<i>Reophax nodulosus</i>	186
<i>Nodosaria cf. vertebralis</i>	198	<i>Reophax pillulifera</i>	186
<i>Nonion asterizans</i>	205	<i>Reophax sabulosus</i>	186
<i>Nonion parkeri</i>	205	<i>Reophax scorpturus</i>	185
<i>Nonion pompilioides</i>	205	<i>Reophax scottii</i>	186
<i>Nonionella cf. miocenica</i>	204	<i>Reussella spinulosa</i>	202
<i>Nonionella turgida</i>	204	<i>Rhabdammina abyssorum</i>	184
<i>Nubecularia lucifuga</i>	189	<i>Rhabdammina linearis</i>	184
<i>Nubecularia massutiana</i>	189	<i>Rhizammina algaeformis</i>	184
<i>Nummuloculina contraria</i>	94	<i>Rhizammina sp.</i>	184
<i>Oolina globosa</i>	200	<i>Robertina translucens</i>	203
<i>Oolina hexagona</i>	200	<i>Rosalina cf. columbiensis</i>	205
<i>Orbulina universa</i>	210	<i>Rosalina globularis</i>	205
<i>Paromalina coronata</i>	208	<i>Rosalina globularis var. bradyi</i>	205
<i>Parrellina verriculata</i>	212	<i>Rosalina obtusa</i>	205
<i>Patellina corrugata</i>	208	<i>Rosalina posidonicola</i>	205
<i>Peneroplis pertusus</i>	197	<i>Rosalina valvulata</i>	205
<i>Peneroplis planatus</i>	197	<i>Rosalina vilardeboana</i>	205
<i>Planodiscorbis rarensis</i>	206	<i>Rotalia granulata</i>	213
<i>Planorbulina acervalis</i>	213	<i>Saccammina sphaerica</i>	184
<i>Planorbulina mediterraneensis</i>	212	<i>Saccorhiza ramosa</i>	185
<i>Planularia curis</i>	94	<i>Saracenaria italica</i>	199
<i>Planulina ariminensis</i>	208	<i>Sigmoillina costata</i>	194
<i>Protelphidium paraliium</i>	212	<i>Sigmoillina edwardsii</i>	195
<i>Proteontina difflugiiformis</i>	183	<i>Sigmoillina schlumbergeri</i>	195
<i>Psammosphaera fusca</i>	184	<i>Sigmoillina grata</i>	195
<i>Pseudoclavulina crustata</i>	189	<i>Sigmoillina sigmoidea</i>	195
<i>Pullenia bulloides</i>	204	<i>Sigmoillina tenuis</i>	195
<i>Pullenia quinqueloba</i>	204	<i>Siphonina reticulata</i>	209
<i>Pyrgo anomala</i>	195	<i>Siphotextularia concava</i>	187
<i>Pyrgo bradyi</i>	195	<i>Sorites variabilis</i>	197
<i>Pyrgo comata</i>	195	<i>Sphaerogypsina globulus</i>	213
<i>Pyrgo depressa</i>	195	<i>Sphaeroidina bulloides</i>	204
<i>Pyrgo elongata</i>	195	<i>Spirillina inaequalis</i>	207
<i>Pyrgo lucernula</i>	195	<i>Spirillina limbata</i>	207
<i>Pyrgo murrhina</i>	195	<i>Spirillina vivipara</i>	207
<i>Pyrgo subsphaerica</i>	195	<i>Spirillina wrightti</i>	207
<i>Pyrgoella sphaera</i>	196	<i>Spirolina arietina</i>	197

	Pages		Pages
<i>Spirolina semilituus</i>	197	<i>Triloculina marioni</i>	193
<i>Spiroloculina angulosa</i>	194	<i>Triloculina oblonga</i>	193
<i>Spiroloculina antillarum</i>	194	<i>Triloculina planciana</i>	193
<i>Spiroloculina depressa</i>	194	<i>Triloculina rotunda</i>	193
<i>Spiroloculina disparilis</i>	194	<i>Triloculina schreiberiana</i>	194
<i>Spiroloculina excavata</i>	194	<i>Triloculina semi-costata</i>	193
<i>Spiroloculina ornata</i>	194	<i>Triloculina tricarinata</i>	193
<i>Spiroloculina ornata</i> var. <i>tricarinata</i>	194	<i>Triloculina trigonula</i>	193
<i>Spiroloculina tenuiseptata</i>	194	<i>Triloculina</i> cf. <i>wiesneri</i>	193
<i>Spirophthalmidium acutimargo</i>	189	<i>Tritaxis fusca</i>	187
<i>Technitella legumen</i>	184	<i>Trochammina globigeriniformis</i>	187
<i>Textularia agglutinans</i>	186	<i>Trochammina squamata</i>	187
<i>Textularia conica</i>	187	<i>Uvigerina auberiana</i>	203
<i>Textularia earlandi</i>	187	<i>Uvigerina mediterranea</i>	203
<i>Textularia</i> cf. <i>pseudogramen</i>	187	<i>Uvigerina peregrina</i>	203
<i>Textularia pseudorugosa</i>	186	<i>Uvigerina</i> cf. <i>uncinata</i>	203
<i>Textularia sagittula</i>	186	<i>Vaginulina linearis</i>	199
<i>Tolypammina vagans</i>	185	<i>Vaginulina patens</i>	199
<i>Triloculina cuneata</i>	193	<i>Valvulineria bradyana</i>	206
<i>Triloculina fischeri</i>	193	<i>Vertebralina striata</i>	189
<i>Triloculina gracilis</i>	193	<i>Virgulina complanata</i>	201
<i>Triloculina laevigata</i>	193		

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	9
1ère PARTIE : ETUDE DE LA MICROFAUNE BENTHIQUE CONTENUE DANS LES SEDIMENTS SUPERFICIELS	
CHAPITRE I : GENERALITES.....	15
I Historique.....	15
II Choix des stations.....	17
III Méthodes d'étude.....	17
CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE DE LA MICROFAUNE. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX BIOTOPES A FORAMINIFERES.....	22
I - Les sédiments infralittoraux et les peuplements végétaux.....	22
A - Les sables côtiers dépourvus de végétation.....	22
B - Les pelouses à Cymodocées.....	24
C - Les herbiers à <i>Halophila stipulacea</i>	34
D - Les herbiers à Posidonies.....	36
E - Les peuplements algaux.....	40
F - Conclusions sur les peuplements infralittoraux.....	44
II - Les sables à Amphioxus, les fonds de passes, le maërl.....	46
A - Les sables à Amphioxus.....	46
B - Le "maërl".....	50
C - Les fonds de passes en Méditerranée orientale.....	51
D - Conclusions.....	51
III - Le Détritique côtier et le Détritique du Large.....	52
A - Le Détritique côtier.....	53
B - Le Détritique du Large.....	56
C - Relations entre la microfaune et la granulométrie du sédiment.....	61
IV - La vase terrigène côtière.....	68
A - La vase terrigène côtière typique.....	69
B - Les faciès très littoraux de la vase terrigène côtière.....	74
C - Les mélanges de microfaune. Les fonds mixtes : vase terrigène/Détritique côtier.....	74
D - Le passage de la vase circa-littorale à la vase bathyale.....	75
E - L'intercalation locale du Détritique du Large.....	76
F - Conclusions.....	82
V - La vase profonde.....	82
A - Description de la microfaune profonde.....	83

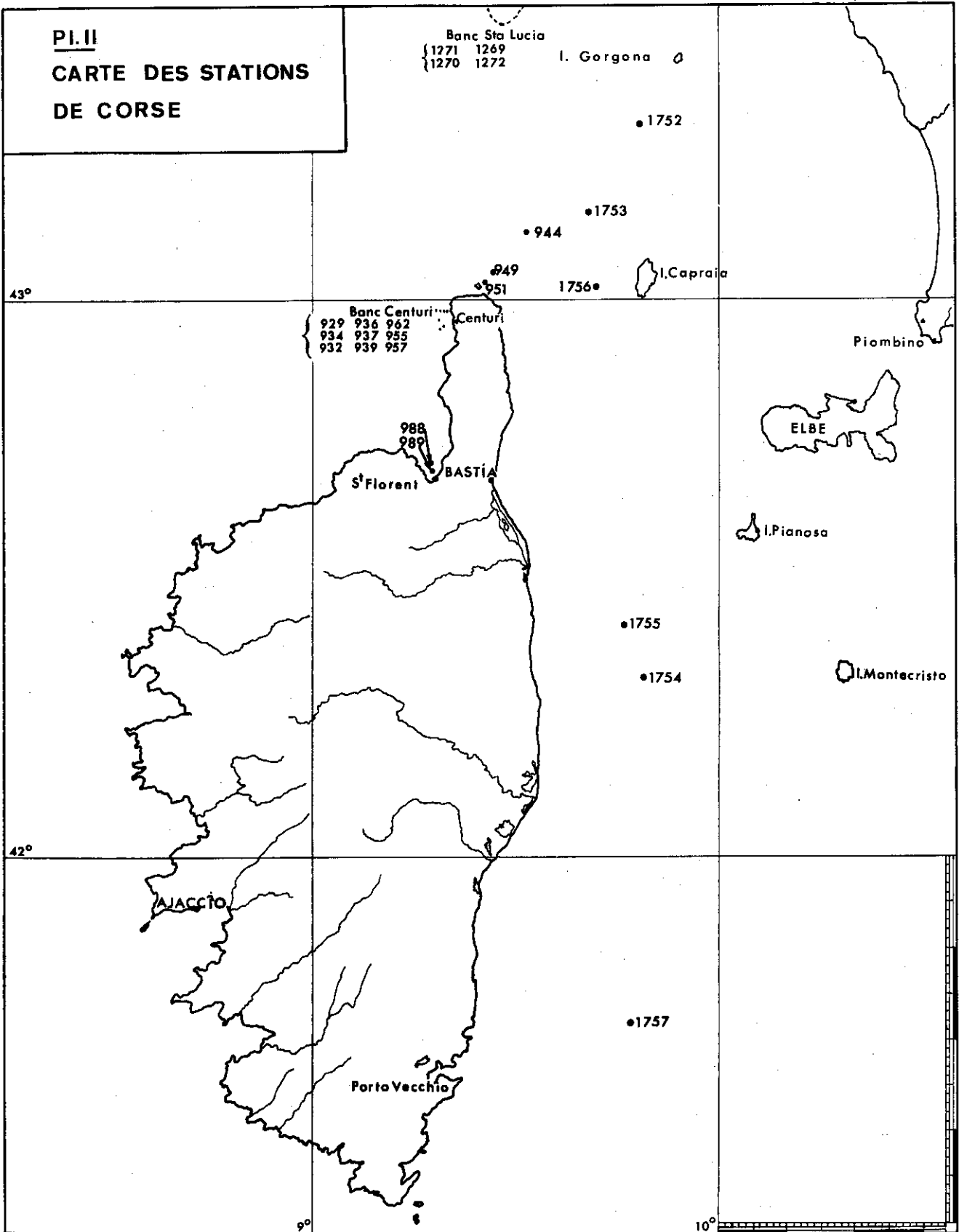
	Pages
B - Influence de la profondeur sur la microfaune bathyale.....	89
C - Influence des facteurs sédimentologiques.....	90
D - Conclusions.....	91
CHAPITRE III - INTERPRETATION DES RESULTATS - CONCLUSIONS.....	97
I - Les populations vivantes dans leur cadre écologiques. Description, répartition, relations mutuelles.....	97
A - L'étage infra-littoral.....	97
B - L'étage circa-littoral.....	101
C - Le domaine profond.....	103
II - Rôle des principaux facteurs de répartition des Foraminifères vivants.....	103
III - Les faciès d'accumulation (calcarénites) origine du matériel biodétritique.....	106
II ^e PARTIE : LES ASSEMBLAGES PLANKTONIQUES DANS LES DRAGAGES ET DANS LES CAROTTAGES	
CHAPITRE I - GENERALITES.....	111
I - Introduction.....	111
II - Historique.....	111
III - Méthodes d'étude.....	113
A - Emplacement des prélèvements.....	113
B - Traitement du sédiment.....	113
C - Comptages.....	114
D - Choix des critères climatiques.....	114
E - Le cas des niveaux sableux.....	115
CHAPITRE II - LA REPARTITION DES FORAMINIFERES PELAGIQUES DANS LES DRAGAGES.....	120
I - L'abondance des formes pélagiques.....	120
II - L'ordre d'apparition des espèces.....	120
III - Répartition géographique des espèces.....	122
CHAPITRE III - ETUDE DES CAROTTES.....	125
I - Description des carottes.....	125
A - Les carottes du canal de Corse.....	125
B - La carotte C ₃	126
C - La carotte JC ₃	128
D - La carotte K ₂	128
II - Corrélations et interprétation. Evaluation approximative des taux de sédimentation.....	130
III ^{ème} PARTIE : LES THANATOCOENOSSES PLIO-QUATERNAIRES INTERPRETATION PALEOCEANOGRAPHIQUE, COMPARAISON AVEC LES MICROFAUNES ACTUELLES	
CHAPITRE I : LE PLIOCENE ET SES ASSEMBLAGES. PALEOECOLOGIE.....	145
I - Généralités.....	145
II - Etude des affleurements.....	146
La région de Nice.....	146
A - Les marnes.....	146
B - Les sédiments grossiers (sables et calcaires de Biot).....	150

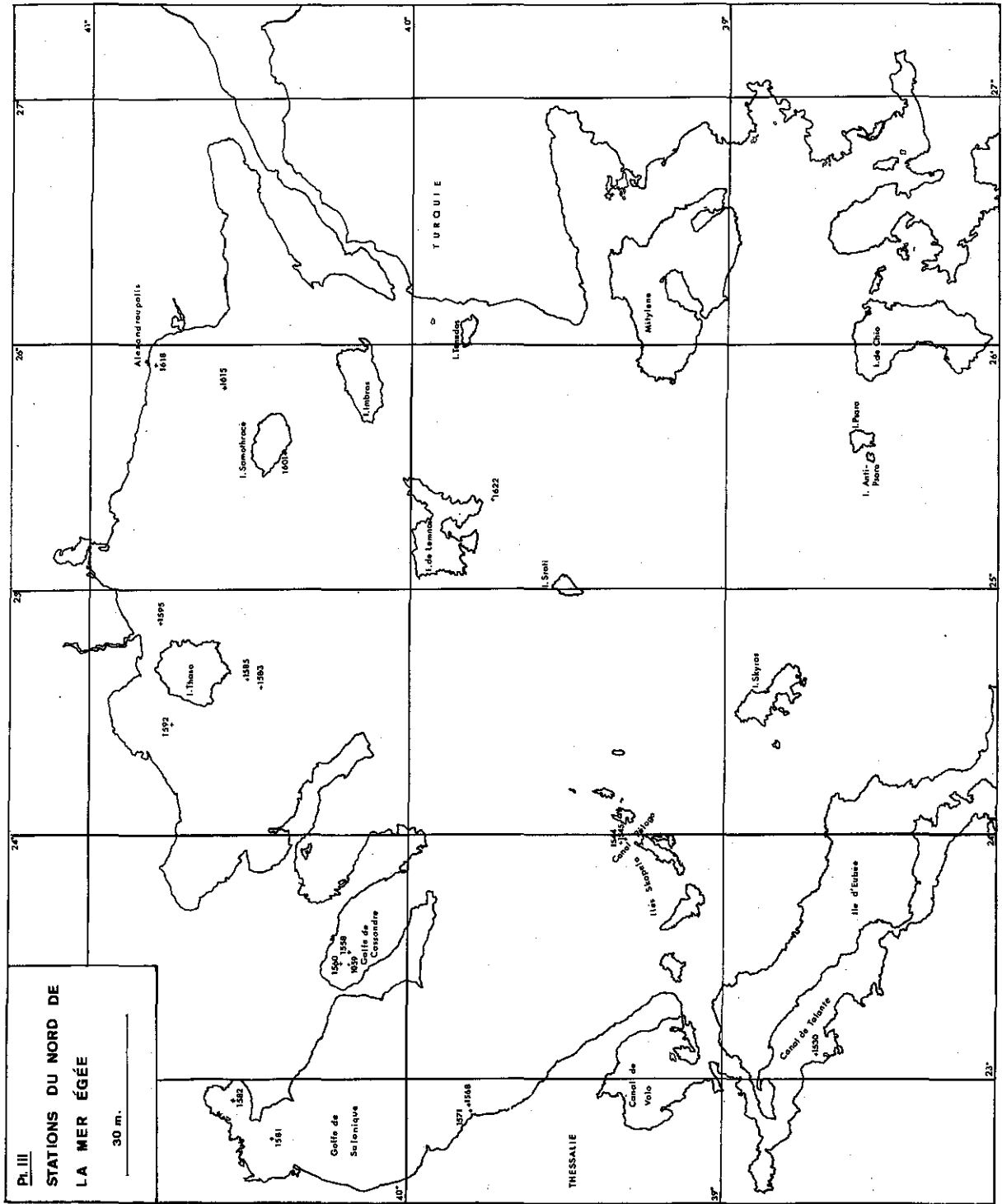
	Pages
La vallée de la Durance.....	153
A - Les marnes de Mérindol.....	153
B - Le canyon de Régalon.....	153
La bordure orientale de la Camargue.....	156
Les affleurements immergés.....	158
III - Conclusions.....	159
A - Les principaux types de microfaune.....	160
B - Tentative de reconstitution des "rias" pliocènes.....	161
C - Le Pliocène au large des côtes de Provence occidentale.....	162
CHAPITRE II - LES FACIES DU QUATERNAIRE ET LES ASSEMBLAGES DE FORAMINIFERES.....	163
I - Les témoins émergés des Alpes Maritimes.....	164
A - Les sédiments quaternaires de Vaugrenier.....	164
B - La région de Nice à Menton.....	165
1 - Les niveaux de 108-110 m.....	165
2 - Les niveaux de 90-95 m.....	166
3 - Les niveaux de 25-30 m.....	167
4 - Les sédiments tyrrhéniens.....	168
II - La Provence occidentale.....	169
A - Les témoins régressifs anciens.....	169
B - Les témoins transgressifs.....	171
C - Les sédiments régressifs récents.....	172
D - Les stades de remontée de la mer flandrienne.....	174
III - Conclusions.....	174
1 - Caractères de la microfaune quaternaire.....	174
2 - Principaux résultats acquis dans les Alpes Maritimes.....	174
3 - Principaux résultats acquis en Provence occidentale.....	175
4 - Renseignements d'ordre climatique.....	175
CONCLUSIONS GENERALES.....	177
BIBLIOGRAPHIE.....	215
LISTE DES STATIONS.....	239
LISTE DES TABLEAUX.....	244
LISTE DES FIGURES.....	245
INDEX ALPHABETIQUE DES ESPECES RENCONTREES DANS LES SEDIMENTS ACTUELS ET QUATERNAIRES (les chiffres renvoient aux pages du catalogue donné en annexe).....	246

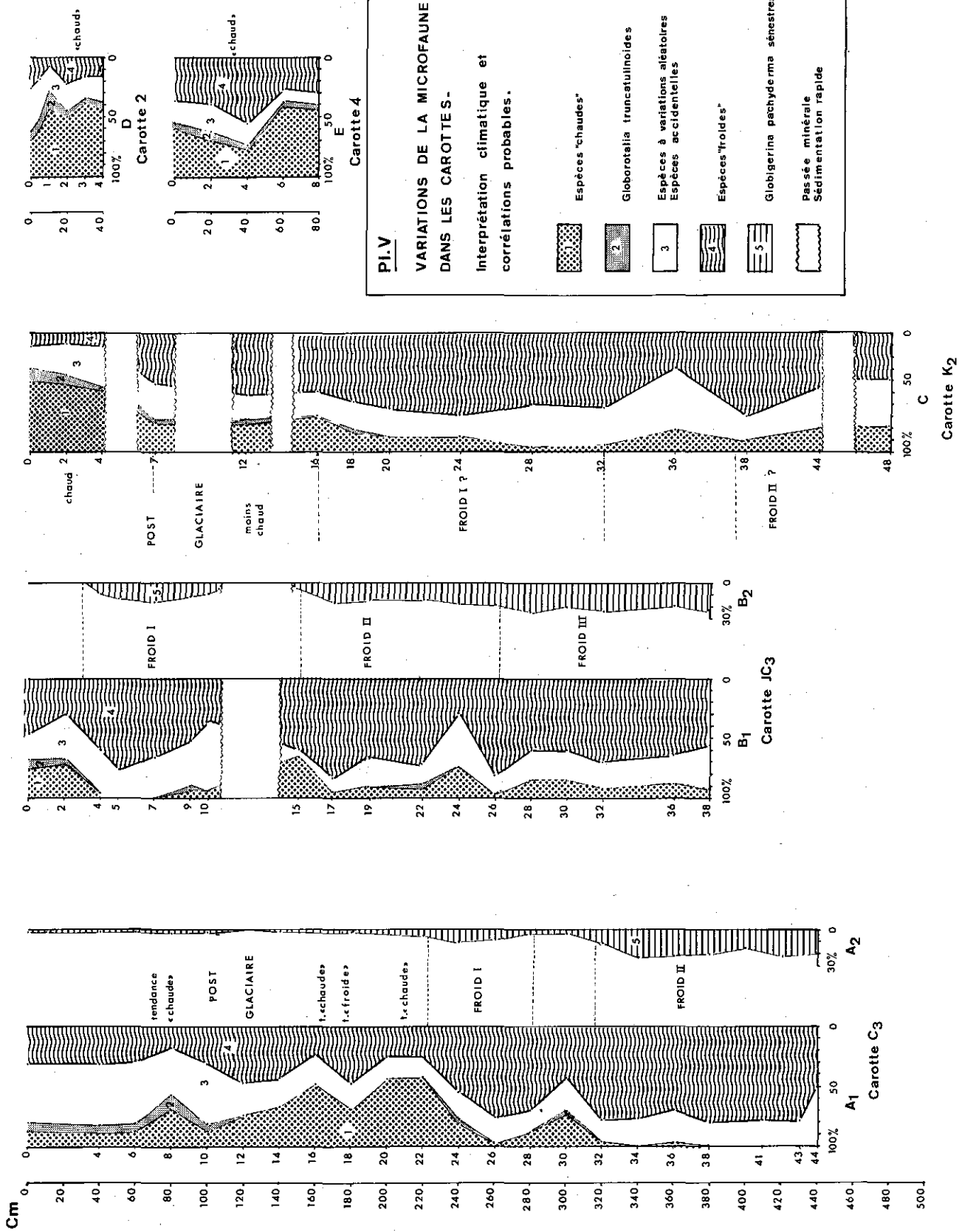
PLANCHES

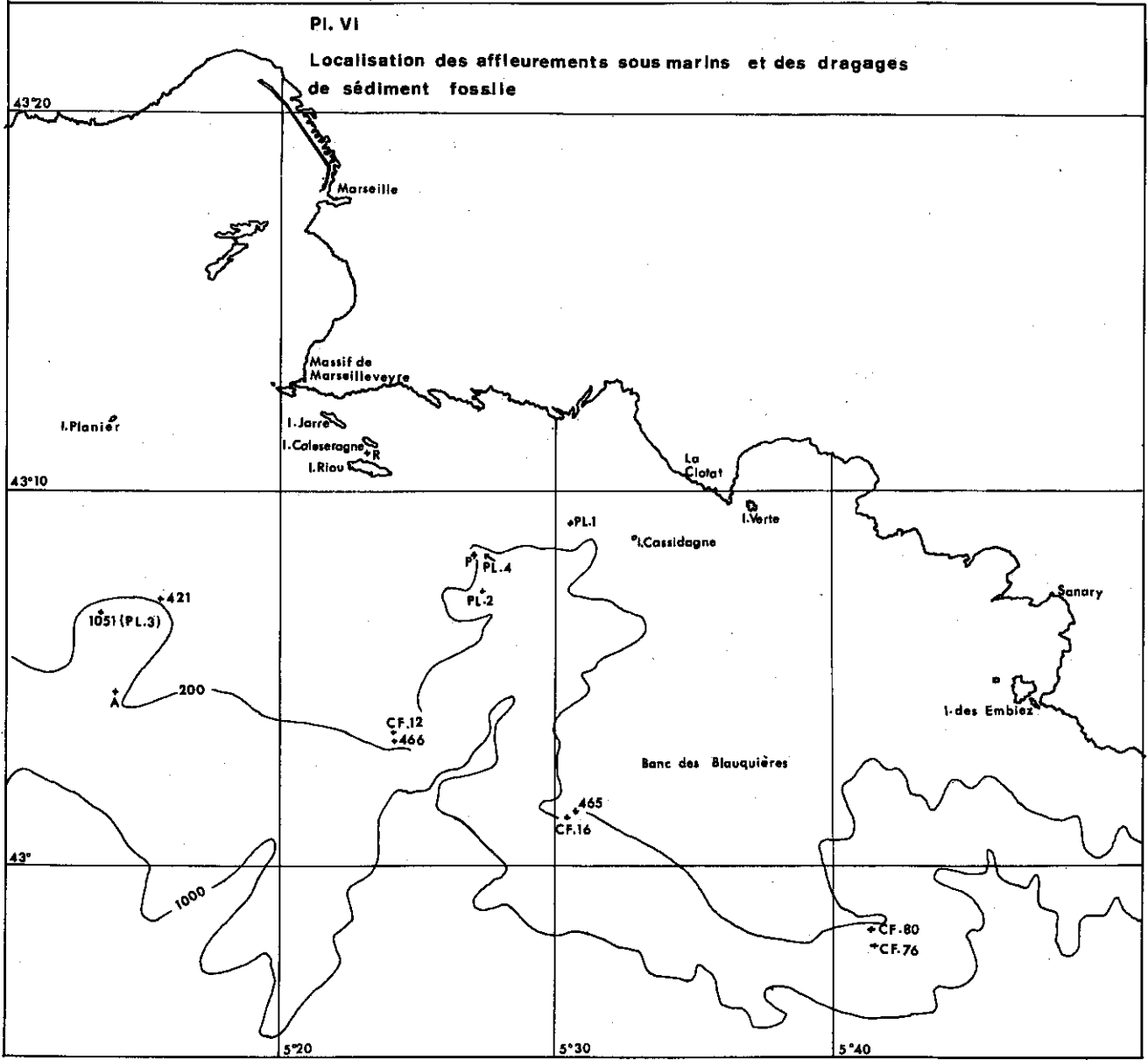
PI. II

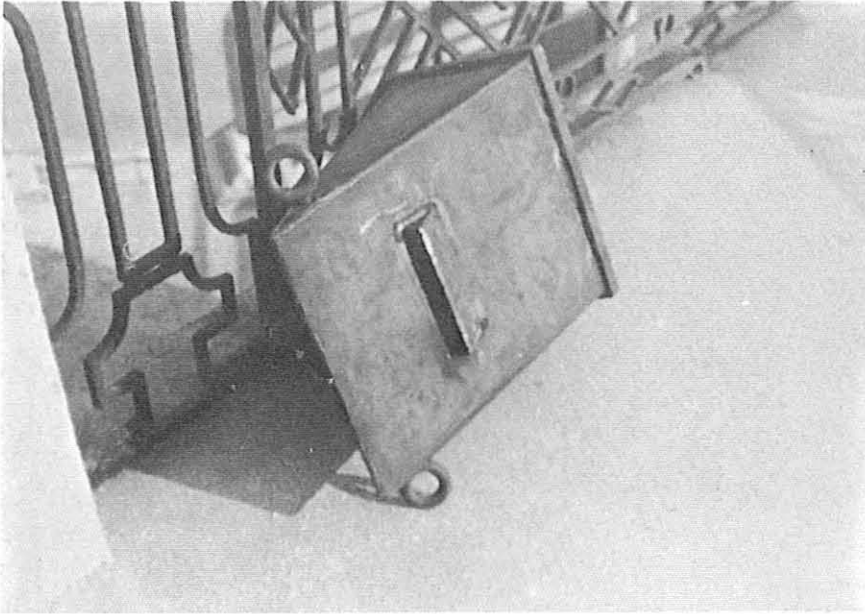
**CARTE DES STATIONS
DE CORSE**



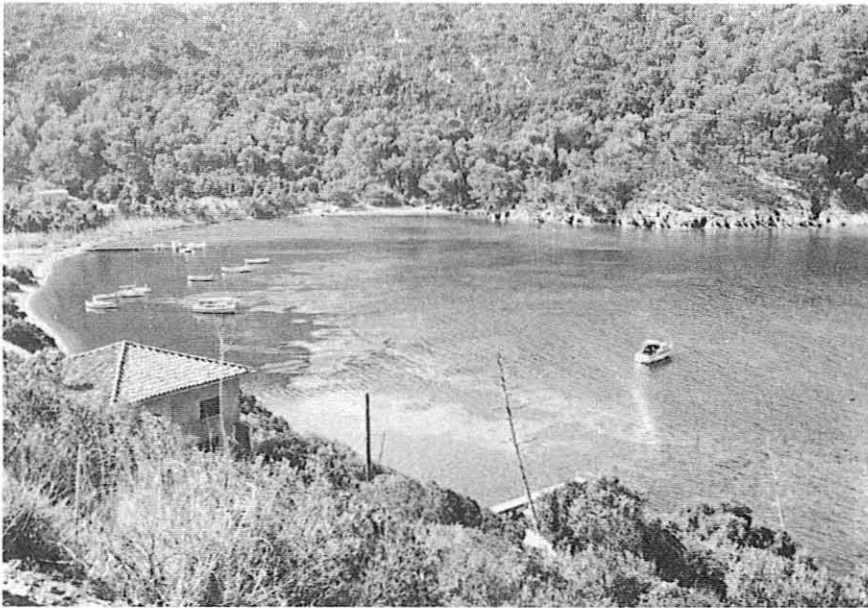








1



2

Planche VII

Fig. 1 : Drague "spatange" (La hauteur de l'ouverture mesure environ 4 cm sur ce modèle).

Fig. 2 : La baie de Port-Cros. On distingue la zone d'émergence de l'herbier de Posidonies et, en arrière, une zone plus abritée ("lagune" à Cymodocées).

Planche VIII

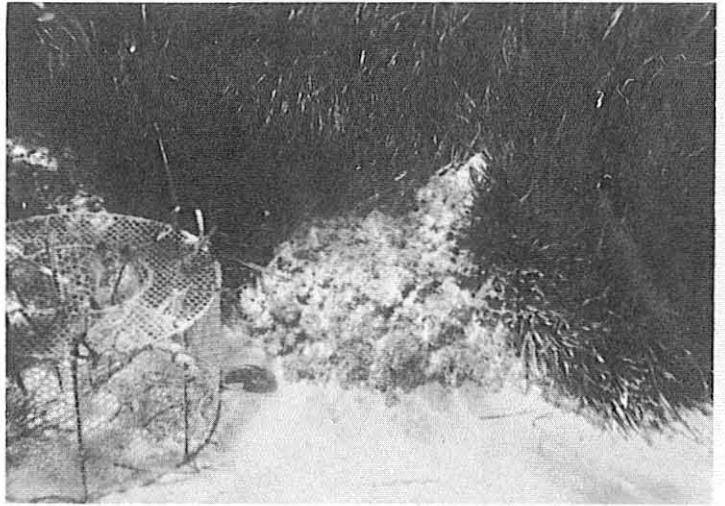
Fig. 1 et 4 : Pelouse à Cymodocées avec accumulation de feuilles de Posidonies (Port d'Alon).

Fig. 2 : Chenal intermatte (Port d'Alon).

Fig. 3 : Pelouse à Cymodocées et herbier de Posidonies.



1



2



3



4

Planche IX

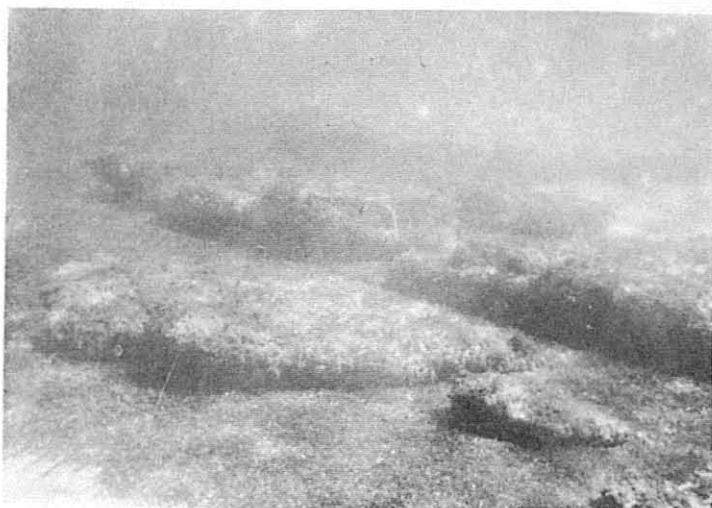
Fig. 1 : Limite, vers le large, de l'herbier de Posidonies (La Ciotat -"villa des tours").

Fig. 2 et 4 : Dalles rocheuses et peuplements algaux à *Halopteris* (même localité).

Fig. 3 : Intercombe avec feuilles de Posidonies éparées et quelques touffes de Cymodocées (même localité).



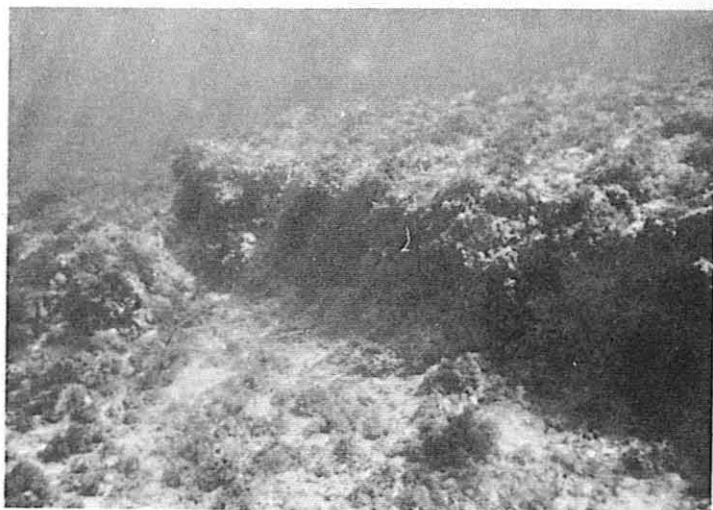
1



2



3



4

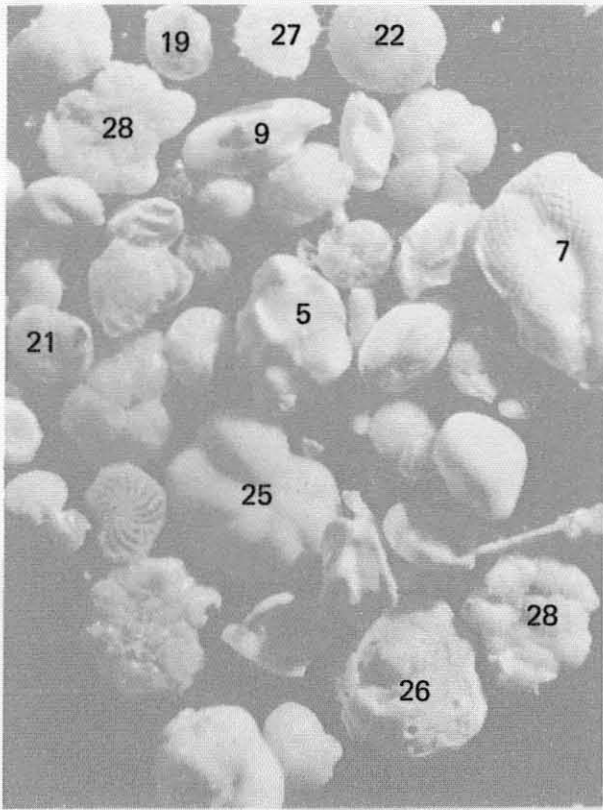
Planche X

Fig. 1 : Foraminifères de l'herbier à Posidonies. - x25 -

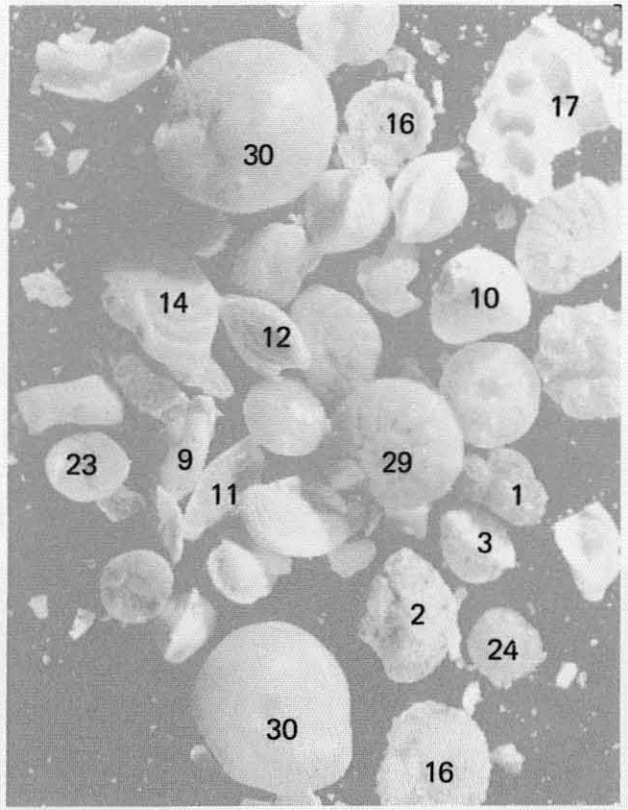
Fig. 2 : Foraminifères de l'herbier à *Halophila* et Posidonies. - x20 -

Fig. 3 : Foraminifères des pelouses à Cymodocées. - x30 -

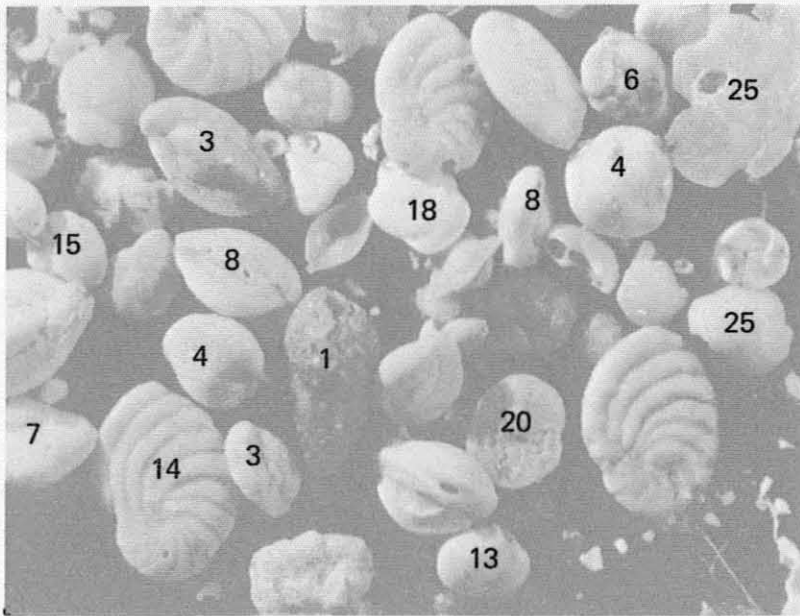
- | | |
|--|---|
| 1. <i>Eggerella scabra</i> | 16. <i>Sorites variabilis</i> |
| 2. <i>Quinqueloculina agglutinans</i> | 17. <i>Nubecularia lucifuga</i> |
| 3. <i>Quinqueloculina aspera</i> | 18. <i>Vertebralina striata</i> |
| 4. <i>Quinqueloculina vulgaris</i> | 19. <i>Rosalina posidonicola</i> |
| 5. <i>Quinqueloculina berthelottiana</i> | 20. <i>Rosalina globularis</i> var. <i>bradyi</i> |
| 6. <i>Quinqueloculina disparilis</i> | 21. <i>Rosalina obtusa</i> |
| 7. <i>Q. reticulata</i> var. <i>carinata</i> | 22. >> |
| 8. <i>Quinqueloculina rugosa</i> | 23. <i>Neoconorbina terquemi</i> |
| 9. <i>Quinqueloculina cliarensis</i> | 24. <i>Neoconorbina williamsoni</i> |
| 10. <i>Triloculina martoni</i> | 25. <i>Cibicides lobatulus</i> |
| 11. <i>Spiroloculina ornata</i> | 26. <i>Cyclocibicides vermiculatus</i> |
| 12. <i>S. antillarum</i> | 27. <i>Elphidium macellum</i> var. <i>aculeatum</i> |
| 13. " <i>Quinqueloculina</i> " <i>dilatata</i> | 28. <i>Planorbulina mediterraneensis</i> |
| 14. <i>Peneroplis planatus</i> | 29. <i>Ammonia beccarii</i> |
| 15. <i>Peneroplis pertusus</i> | 30. <i>Amphistegina madagascariensis</i> |



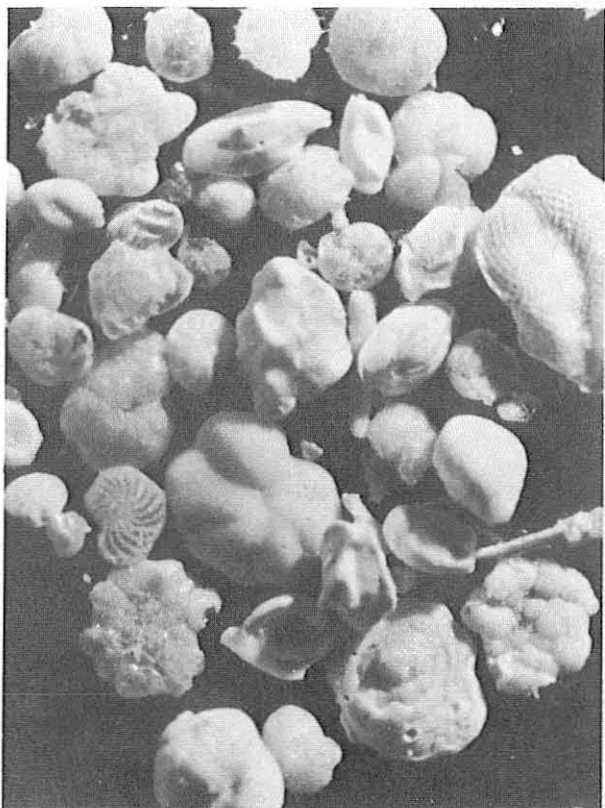
1



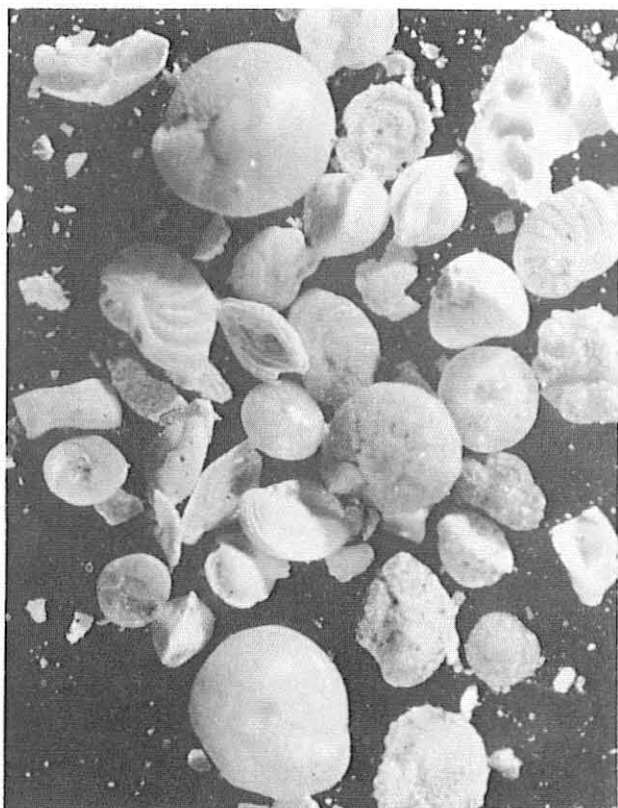
2



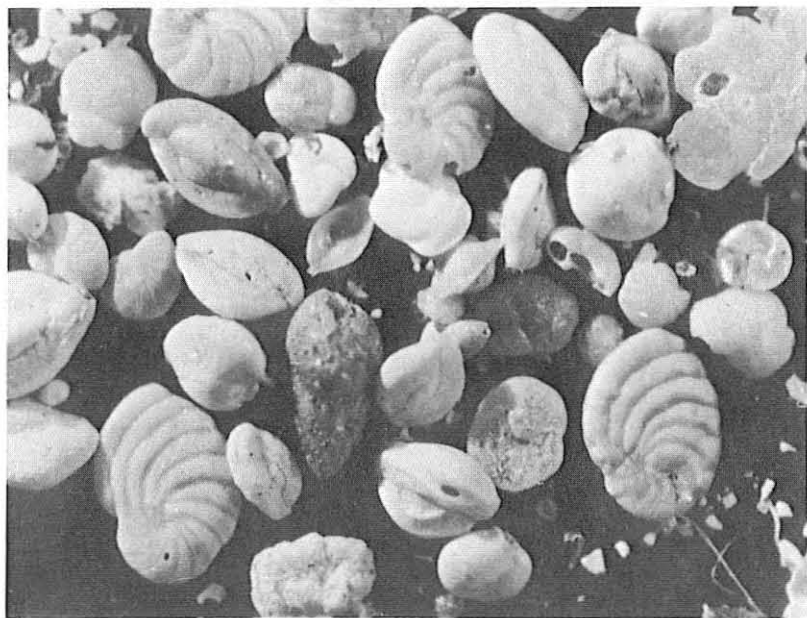
3



1



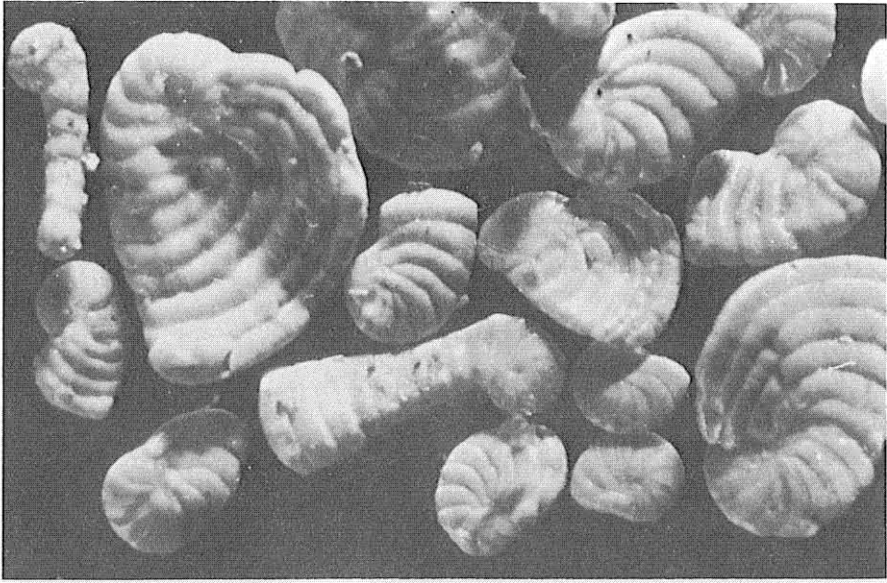
2



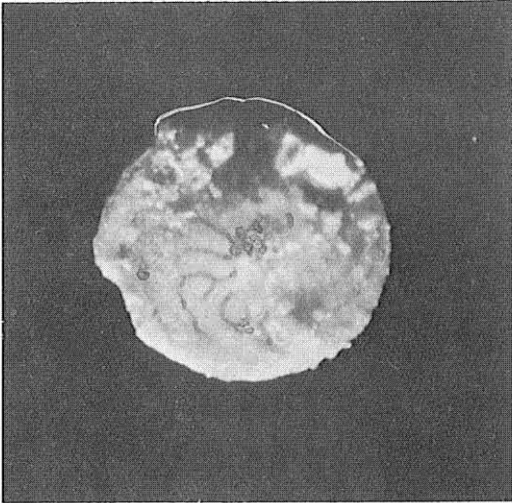
3

Planche XI

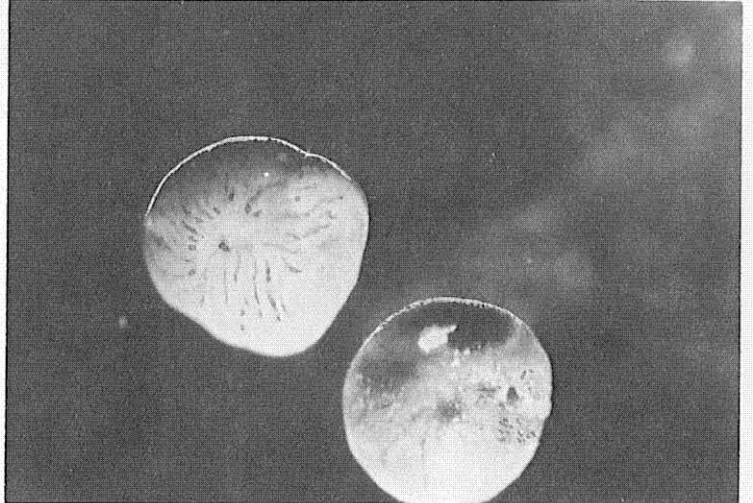
- Fig. 1 : *Peneroplidae*. (Pelouse à Cymodocées de Port-Cros. - x20 -
Fig. 2 : *Amphistegina* cf. *haverina* d'Orb. (Pliocène de Cassidagne). - x45 -
Fig. 3 : *Amphistegina madagascariensis* d'Orb. (Actuel, baie de Kalo-Limniones) - x30 -
Fig. 4 : *Reophax sabulosus* H.B. Brady, var. (aspect extérieur et coupe longitudinale). -x5 -
Fig. 5 : *Ammonia beccarii* L. (forme très bombée et très ornée) - x45 -
Fig. 6 : *Paromalina coronata* P. et J. - x35 -



1

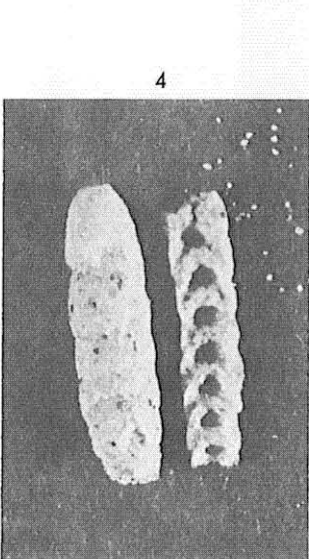


2

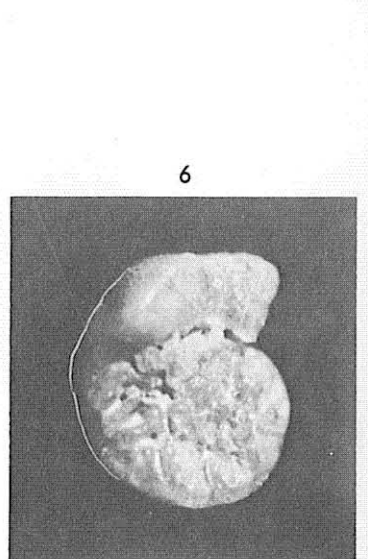
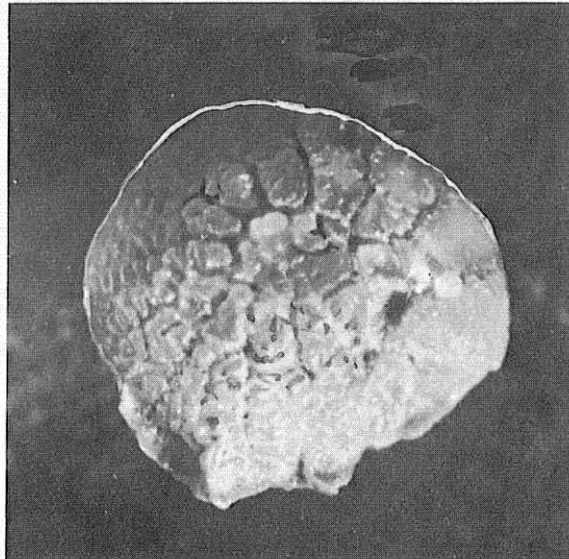


5

3



4



6

Planche XII

Fig. 1 et 2 : *Sortites variabilis* Lacroix. - x35 -

1 : Exemple photographié à sec

2 : Eclaircissement au xylène

Fig. 5 : Assemblage de Foraminifères du "sable à *Amphioxus*" - x25 -

1. *Textularia "agglutinans"*

2. *Textularia pseudorugosa*

3. *Quinqueloculina vulgaris*

4. *Quinqueloculina rugosa*

5. *Quinqueloculina disparilis*

6. *Quinqueloculina phoenicia*

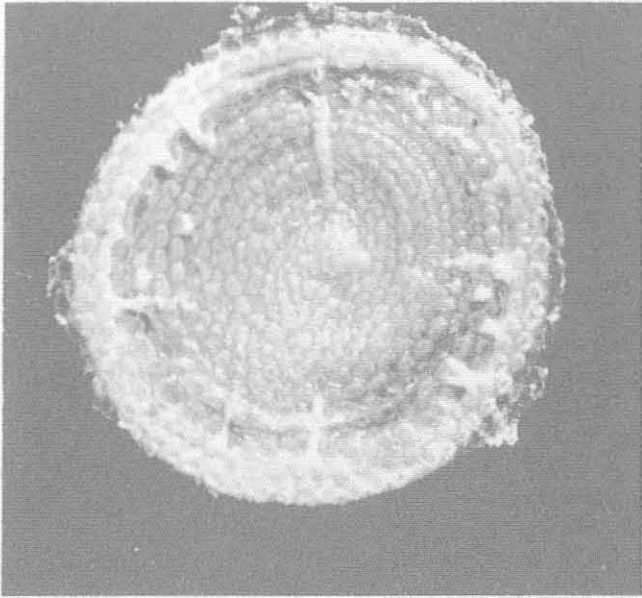
7. *Massilina secans*

8. *Spiroloculina excavata*

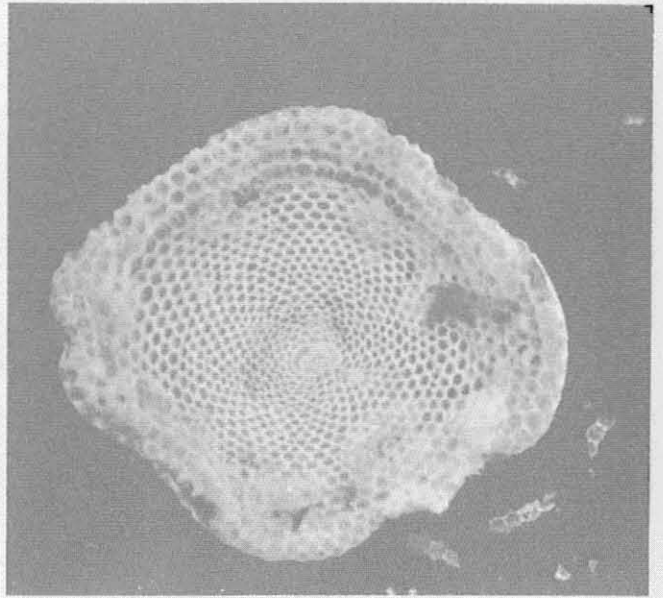
9. *Cibicides variabilis*

10. *Acervulina inhaerens*

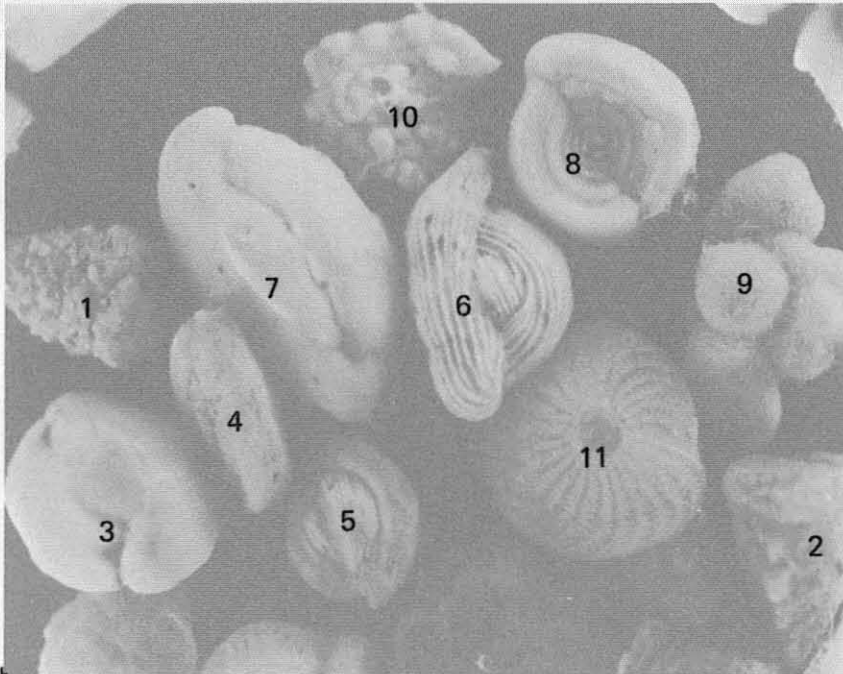
11. *Elphidium crispum*



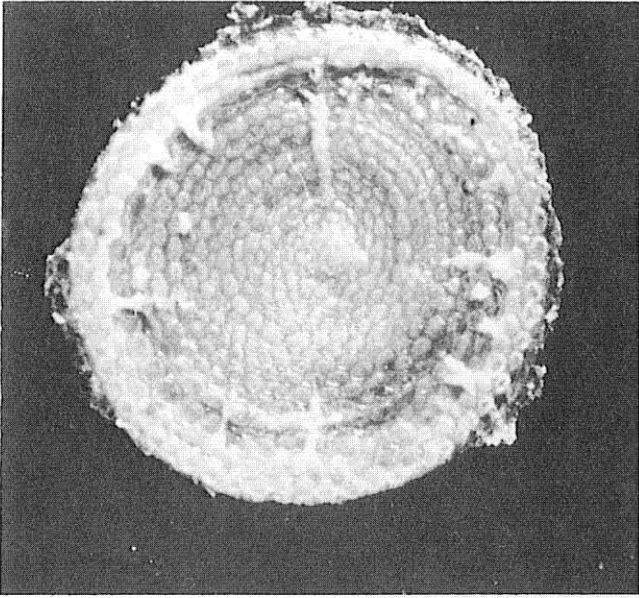
1



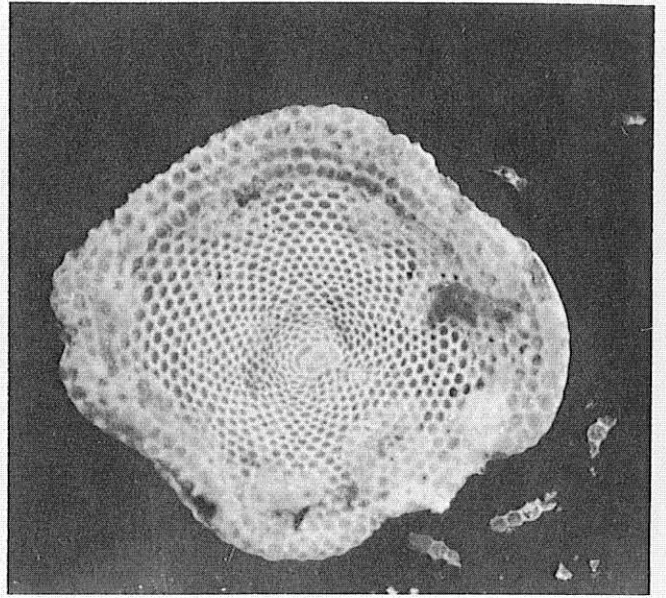
2



3



1



2



3

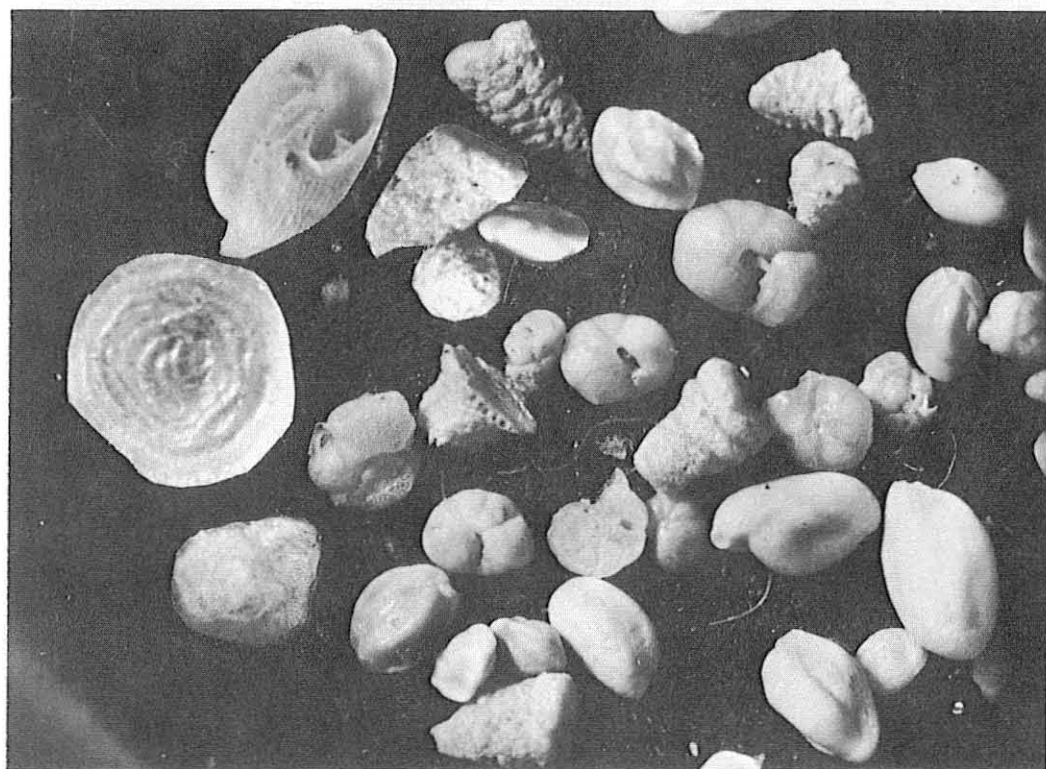
Planche XIII

Fig. 1 : "Maerl" fossile de l'Archipel de Riou. - x2 -

Fig. 2 : Assemblage de Foraminifères du Détritique côtier. - x20 -
- Espèces infralittorales (*Cibicides*, *Milliolidae*, *Rosalina*....)
- Espèces circalittorales (*Textularia*, *Gaudryina*, *Eponides repanda*...)



1



2

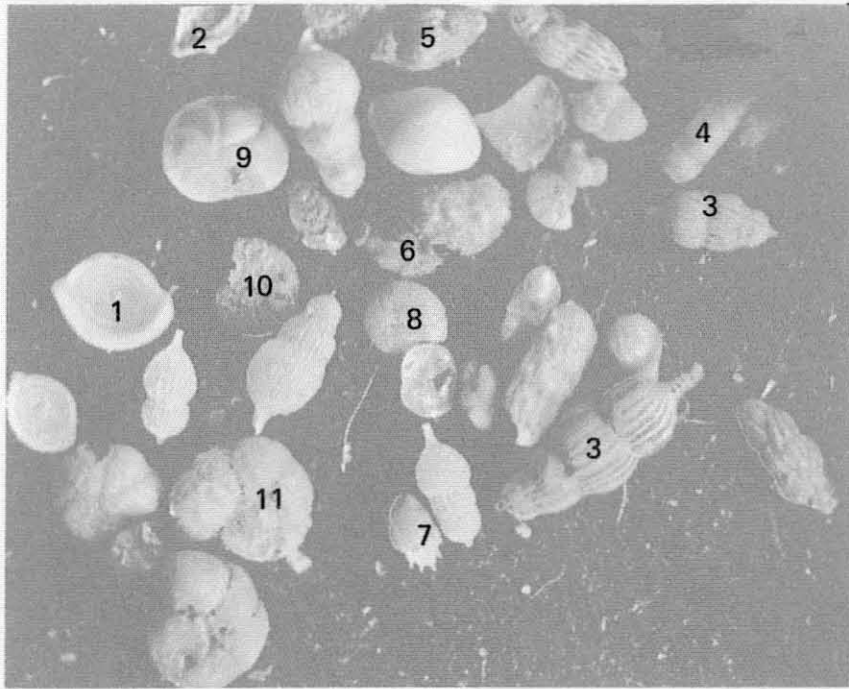
Planche XIV

Fig. 1 : Assemblage de Foraminifères du Détritique du Large. - x30 -

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Spiroloculina excavata</i> | 7. <i>Bulimina aculeata</i> |
| 2. <i>Spiroloculina tenuiseptata</i> | 8. <i>Nonion parkeri</i> |
| 3. <i>Laenodosaria scalaris</i> | 9. <i>Sponides repanda</i> |
| 4. <i>Dentalina subemaciata</i> (fragment) | 10. <i>Hyalinea balthica</i> |
| 5. <i>Uvigerina peregrina</i> | 11. <i>Anomalina</i> cf. <i>grosserugosa</i> |
| 6. <i>Angulogerina angulosa</i> | |

Fig. 2 : Foraminifères arénacés des vases circalittorales et bathyales. - x20 -

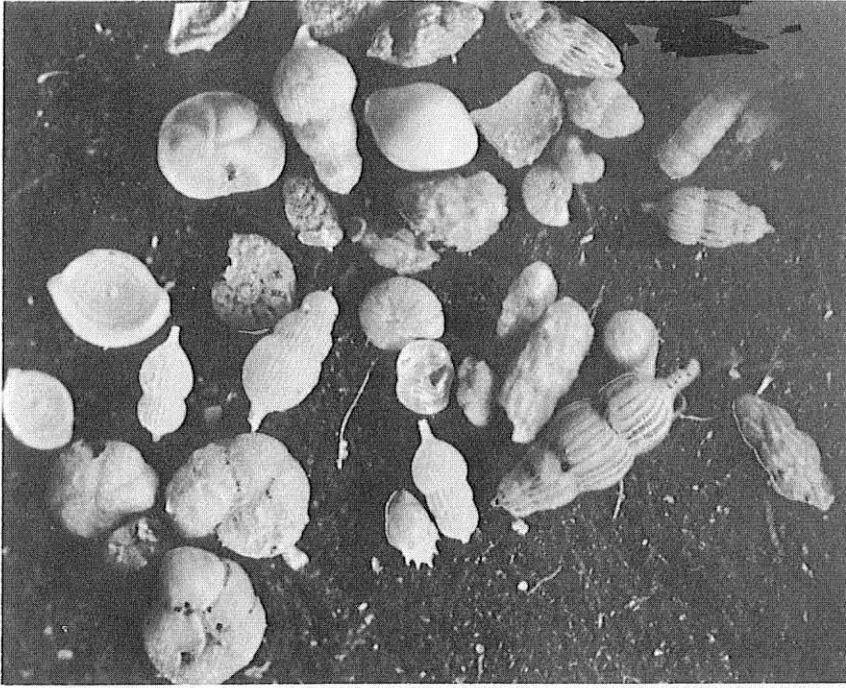
On distingue notamment les espèces suivantes : *Ammodiscus planorbis*, *Haplophragmoides canariensis*, *Cystammina pauciloculata*, *Hyperammina laevigata*, ainsi que des fragments de *Rhabdammina*.



1



2



1

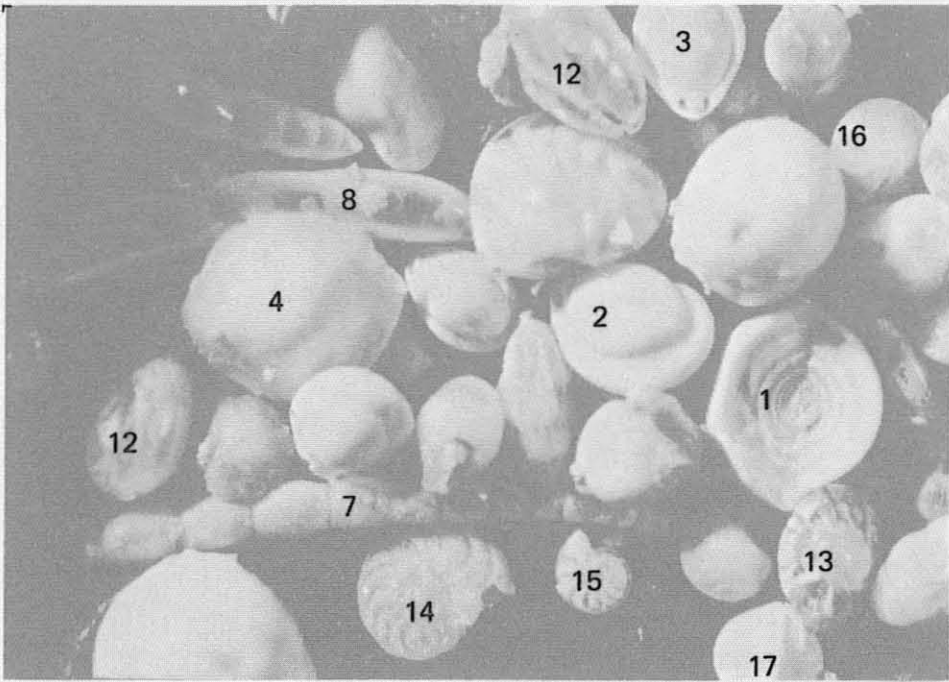


2

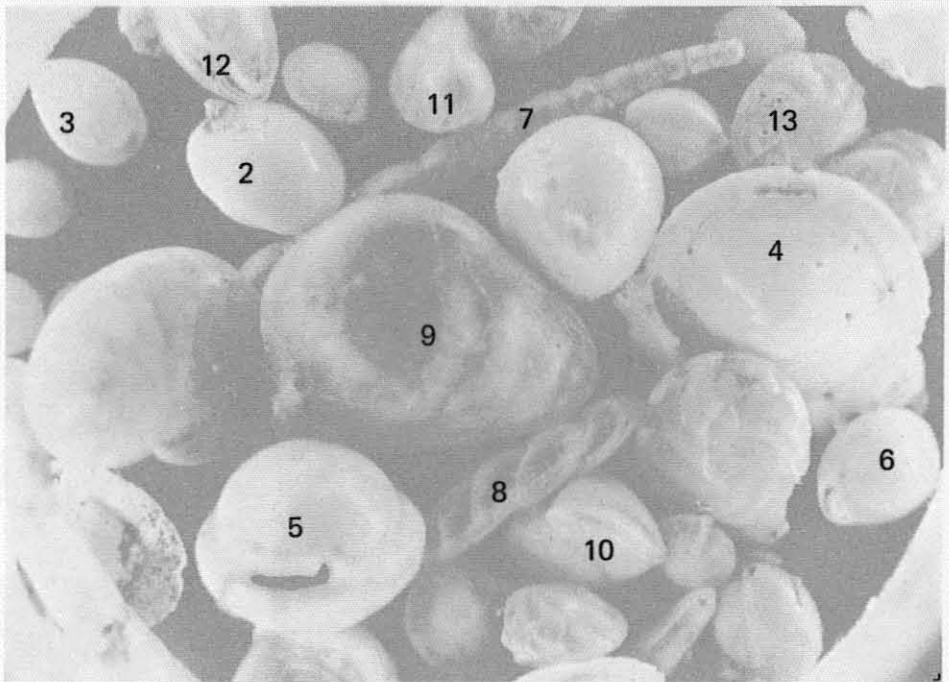
Planche XV

Fig. I et 2 : Foraminifères de la Vase Bathyale. - x25 -

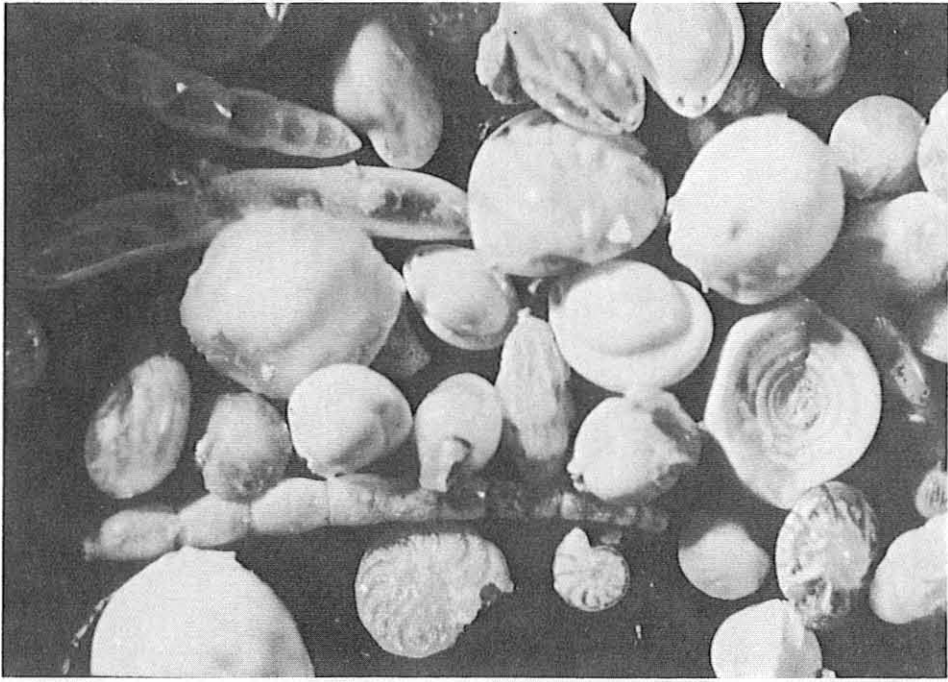
- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. <i>Spiroloculina excavata</i> | 10. <i>Saracenaria italica</i> |
| 2. <i>Pyrgeo anomala</i> | 11. <i>Lenticulina variabilis</i> |
| 3. <i>Pyrgeo elongata</i> | 12. <i>Globbulimina caudigera</i> |
| 4. <i>Pyrgeo depressa</i> | 13. <i>Höglundina elegans</i> |
| 5. <i>Pyrgeo bradyi</i> | 14. <i>Planulina ariminensis</i> |
| 6. <i>Biloculinella globula</i> | 15. <i>Hyalinea balthica</i> |
| 7. <i>Dentalina</i> cf. <i>subemaciata</i> | 16. <i>Cibicides pseudoungarianus</i> |
| 8. <i>Dentalina</i> sp. | 17. <i>Triloculina fischeri</i> |
| 9. <i>Lingulina seminuda</i> | |



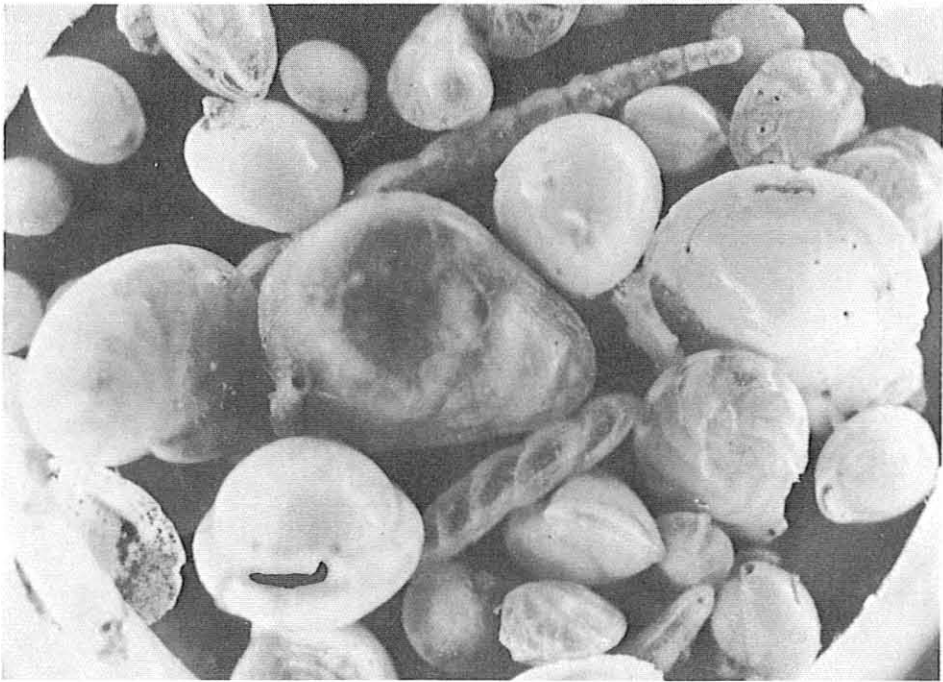
1



2



1



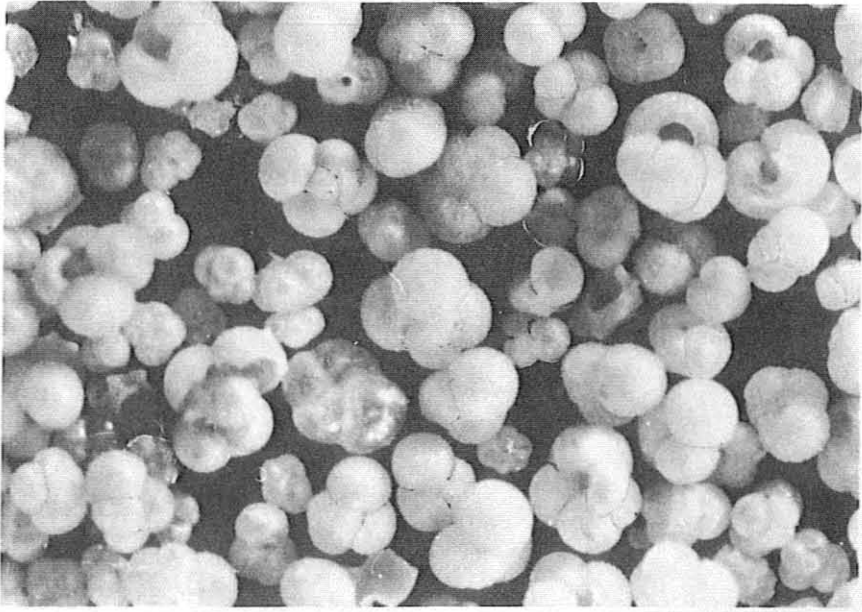
2

Planche XVI

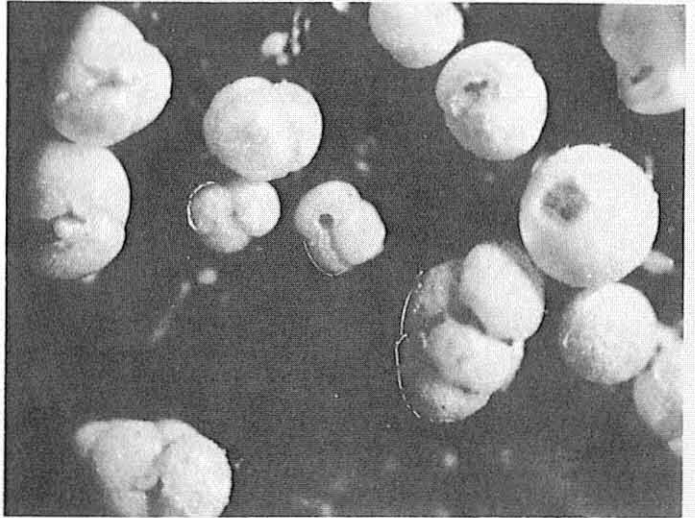
Fig. 1 : Assemblage pélagique "froid" à *Globorotalia scitula*, *Globigerina pachyderma*, *Globigerinita glutinata*, etc... (carotte C₃, niveau 21) - x30 -

Fig. 2 : Assemblage pélagique "chaud" à *Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia inflata*, etc... (st. 1752) - x30 -

Fig. 3 : Assemblage pélagique "chaud" et fragments de Ptéropodes. (carotte C₃, niveau 36) - x50 -



1



2

3

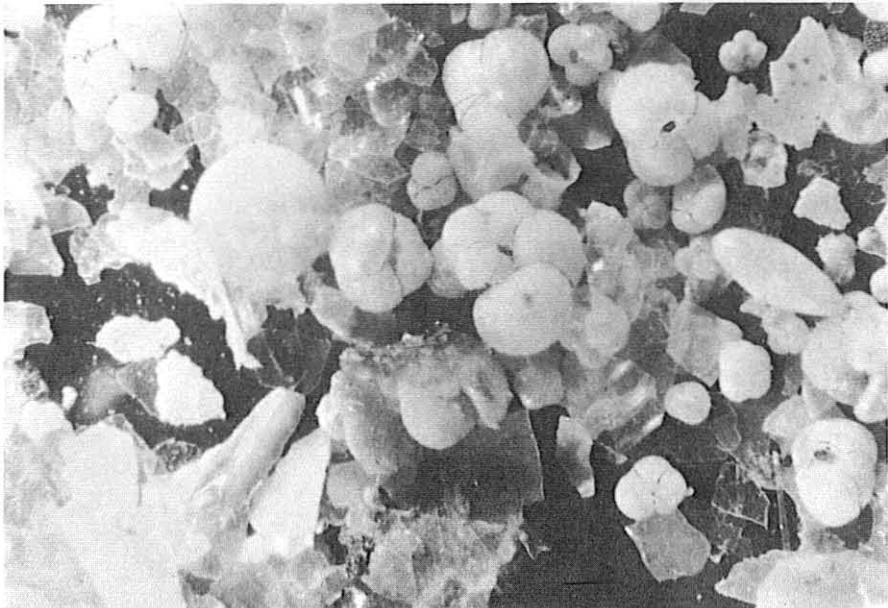
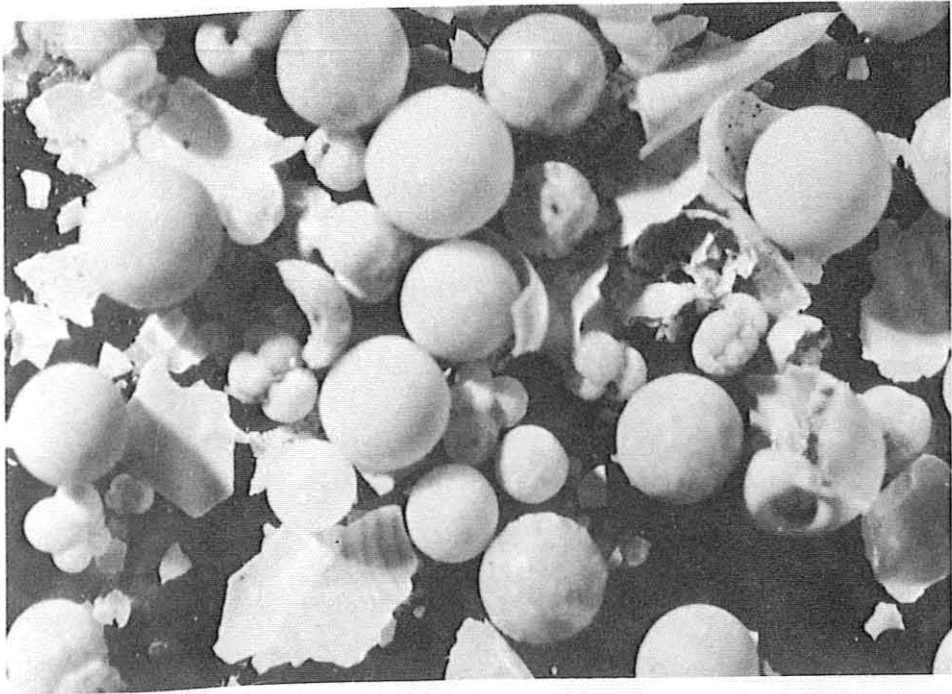


Planche XVII

Fig. 1 : Assemblage pélagique "chaud" - x25 -

Fig. 2 : *Amphistegina* cf. *hauerina* (Exemplaires de grande taille, très usés, Provenance : calcaire de Biot), -x25-



1



2