

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PEUPELEMENTS DE LA ZONE INTERTIDALE SUR SABLES FINS ET SABLES VASEUX NON FIXÉS DANS LA RÉGION DE TULÉAR

PAR

Mireille PICHON (\*)

*Station marine de Tuléar*

## Résumé.

Le présent travail expose les résultats des recherches de bionomie benthique et d'écologie effectuées sur les peuplements de la zone intertidale, sur sables et sables vaseux non fixés, dans la région de Tuléar (sud-ouest de Madagascar).

Les procédés d'étude utilisés font appel, d'une part à la méthode d'étude qualitative des biocénoses de substrats meubles mise au point par J. PICARD (1962), et d'autre part à l'exploitation d'un certain nombre de coupes littorales (séries de prélèvements effectués sur des droites perpendiculaires à la ligne de rivage, depuis la limite du domaine terrestre jusqu'au niveau des basses mers de grande vive-eau). Le système d'étagement utilisé est celui de J.-M. PERES et J. PICARD (1958).

Après avoir décrit les différents types de plages rencontrées dans la région de Tuléar, j'ai essayé de regrouper les résultats obtenus de façon à faire apparaître les biocénoses correspondant aux divers biotopes observés, en donnant pour chacune, une liste d'espèces caractéristiques. J'ai ainsi mis en évidence l'existence de quelques biocénoses principales qui s'intègrent de la façon suivante dans l'étagement :

### I. Etage supralittoral :

Biocénose à *Talorchestia* sp., *Excirolana natalensis* et *Tenebrionidae* ;

### II. Etage médiolittoral :

Biocénose à *Spionidae* divers et *Excirolana orientalis* ;

### III. Etage infralittoral :

— *En mode battu*, biocénose à *Donax elegans* et *Donax æmulus* ;

— *En mode moyennement calme à calme*, biocénose des sables vaseux à *Macoma dubia*, *Solen corneus*, *Mysella* sp., *Nephtys cf. dibranthis* (?), *Dosinia hepatica* ;

— *Au niveau des basses mers*, biocénose des sables fins peu vaseux et réduits à Entéropneustes, *Gravierella multiannulata*, *Owenia fusiformis*, *Nephtys tulearensis*, *Scoloplos chevalieri*.

On peut grouper ces biocénoses ainsi que quelques communautés mineures dans le tableau ci-après donnant une idée schématique des résultats obtenus : dans le sens vertical, les divisions sont faites suivant l'humectation, c'est-à-dire en trois Etages supralittoral, médiolittoral et infralittoral ; horizontalement, en allant de la gauche vers la droite, les peuplements correspondent à des substrats de plus en plus vaseux et en même temps de mode de plus en plus calme.

Les peuplements intertidaux sur sables non fixés de la région de Tuléar, paraissent donc bien s'intégrer dans l'étagement général valable à l'échelle mondiale et les brèves comparaisons biogéographiques ont mis en évidence l'appartenance des grèves de Tuléar aux milieux tropicaux dont il serait intéressant de poursuivre l'étude sur tout le littoral malgache en utilisant la même méthode de travail.

\* Du centre d'océanographie de la Faculté des Sciences de Marseille.



COURBES GRANULOMETRIQUES DE QUELQUES STATIONS MEDITERRANEEENNES

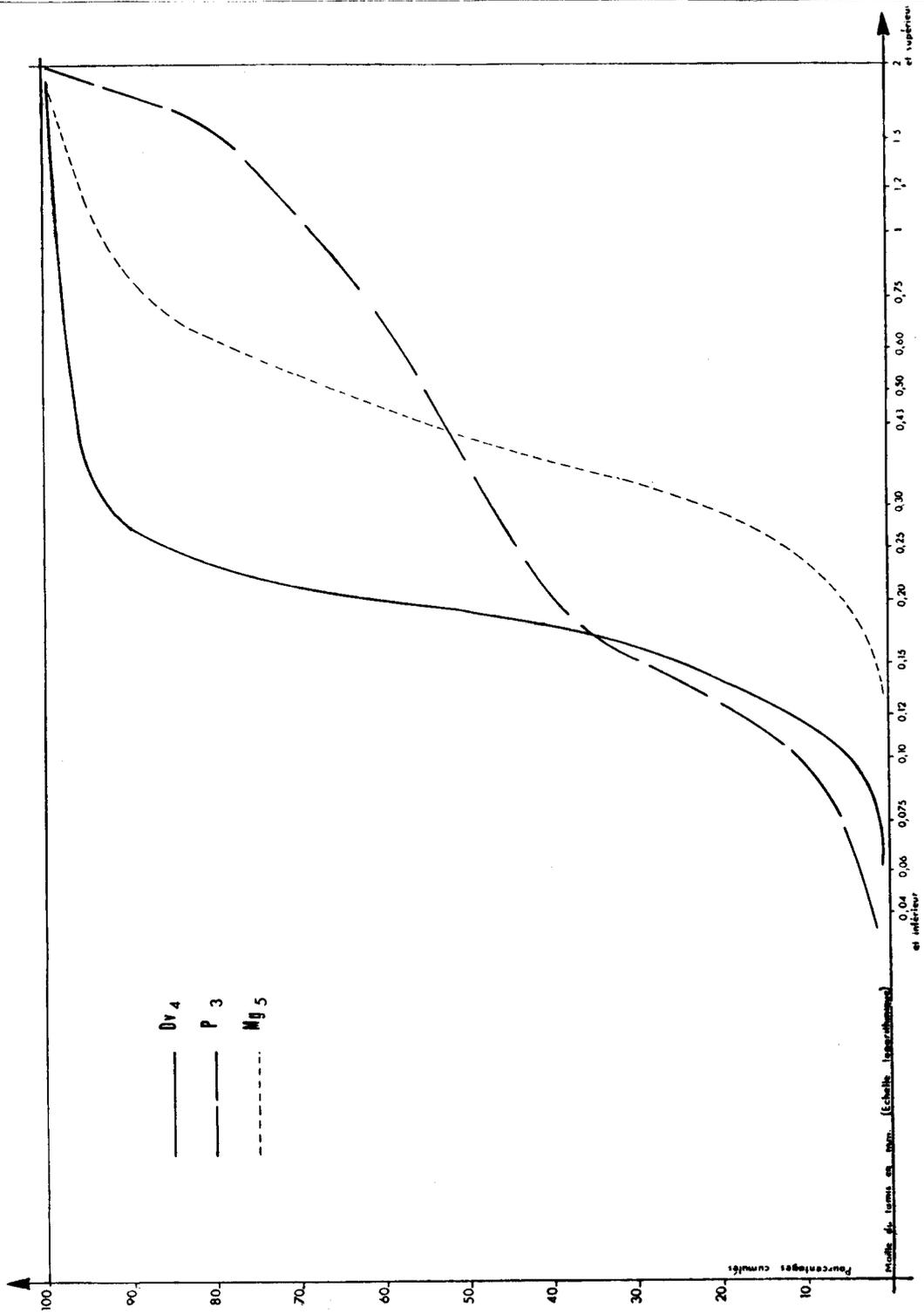


Planche N° 6

COURBES GRANULOMETRIQUES DE QUELQUES STATIONS INFRA-COTIERES

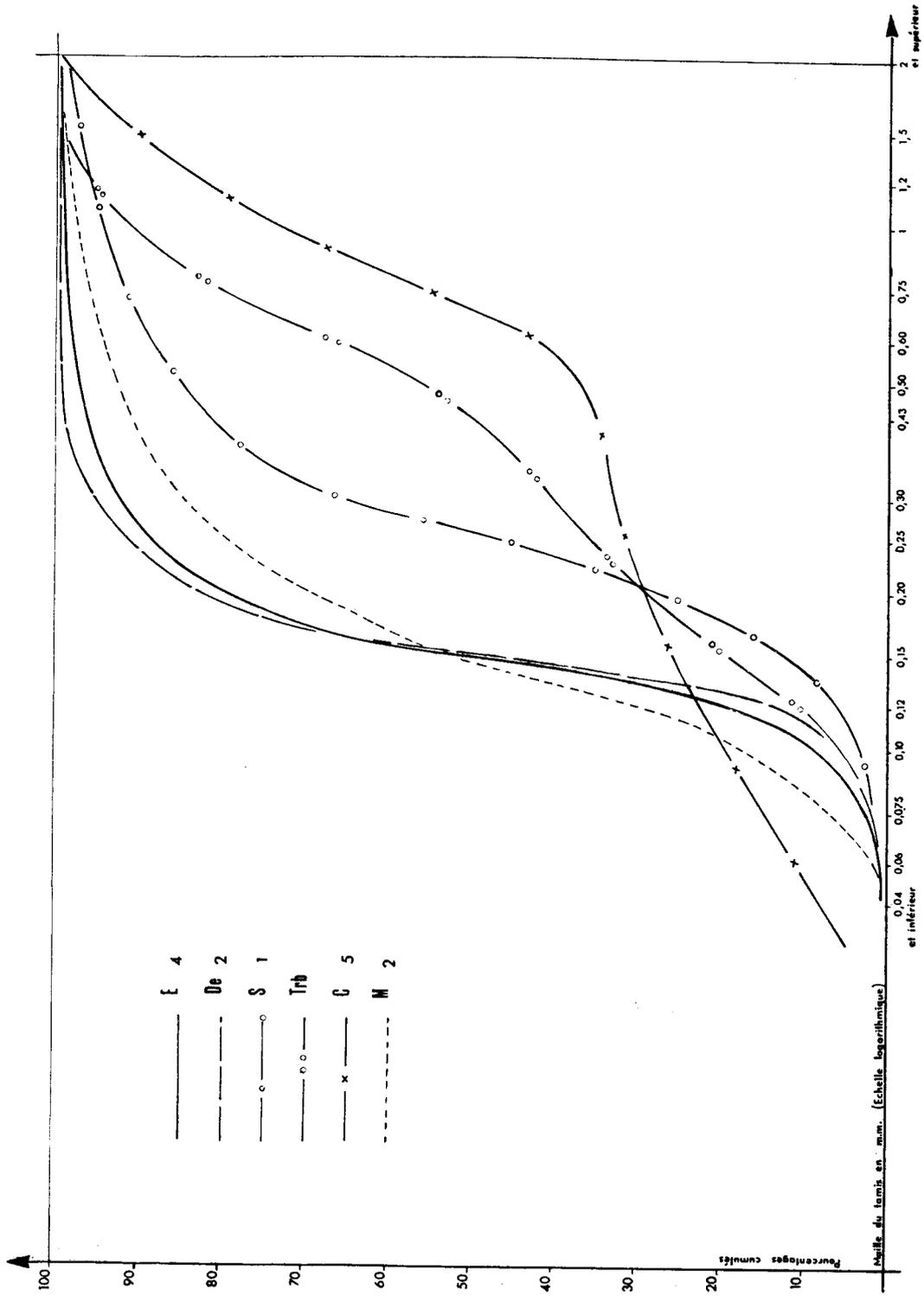


Planche n° 7

## ABSTRACT

This work gives the results of studies of benthic bionomy done on tropical sandy beaches in the vicinity of Tuléar (Madagascar).

I have constantly referred to the general scheme of zonation built up by PERES and PICARD (1958). Several methods were simultaneously used : methods for the qualitative study of the soft bottoms (PICARD 1962) and transects across the beaches, including series of uptake of sediment (50 dm<sup>3</sup>) and its fauna, along a line of maximum slope between extreme tide marks.

From the results of the analysis of the data thus collected, an attempt is made to define the intertidal zonation and distribution of the animals. The following main communities are recognized :

### I. Etage supralittoral :

One community with *Talorchestia* sp., *Excirolana natalensis*, and *Tenebrionidae* ;

### II. Etage mediolittoral :

One community dominated by *Excirolana orientalis* and several *Spionidae* ;

### III. Etage infralittoral :

— Sands exposed to wave action : *Donax* community (*Donax elegans* and *Donax aemulus*) ;

— Sands more or less sheltered : *Macoma dubia* and *Solen corneus* community with *Mysella* sp., *Nephtys* cf. *dibranchis* (?), *Dosinia hepatica* ;

— At Extreme Low Water Spring Tide : *Enteropneusts*, *Gravierella multiannulata* and *Owenia fusiformis* community.

## INTRODUCTION

### I. BUT DU TRAVAIL

Le présent travail a pour but d'essayer de mettre en évidence, dans la zone intertidale, sur les sables fins et les sables vaseux non fixés de la région de Tuléar (Madagascar), un certain nombre de biocénoses dont je tenterai d'expliquer la délimitation par l'action combinée des facteurs climatiques et édaphiques.

Il est bien évident que cette étude n'a pas la prétention d'apporter des conclusions définitives sur la bionomie des substrats meubles intertidaux, en milieu tropical. D'une part, il aurait fallu pouvoir effectuer des mesures précises relatives aux divers facteurs envisagés. D'autre part, la détermination des espèces rencontrées lors de nos prélèvements

ayant été faite, pour la majeure partie, par nous-mêmes\*, celle-ci comporte des lacunes, notamment en ce qui concerne les actiniaires et les insectes. Enfin, le manque de temps m'a également empêchée de me renseigner par des prélèvements comparables aux miens, sur les peuplements situés en continuité immédiate avec ceux que j'ai étudiés, soit en dessous du niveau des plus basses mers de vive-eau, soit sur des substrats meubles fixés par une activité animale ou bien par une végétation algale ou phanérogamique (qui sont actuellement en cours d'étude par d'autres chercheurs de la même équipe de travail).

Il faut donc considérer que le présent mémoire est à inclure dans un cadre beaucoup plus général d'étude des substrats meubles en milieu tropical, d'une part dans la région de Tuléar, d'autre part sur toute la côte Ouest malgache.

### II. HISTORIQUE

Bien que du point de vue systématique, l'Océan Indien ait inspiré un grand nombre de publications, sans compter celles des grandes expéditions (Siboga, Challenger, Valdivia etc...), les travaux écologiques ayant trait aux substrats sableux intertidaux sont extrêmement rares.

Même en considérant les régions tropicales du monde entier, on ne trouve que peu d'observations et presque toujours succinctes. L'un des premiers travaux à avoir été réalisé est celui, publié en 1942 par A. J. PEARSE, H. J. HUMM et G. W. WHARTON sur la Caroline du Nord. E. DAHL (1952) a établi des comparaisons entre les zonations des plages nordiques, tempérées et tropicales (Venezuela et Valparaiso).

D.T. GAULD et J. B. BUCHANAN (1956) ont mis en évidence, par une méthode voisine de celle que j'ai employée, une répartition altitudinale différente pour un certain nombre d'espèces, sur diverses plages de la Côte de l'Or.

Le premier travail sur le canal de Mozambique a été fait à l'île Inhaca par W. MAC NAE et M. KALK en 1958 ; ces mêmes auteurs ont d'ailleurs publié (1962) une étude beaucoup plus complète sur les zones sableuses d'Inhaca, donnant des listes d'espèces qui permettent une comparaison avec mes propres résultats.

Il faut enfin citer une petite partie de la publication de J. COLLIGNON (1960), ainsi que de celle de J. de B. BAISSAC, P.E. LUBET et C.M. MICHEL

(\*) Qu'il nous soit permis, toutefois, de dire ici notre gratitude à MM. AMAR, BELLAN, MARS, LEDOYER, Mme BELLAN qui ont revu ou précisé certaines de nos déterminations.

(1962) qui présente l'avantage d'être basée sur le même système d'étagement que celui que j'ai utilisé.

### III. MÉTHODES EMPLOYÉES

La méthode que j'ai employée résulte de l'interférence de deux techniques. La première, la plus fréquemment utilisée sur les plages, consiste à effectuer en différents points de la côte sableuse étudiée, des « coupes », c'est-à-dire des prélèvements échelonnés à des distances connues, sur une droite perpendiculaire au rivage. La seconde est la « méthode d'étude qualitative des biocénoses de substrats meubles » mise au point par J. PICARD (1962). L'organisation de mon travail peut ainsi se diviser en trois parties.

#### a. Sur le terrain\*

Lors de la phase de prospection préliminaire, j'ai parcouru à pied à basse mer toutes les zones sableuses intertidales de la région de Tuléar, afin de déterminer les différents types de plages qui y existaient et de choisir celles qui étaient les plus typiques, soit par un facteur écologique dominant, soit par un peuplement particulièrement riche. Cela m'a permis également de délimiter approximativement, pour chaque biotope apparent rencontré, les « volumes homogènes » correspondants (cf. J. PICARD 1962).

Pour chaque zone étudiée, j'ai effectué, le long d'une droite normale à la ligne de rivage, une série de prélèvements espacés d'une façon aussi régulière que possible à partir de la zone terrestre jusqu'au niveau des plus basses mers de vive-eau. Chaque prélèvement a été fait à l'aide d'une bêche plate s'enfonçant d'environ 20 à 25 centimètres, sur la surface d'un rectangle de 60 centimètres sur 40 centimètres (approximativement), de façon à obtenir un volume de sédiment, mesuré à chaque fois, et égal à 50 décimètres cubes. Ce volume a été évalué comme correspondant au « volume minimum » pour chaque biotope de la région. Les sables ont été ensuite passés au tamis de maçon français n° 12, d'une maille d'environ 2 millimètres et les animaux récoltés, immédiatement fixés dans un liquide conservateur. En considérant l'abondance particulièrement remarquable de certaines espèces, j'ai établi un premier classement des stations.

Pour compléter les prélèvements correspondants à un biotope apparent déterminé, dont le nombre minimum d'après J. PICARD (1962), doit être dix, il a été parfois nécessaire d'effectuer des stations

situées en dehors de toute coupe, mais toujours cependant dans un volume bien homogène pour le biotope considéré.

Il est bien entendu que la localisation géographique, les caractères hydrodynamiques, l'humectation ainsi que le niveau par rapport à celui de la basse-mer, ont été notés pour chaque station avec le maximum de précision. D'autre part, pour un certain nombre de prélèvements, j'ai pris une petite quantité de sédiment qui a pu être utilisée pour des mesures granulométriques. Enfin, à l'emplacement des coupes, j'ai recueilli une partie de l'eau retenue par le sable, afin de mettre en évidence des variations possibles de salinité.

#### b. Exploitation des stations

Pour chaque prélèvement, les animaux contenus dans 50 décimètres cubes de sédiments ont été déterminés dans la mesure du possible (ceux impossibles à déterminer sont restés sous un numéro, en attendant l'avis d'un spécialiste). Puis on a compté le nombre d'individus appartenant à chaque espèce ainsi que le nombre total d'individus, en notant par un signe < les individus jeunes ou mal développés.

Ceci m'a permis de constituer, pour chaque biotope envisagé, un premier tableau portant d'une part les noms d'espèces classées par ordre systématique, d'autre part les stations correspondant à ce biotope. Chaque station est représentée par une double colonne, celle de gauche correspondant à « l'abondance » (c'est-à-dire au nombre d'individus vivants de chaque espèce représentée dans le prélèvement), celle de droite, à la « dominance » (donc au pourcentage du nombre d'individus de chaque espèce par rapport au nombre total des individus de toutes les espèces de la station).

#### c. Dépouillement et présentation des résultats :

Tous les tableaux obtenus ont été réunis en un seul, en rangeant les stations en fonction :

- de l'humectation ;
- du mode.

Enfin, les espèces apparaissant comme caractéristiques d'un biotope ont été regroupées de façon à mettre en évidence les stocks biocénotiques différents.

*Remarque :* Le système d'étagement employé pour tout le travail est celui de J.-M. PERES et J. PICARD; pour la commodité de la présentation des résultats, j'ai été amenée à rediviser le tableau terminal en trois parties correspondant successivement à l'étage supralittoral, étage médiolittoral, et partie supérieure de l'étage infralittoral.

\* Le travail sur le terrain a été effectué depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1961 jusqu'au 30 janvier 1962.

## CHAPITRE I

### LE MILIEU NATUREL

Je donnerai dans ce chapitre des notions assez générales sur les divers caractères du secteur étudié, afin de permettre une vue d'ensemble.

#### A. SITUATION GÉNÉRALE DU LITTORAL ÉTUDIÉ

La région de Tuléar est située au sud-ouest de Madagascar, sur la côte orientale du canal de Mozambique. La zone prospectée s'étend de 23°10' Sud à 23°34' Sud, c'est-à-dire juste de part et d'autre du Tropique du Capricorne.

L'arrière-pays est représenté à l'Est par une série longitudinale de falaises dirigées approximativement Nord-Sud, formées de calcaires et de marnes éocènes, dans lesquels s'est développé un réseau karstique très important. Ces falaises qui correspondent à une ligne de faille, aboutissent dans la mer au niveau de la Pointe Barn Hill. En avant de cette dénivellation d'environ 100 à 150 mètres d'altitude, on trouve une plaine alluviale d'origine quaternaire parsemée, en certains points de la côte, par des affleurements de grès quaternaires tendres.

La côte est bordée de façon discontinue par des formations coralliennes plus ou moins éloignées du rivage d'une part, par des mangroves pouvant être assez développées d'autre part.

#### B. GÉNÉRALITÉS SUR LE RÉGIME MARIN ET CLIMATIQUE

##### I. Les marées.

Les marées de la région de Tuléar sont de type semi-diurne avec alternance de vives-eaux et de mortes-eaux. Il faut remarquer que, en vive-eau, la basse-mer diurne se produit toujours au moment où le soleil est voisin du zénith, ce qui accroît de façon considérable la dessiccation des substrat par élévation de température.

La mer oscille autour du niveau moyen de 2,10 mètres ; avec une amplitude, variable suivant le coefficient de marée, qui a eu, lors de notre séjour (septembre 1961 à janvier 1962), les valeurs extrêmes suivantes :

	Dates	Coefficient de marée	Niveau de la basse-mer	Niveau de la pleine-mer	Amplitude
			mètres	mètres	mètres
Grandes vives-eaux	25, 26 septembre 1961	114	0,60	3,60	3
Grandes mortes-eaux	3 octobre, 1 <sup>er</sup> novembre 1961	35	1,90	2,30	0,40

Les marées de vives-eaux nous ont permis d'observer les peuplements les plus inférieurs.

##### II. La houle.

La houle atteignant les côtes de la région de Tuléar a son origine lointaine dans la dérive générale des eaux vers l'Ouest pour la partie méridionale de l'hémisphère Sud. Aussi celle-ci a-t-elle une direction très constante (du Sud-Ouest vers le Nord-Est) et un caractère océanique très net (grande amplitude atteignant facilement trois mètres et longueur d'onde importante).

Cette houle n'a pas une action directe sur les peuplements des sables littoraux, mais agit par le déferlement qu'elle provoque sur le rivage. Celui-ci peut être modifié dans des proportions considérables par la présence le long de la côte de formations coralliennes qui jouent le rôle de brise-lames.

##### III. Le régime des vents.

La houle peut également subir de grandes variations par action du régime des vents.

En effet, la région de Tuléar est relativement indépendante de l'influence de la mousson ainsi que des alizés. Les vents sont donc des vents locaux, qui ont les caractères d'une brise thermique, soufflant régulièrement du Sud-Ouest. Ces brises se lèvent souvent en fin de matinée et peuvent atteindre une force importante. Elles agissent de deux manières :

— en amplifiant la houle préexistante ;

— en créant sur les plans d'eau calmes, parce que protégés par un récif (par exemple devant la ville de Tuléar), des vagues courtes à très forte cambrure, hautes de 1 mètre environ.

##### IV. Les courants.

Les courants n'agissent pratiquement pas directement sur les animaux qui vivent enfoncés dans le sable. Mais leur importance n'est cependant pas négligeable car ils sont susceptibles d'une part de déplacer des sédiments, d'autre part de transporter des colloïdes, transformant ainsi des sables purs en sables plus ou moins vaseux.

Ce sont essentiellement les courants de marée qui sont responsables des envasements des sédiments de la région de Tuléar. Ces courants ont une direction souvent parallèle à la côte et entraînent les matériaux mis en suspension dans l'eau de mer par le débouché de deux fleuves sur le rivage de Tuléar : le Fiherenana au Nord et l'Onilahy au Sud.

Bien qu'ils n'aient probablement que peu d'importance sur la distribution des peuplements, il faut signaler l'existence, remarquable par les formations en croissant (beach-cusps) qu'ils créent, de courants analogues aux rip-currents, mais qui n'apparaissent qu'aux fortes tempêtes sur la plage de Saint-Augustin.

### V. Les eaux continentales.

La région même de Tuléar ne subit que très peu l'influence de la mousson. Par contre l'arrière-pays est abondamment arrosé à la saison des pluies. Aussi pendant l'été austral, les deux fleuves de la zone étudiée, le Fiherenana et l'Onilahy, ont un débit accru, qui agit sur le littoral par des variations de salinité d'une part et des apports de colloïdes très importants d'autre part (l'estuaire de chaque cours d'eau est alors marqué par d'immenses nappes d'eaux chargées de produits d'érosion qui s'étalent largement sur toute la côte et envasent plus ou moins les sables sur lesquels ils se déposent).

Les pluies tombant sur les plateaux éocènes, alimentent le réseau karstique dont les résurgences sur les plages se multiplient et se font plus intenses. Ces nappes d'eau phréatique semblent avoir des parcours souterrains assez longs et se charger de matières organiques, notamment en traversant certains terrains riches en matières plus ou moins décomposées, tels que le sol des mangroves anciennes.

## C. EXPOSÉ SOMMAIRE DES PRINCIPAUX FACTEURS ABIOTIQUES

J'expliquerai de façon plus détaillée lors de la description des peuplements, les facteurs particuliers à chaque coupe, mais il m'a paru préférable de donner un bref aperçu d'ensemble des causes de variations des types de sables.

### I. Le mode.

C'est le plus important des facteurs hydrodynamiques. En effet, les courants de marée ne balayent que faiblement les plages. La houle et les vents venant d'une façon très constante du Sud-Ouest et l'orientation des plages étant approximativement toujours la même, les modifications de ce facteur seront liées à des causes extérieures, telles que la présence, en avant des plages étudiées d'un bris-lames constitué soit par un récif, soit par une mangrove, soit par les deux à la fois.

### II. La teneur en vase.

La teneur en vase dépend du facteur précédent, car les eaux turbides ne déposent leurs particules

organiques en suspension que dans des zones suffisamment calmes. Je rappellerai à cette occasion que je me suis contentée de travailler sur les sables vaseux (non fixés), les vases, sableuses ou pures, étant étudiées par R. DÉRIJARD (1963), les sables vaseux couverts d'herbiers de Phanérogames marines étant l'objet de recherches de la part de J. PICARD.

### III. La granulométrie.

Les limites de variations de la granulométrie des sédiments étudiés sont assez rapprochées. Cependant, l'allure des courbes cumulatives nous donnera une indication sur les différents types de sables rencontrés.

### IV. La rétention d'eau.

Le facteur rétention d'eau est important car il conditionne le classement altitudinal des peuplements, beaucoup plus que leur niveau par rapport aux basses mers. C'est ainsi qu'au-dessous de la rupture de pente quand elle existe, on trouve toujours des populations référables à la partie supérieure de l'étage infralittoral car les animaux, tous fouisseurs, s'enfoncent dans le sable au niveau de la nappe d'eau ici peu profonde.

### V. Salinité.

Les mesures effectuées ont montré des variations très importantes de salinité, suivant les plages considérées. Les résultats extrêmes se situent vers 16,0 grammes pour mille pour le minimum et 37,2 grammes pour mille pour le maximum. Ces différences ont trois causes essentielles :

1° L'action des résurgences du réseau karstique qui donnent à marée basse des écoulements d'eau très dessalée, mais qui sont localisées en « taches » de quelques mètres ;

2° L'influence des deux fleuves Fiherenana et Onilahy, en particulier en période des crues ;

3° L'évaporation, particulièrement intense à marée basse du fait de la concordance des heures de bassemer avec le passage du soleil au zénith, qui provoque une certaine sursalure.

La combinaison de tous ces facteurs abiotiques, auxquels il aurait fallu pouvoir ajouter la température et pH, permet une discrimination des différents types de sables dont je vais donner une répartition géographique. Nous verrons dans quelle mesure les peuplements leur correspondent. Enfin, il faut remarquer que la prédominance d'un facteur ou d'un autre peut entraîner l'abondance particulière d'une espèce déterminant alors l'apparition d'un faciès.

## D. RÉPARTITION DES SABLES DANS LA RÉGION DE TULÉAR

La zone prospectée s'étend depuis le village vèzo d'Ifaty à une vingtaine de kilomètres au nord de Tuléar, jusqu'à la rive droite de l'Onilahy au sud (voir carte, page suivante). Etant donné l'importance que joue le mode dans la discrimination des sables, comme nous l'avons vu précédemment, nous pourrions distinguer immédiatement deux types de plages, celles de mode battu et celles de mode faiblement agité à calme.

### a. Les plages de mode battu.

Les plages de mode battu sont celles qui ne sont pas protégées par des édifices récifaux. On remarque facilement sur la carte qu'elles sont au nombre de deux :

1° *La plage de Saint-Augustin*, au Sud, est formée par l'accumulation des alluvions de l'Onilahy, qui sont ici, étant donné la proximité du fleuve, des sables fins et purs. La houle du Sud-Ouest y déferle librement car la profondeur des fonds de la baie de Saint-Augustin s'accroît extrêmement rapidement ;

2° *La plage de la Batterie*, s'étendant sur une longueur d'environ 6 kilomètres et d'une largeur importante. Elle représente la partie méridionale de l'ensemble de l'estuaire du Fiherenana qui est composé :

— d'une flèche littorale qui s'étire sensiblement du Sud vers le Nord, le long du cours actuel du fleuve ;

— d'un « bouchon » sableux bordé d'un petit récif localisé correspondant à un ancien lit du fleuve ;

— et d'une seconde flèche orientée Nord-Ouest, Sud-Est, reste du trajet primitif des eaux du Fiherenana. C'est cette portion du rivage, de type dunaire dans le domaine terrestre, qui forme la plage de la Batterie. Cette plage ne possède aucun abri contre la houle qui contourne la corne Nord du grand récif de Tuléar.

### b. Les substrats meubles de mode faiblement agité à calme.

Pour faciliter l'exposé, je me bornerai à décrire brièvement les substrats meubles de mode agité à calme de la région, en partant du Nord et en allant jusqu'à la Pointe de Barn Hill, étant donné que la plage de Saint-Augustin de mode battu représente la portion la plus méridionale de la côte étudiée.

Tout au nord de notre aire de travail, la plage d'Ifaty présente la particularité d'être constituée par une mince couche de sable pur, reposant sur un

banc de grès quaternaire qui affleure en de nombreux endroits. Au fur et à mesure que l'on se dirige vers le Sud, les affleurements de grès se raréfient puis disparaissent.

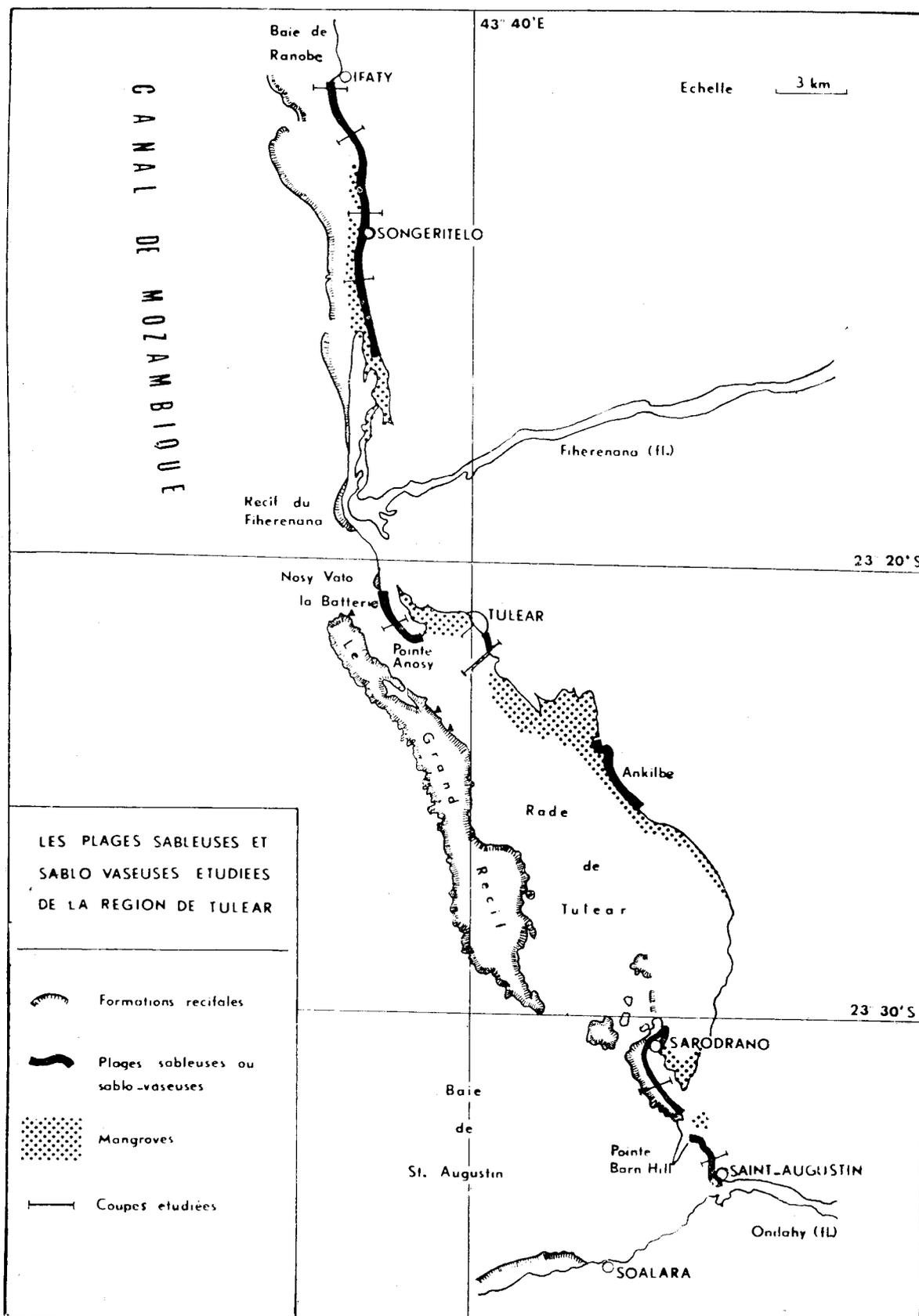
On aboutit alors, au nord du village de Songeritelo, à une plage de sable propre pour les niveaux supérieurs. De même qu'à Ifaty, les niveaux inférieurs se distinguent de ceux d'en haut par une rupture de pente nette et un envasement beaucoup plus intense. Les colloïdes, en provenance du Fiherenana, sont amenés par le jusant et se déposent grâce à la protection du récif.

A partir de Songeritelo et jusqu'à l'estuaire actuel du Fiherenana, cette protection est encore accrue par la présence, immédiatement en avant de la plage, d'une mangrove littorale. La granulométrie tend à devenir plus grossière en même temps qu'irrégulière, car on trouve ici le mode le plus calme du secteur étudié.

Au sud de l'estuaire du Fiherenana et de la plage de la Batterie, déjà cités plus haut, nous trouvons, face à la ville de Tuléar, une série d'atterrissements sablo-vaseux et vaseux dont la distribution actuelle n'est pas naturelle. Elle a en effet été modifiée du fait de la construction, assez récente, de deux jetées perpendiculaires à la côte. Pour situer ces substrats entre la Pointe Anosy et le port de Tuléar qui sont découverts à chaque marée basse, nous pouvons dire assez grossièrement qu'une vaste nappe de vase est encadrée d'une part par une bande de sable réduit longeant, avec quelques interruptions, le niveau des basses-mers, d'autre part par un ensemble de sédiments sableux et sablo-vaseux constituant les niveaux moyens et supérieurs. De plus les sables et sables vaseux entraînés par les courants se déposent à l'abri de ces digues en formant une pointe en arrière de chacune d'elles. L'action de la houle ne se fait pas sentir dans la portion du littoral se trouvant à l'est du grand récif ; l'agitation est due seulement à la brise thermique lorsqu'elle se lève, mais les vagues qu'elle crée, n'agissent que jusqu'à une profondeur très faible.

Les plages s'étendant au sud de Tuléar jusqu'à l'anse de Sarodrano, se rapportent au même type que celles situées au sud de Songeritelo. Il existe aussi des hauts-fonds, de nature mal définie, à une faible distance de la côte, ainsi qu'une mangrove littorale isolant une bande de sable plus ou moins propre.

Immédiatement au sud du Tropique du Capricorne une flèche sableuse s'élançe du Sud-Est vers le Nord-Ouest en s'appuyant contre la falaise karstique de Barn Hill. A l'abri de ce crochon, l'anse de Sarodrano est surtout couverte de substrats fixés, soit



par la mangrove quand ils sont vaseux, soit par des herbiers de Phanérogames s'ils sont à dominance sableuse. Il existe cependant du côté Est de la flèche, des atterrissements sablo-vaseux référables à ceux qui sont devant la Station Marine de Tuléar. L'autre versant ne présente qu'un mode faiblement battu en raison de la présence d'un récif corallien qui borde toute la presqu'île jusqu'à la Pointe Barn Hill.

### E. CHOIX DES EMPLACEMENTS DES COUPES

Pour décider de l'emplacement des coupes, j'ai considéré des plages aussi différentes que possible les unes des autres, en fonction des différents facteurs énoncés plus haut. J'ai ainsi effectué au total huit coupes. Trois de celles-ci n'ont pas été l'objet de prélèvements faits selon la méthode de J. PICARD (1962), sur toute la hauteur de la plage, mais j'y ai malgré tout observé les peuplements qui nous étaient déjà connus par des prélèvements faits ailleurs. J'ai ainsi obtenu la série de coupes suivante (voir carte) :

- la plage de Saint-Augustin ;
- la plage de la Batterie ;
- la plage devant la Station Marine de Tuléar ;
- la flèche sableuse de Sarodrano ;
- la plage à proximité du village d'Ifaty ;
- la plage au sud d'Ifaty ;
- la plage près de Songoritelo, entre deux mangroves littorales ;
- la bande sableuse en arrière de la mangrove de Songoritelo.

Il faut remarquer que ces coupes ont été classées dans un ordre d'agitation décroissante : les 2 premières sont en mode battu ; les 5 suivantes sont protégées uniquement par la présence d'un récif, bien que celle située devant la ville de Tuléar subisse les effets de la brise thermique et des vagues engendrées par celle-ci ; enfin la dernière est isolée de la haute mer par un récif et une mangrove littorale dense.

Il m'a semblé logique de présenter les résultats dans le même esprit que celui dans lequel ont été conduites les recherches sur le terrain et ce ne sera que dans les conclusions générales que j'essaierai de faire apparaître la zonation et les biocénoses selon le système d'étagement de J.-M. PERES et J. PICARD (cf. PERES 1961).

## CHAPITRE II

### LES PLAGES DE MODE BATTU

Les plages de mode battu, comme je l'ai dit plus haut, sont représentées dans la région de Tuléar par les deux portions de rivage non protégées par un

récif, c'est-à-dire la plage de Saint-Augustin et celle de la Batterie. La similitude de ces zones étant presque parfaite, je les étudierai ensemble.

### A. LES FACTEURS ÉCOLOGIQUES

#### I. Les facteurs hydrodynamiques.

##### a. *Le mode.*

La plage de Saint-Augustin reçoit directement la grande houle océanique du Sud-Ouest qui s'étale dans la baie de Saint-Augustin, après avoir subi une légère diffraction sur le récif de Soalara. L'amplitude des vagues varie, suivant l'état de la mer, de 1 à 3 mètres. Les crêtes des vagues s'accrochent d'une part à la Pointe Barn Hill, d'autre part à l'extrémité sud de la plage et s'arrondissent pour épouser la forme en croissant du rivage. A marée basse, le déferlement se produit uniquement sur la ligne de contact entre la mer et la côte, car l'augmentation des fonds est assez rapide du fait de la proximité du canyon de Saint-Augustin.

La plage de la Batterie est battue également par la houle océanique ; cependant la direction de celle-ci est très modifiée par la présence de la corne nord du grand récif de Tuléar. Lors de survols en avion, j'ai pu observer les crêtes des vagues qui perdent leur parallélisme pour tourner autour du récif et pénétrer dans la passe. Cette diffraction donne aux lames une nouvelle direction Ouest-Nord-Ouest — Est-Sud-Est.

Les considérations précédentes expliquent que la plage de la Batterie soit, comme celle de Saint-Augustin, en mode battu.

##### b. *Les courants.*

Les courants qui affectent ces plages sont essentiellement des courants de marée.

A Saint-Augustin, le jusant longe la côte pour contourner ensuite la falaise de Barn Hill. Il entraîne ainsi les matières latéritiques en suspension apportées par le fleuve Onilahy, particulièrement abondantes en période de crue. Mais ces fines particules ne commencent à se déposer que vers l'extrémité nord de la plage et laissent ailleurs le sable propre. Le courant de flot, circulant en sens inverse aurait tendance à repousser les eaux turbides.

A la Batterie c'est le perçant, orienté Sud-Est-Nord-Ouest qui refoule plus ou moins les nappes d'eau chargées de produits d'érosion jaunâtres, déversées un peu plus au Nord par le Fiherenana en crue. Le sable reçoit ici, peut-être, un peu plus de particules vaseuses qu'à Saint-Augustin, particules qui sont apportées par le flux. Mais ces courants de marée au niveau de la passe Nord sont assez rapides pour empêcher tout dépôt important.

## II. Les facteurs hydrologiques.

### a. La salinité.

Les mesures que j'ai effectuées sur les plages de mode battu ont donné les résultats suivants : \*

La Batterie : 37,2 g ‰ et 36,6 g ‰

Saint-Augustin : 22,4 g ‰ et 16,0 g ‰

Ces variations peuvent s'expliquer par divers phénomènes :

1° Pour la plage de la Batterie, la sursalure provient d'abord de l'évaporation qui a lieu à marée basse, évaporation accrue par la chaleur due au rayonnement solaire intense ; mais cette évaporation intervient également sur la plage de Saint-Augustin, exposée au soleil de la même façon. Une cause beaucoup plus importante de cette sursalure est la présence, en arrière de la dune bordant la plage de la Batterie, d'évaporites qui sont soit envahies par les grandes marées d'équinoxe, soit recouvertes d'eau de pluie à la saison humide. Ces eaux, après avoir dissous les sels qui sont à l'état cristallisé sur ces surfaces, s'écoulent en passant à travers la dune vers la plage située à un niveau inférieur par rapport à elles.

Il faut signaler aussi que, si la plage de la Batterie est humectée dans son ensemble par des eaux sur-salées, elle présente à certains endroits des résurgences d'eau douce. En effet, près du récif de Nosy-Vato et de celui du Fiherenana, on aperçoit des lentilles plus ou moins étendues de sable brillant par suite d'une humectation plus intense. Bien que je n'aie pu effectuer des mesures de salinité à cette occasion, le peuplement qui marque ces taches me permet, comme nous le démontrerons plus loin, d'affirmer que ces zones sont lavées par des eaux pratiquement douces, provenant du lit souterrain du Fiherenana.

2° Sur la plage de Saint-Augustin les courants de marée descendante étalent l'eau douce amenée par le fleuve voisin et provoquent une dessalure importante bien que légèrement compensée par l'évaporation.

Nous verrons d'ailleurs que ces variations considérables, aussi bien dans l'espace que dans le temps, car à marée haute les animaux sont baignés par une eau de salinité moyenne, n'influencent nullement les peuplements et que la similitude des deux plages de mode battu reste pratiquement parfaite.

\* Je donnerai volontairement mes résultats avec une seule décimale estimant que cette précision est largement suffisante pour une étude biologique concernant le benthos.

### b. La température.

Les écarts de température provoqués par l'échauffement dû au rayonnement solaire, sont très rapidement amortis lorsque l'on s'enfonce dans le sédiment. Aussi la température de l'eau retenue par le sable ne diffère certainement guère de celle de l'eau du large.

On peut donc considérer le facteur température comme négligeable, particulièrement ici, où la couche d'eau à marée haute est assez importante.

## III. Les facteurs liés au substrat.

### a. La teneur en matière organique et argileuse.

Je n'ai pu effectuer de mesures précises sur la teneur en matières organiques et argileuses. Cependant, diverses raisons me permettent de penser que cette teneur est faible :

— le sable de ces plages de mode battu est lessivé par le déferlement violent à chaque marée montante ou descendante ;

— la distribution des courants ainsi que je l'ai indiqué plus haut, ne facilite guère le dépôt des particules fines en suspension ;

— enfin le sable à une couleur jaune clair bien franche et ne présente aucune trace de réduction en profondeur.

Nous pouvons dire que les plages de mode battu sont formées de sable presque pur et propre, remanié sans cesse par les marées.

### b. Granulométrie.

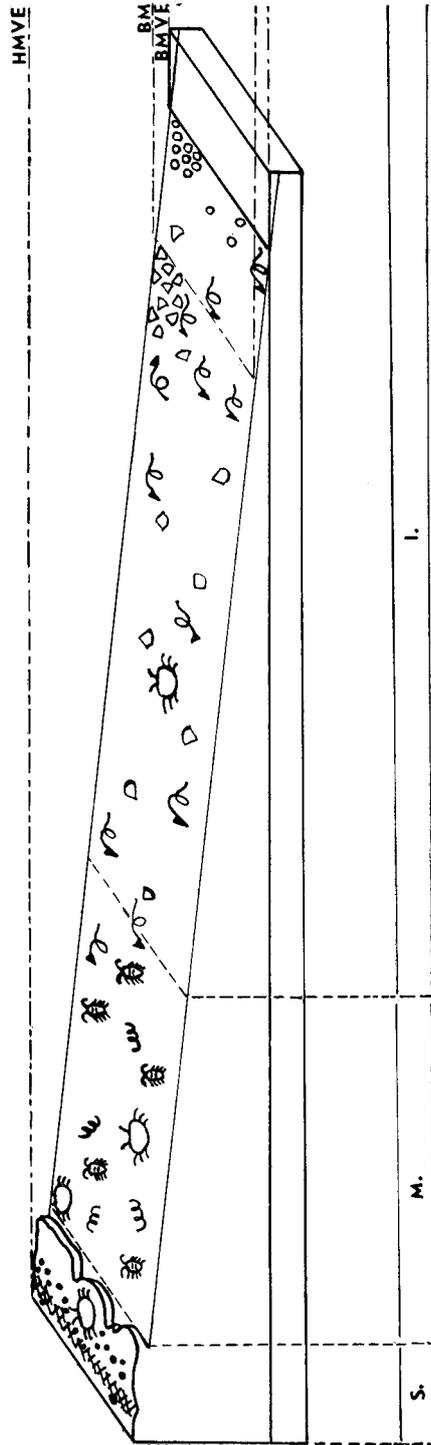
Les courbes granulométriques (voir planche n° 7, courbe De<sub>2</sub>), ne montrent pratiquement pas de différences entre le sable de la Batterie et celui de Saint-Augustin. Les deux plages considérées sont constituées de sable alluvial homogène et fin. A Saint-Augustin, les sédiments ont été déposés par l'Onilahy et à la Batterie par l'ancien cours du Fiherenana qui se dirigeait initialement vers la rade de Tuléar (comme le prouvent le reste d'estuaire et la mangrove qui l'occupe, ainsi que les écoulements d'eau qui se font encore en période de crue).

Ces sables accumulés en grande quantité, forment dans le domaine terrestre des reliefs dunaires, souvent déplacés par le vent.

Ces plages montrent de plus, des zones très localisées, remarquables du point de vue granulométrique et par leur peuplement. Ces taches, correspondant sans doute au résultat de l'action des rip-courants, sont constituées par du sable pur mais grossier, recouvert d'une mince couche de sable fin constituant également la majeure partie de la plage.

COUPE SCHEMATIQUE D'UNE PLAGE DE MODE BATTU  
(ST. AUGUSTIN OU LA BATTERIE)

Echelle 1/1000



- |    |                                |
|----|--------------------------------|
|    | <i>Ocypode ceratophthalmus</i> |
| "  | <i>Ocypode cordimanus</i>      |
|    | Laisses des grandes marées     |
| S. | Etage Supralittoral            |
| M. | Etage Mediolittoral            |
| I. | Etage Infralittoral            |
- 
- |  |                               |
|--|-------------------------------|
|  | Neritides (?)                 |
|  | <i>Donax aemulus</i>          |
|  | <i>Donax elegans</i>          |
|  | <i>Iacra petiti</i>           |
|  | <i>Excirrolana orientalis</i> |
|  | <i>Talorchestia</i> sp.       |

L'hétérogénéité de ces lentilles ressort sur des courbes cumulatives (voir planche n° 7 courbe Trb) et les animaux qui les habitent marquent aussi cette différence de granulométrie entre les deux sédiments superposés;

c. *Inclinaison du substrat.*

A la Batterie, comme à Saint-Augustin, on trouve les plages les plus fortement inclinées de la région. La pente atteint approximativement 10 p. 100. De plus il faut remarquer que cette pente est régulière jusqu'au niveau des plus basses mers de vives-eaux sans aucun changement. Cette absence de rupture de pente empêche toute transition nette entre les divers peuplements des étages rencontrés ici.

## B. LES PEUPELEMENTS

En descendant du sommet de la plage vers le niveau des basses mers de vives-eaux, l'observation de la surface du sable permet de distinguer 3 zones qui se retrouvent dans les peuplements.

### I. Etage supralittoral.

Dans la région de contact entre le domaine terrestre et le milieu marin, le sable est sec en surface mais reste légèrement humide en profondeur. La quantité d'eau retenue est plus importante lorsque ce sable est protégé de l'évaporation par les débris de bois flottés qui sont les laisses des grandes marées. En effet, ce sable n'est recouvert qu'en période de vive-eau. Il correspond donc à l'Etage Supralittoral.

Des *Talitridae*, *Talorchestia* sp. s'enfouissent dans ce sable humide et sont encore plus abondants sous les laisses sous lesquels ils circulent à la surface du sable. Ces Amphipodes sont fréquemment accompagnés de coléoptères *Tenebrionidae* qui appartiennent au peuplement marin, car quelques coups de bêche donnés dans la dune avoisinante ne montrent aucune des deux espèces qui les représentent. Un Isopode, *Excirolana natalensis*\* (Van Höffen) bien que souvent en très petit nombre, semble caractéristique de cette zone. Je n'ai pas trouvé ce *Cirolanidae* à la plage de Saint-Augustin; mais je n'ai pas tamisé 50 décimètres cubes de sable dans cette partie de la grève et ai seulement observé les peuplements en creusant le sable; aussi je ne peux affirmer que celui-ci n'existe pas ici.

\* Au sujet de ce crustacé, R. AMAR qui l'a déterminé m'a précisé que les exemplaires qui sont en ma possession correspondent bien à la description faite par K.H. BARNARD (1950) pour l'Afrique du Sud. Par contre, la description originelle de Van HÖFFEN est tellement vague qu'il est difficile d'établir une comparaison avec celle-ci.

Les crabes tropicaux, *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) et *Ocypode cordimanus* Desm. creusent dans cette zone et même parfois au-dessus, dans le sable terrestre, des terriers en oblique qui sont toujours vides à marée basse. On retrouve également ces terriers dans la zone située immédiatement au-dessous.

### II. Etage médiolittoral.

Dans cette portion de plage, le sable est baigné à chaque haute mer et s'essore moins. Il représente donc l'Etage médiolittoral.

Ce sédiment est habité de façon très constante sur les plages non protégées par un récif, par un Spiro-nidien indéterminé qui est peut-être un *Nerinides*. Lors d'une note préliminaire, j'avais déterminé à tort cette Polychète comme *Nerine cirratulus* (Delle Chiaje); cette dernière espèce existe en fait en mode calme et est remplacée en mode battu par le *Ner-inides* (?). *Nerinides* (?) peut, au centre de sa zone d'extension, qui correspond à l'ensemble de l'Etage médiolittoral, être en nombre assez élevé: j'ai dénombré jusqu'à 59 individus pour 50 décimètres cubes de sédiments. Les *Nerine cirratulus* (Delle Chiaje), ne se rencontrent qu'à l'état d'exemplaires isolés qui ont presque ici la signification d'espèces accidentelles mais permettent de confirmer la place du niveau à *Nerinides* (?) dans l'étagement.

Un autre *Cirolanidae* marque cette zone moyenne, *Excirolana orientalis* (Dana) et il est intéressant de remarquer ce remplacement d'un étage à l'autre de l'*Excirolana natalensis* (Van Höffen) par l'*Excirolana orientalis* (Dana), remplacement qui a lieu sur toutes les plages de la région car nous verrons que les Etages supérieurs sont dans l'ensemble assez homogènes.

Sur le sable, à marée basse, apparaissent des traces en arabesques correspondant au déplacement des petits Pélécy-podes *Donax cernulus* Smith. On relève également des bosselures dues à l'enfouissement de *Donax elegans* Odhner. Cependant ces deux *Donacidae* ne sont dans cette zone, qu'en nombre réduit et dispersés au hasard. Ces animaux se déplacent avec la marée et doivent donc être considérés ici comme des individus restés en arrière lors du recul de la mer et n'appartenant pas en fait au peuplement permanent de l'Etage médiolittoral. Il faut d'ailleurs remarquer que dans les coupes, on les trouve plutôt vers le bas de la zone d'humectation alternée (Etage médiolittoral).

Par contre, j'ai trouvé à la Batterie, un autre *Donacidae*, *Donax faba* Chemnitz qui se retrouve sur les autres plages de la région dans tout l'Etage médiolittoral dont il est nettement préférentiel.

Les terriers d'Ocypodes sont nombreux aussi dans cette partie de la plage, et ils ont probablement la signification de « terriers de secours ». En effet, l'un au moins de ces Ocypodes, *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) est carnassier et se nourrit soit de *Donax faba* Chemnitz, soit de *Donax elegans* Odhner, dont ils brisent les coquilles. En particulier, sur les plages de mode battu, pour les *Donax elegans*, les crabes sont obligés de suivre les Pélécy-podes lors des déplacements qu'impose à ceux-ci le rythme de marée. Aussi les crabes creusent des terriers de refuge dans l'Étage médiolittoral pour y effectuer leurs incursions nutritives qui s'étendent jusqu'au niveau de la basse mer. En parcourant la plage découverte par la mer, on voit tous les Ocypodes chercher leur nourriture et on peut suivre les traces de leurs pattes partant d'un terrier jusqu'aux débris de coquille du *Donax* qu'ils ont déterrés. A ce moment-là, ils recouvrent à peu près la moitié supérieure de la plage, à l'exclusion du sable à *Talitridae*.

### III. Etage infralittoral.

#### a. Cas général.

La portion inférieure de la plage peuplée de *Donax* est très étendue en hauteur. Elle est constituée de sable devenant de plus en plus humide au fur et à mesure que l'on descend vers le niveau des basses mers de vive-eau. Le peuplement suit cet accroissement de l'humectation et s'enrichit corrélativement.

Les deux espèces de *Donacidae* que j'ai citées plus haut, *Donax aemulus* Smith et *Donax elegans* Odhner sont nettement caractéristiques de cette zone. Ils la peuplent sur toute son étendue avec une densité qui s'accroît jusqu'à un maximum situé au niveau de la mer ; en effet, ces *Donax* suivent le mouvement des eaux, exactement comme l'ont décrit H. J. TURNER et D. L. BELDING (1957) pour *Donax variabilis*. A chaque déferlement suffisamment intense, ils sortent du sable et se laissent entraîner pour s'enfouir un peu plus haut ou un peu plus bas, suivant que la marée est montante ou descendante. Il faut signaler qu'au niveau d'une coupe faite au hasard, le nombre de *Donax elegans* peut varier dans de très grandes proportions car ils sont toujours groupés en « bancs », c'est-à-dire en taches lenticulaires d'un diamètre maximum de 3 à 5 mètres.

Ces Mollusques Lamellibranches sont accompagnés d'un certain nombre d'espèces que l'on ne trouve nulle part ailleurs et qui sont dans l'ordre où on les rencontre en descendant la plage vers la mer :

— une Polychète, *Goniadopsis incerta* Fauvel, qui semble être très localisée à un certain niveau et ne pas descendre jusqu'à celui des basses mers ;

— un Pélécy-pode appartenant encore à la famille des *Donacidae*, *Donax madagascariensis* Wood, toujours trouvé à l'état d'exemplaires isolés ;

— une autre Polychète *Sigalion mathildae* AUDOUIN et M. EDW. qui ne remonte pas dans la partie supérieure de l'Étage, ainsi que les trois espèces suivantes encore plus exigeantes pour le facteur humectation :

— *Iacra petiti* Dautzenberg (Pélécy-pode) ;

— *Lumbriconereis* sp. (Polychète errante) ;

— *Spio magnus* Day, Polychète sédentaire récoltée uniquement à Saint-Augustin.

Outre cette liste d'espèces caractéristiques, des Polychètes non caractéristiques :

— *Magelona obokensis* Gravier ;

— *Onuphis eremita* Audouin et M. Edwards ;

— *Eulepis geayi* Fauvel,

se retrouvent sur des substrats moins purs et moins battus, mais toujours à un niveau aussi bas ; c'est-à-dire que ce sont des espèces supportant mal l'exondation mais assez tolérantes à l'égard de l'agitation et au caractère plus ou moins réducteur du sédiment.

#### b. Les zones lenticulaires constituées de sable grossier\*.

Elles sont habitées par quelques espèces (un Gastéropode et deux Hippides) particulières à ce milieu :

— *Terebra coerulea* Lamarck ;

— *Albunea symnista* (Linné) ;

— *Albunea paretoi* Guérin.

Il convient de remarquer que le sable fin qui recouvre ces taches contient le peuplement habituel de ces plages, en particulier *Donax elegans* Odhner et *Donax aemulus* Smith. Il semble donc bien que ces sables grossiers soient amenés lors des tempêtes, par les courants puis recouverts à marée descendante par le sable fin de la plage qui glisserait des niveaux supérieurs.

Ces espèces ne se retrouvent que dans des zones ayant une granulométrie semblable, à Sarodrano et Ifaty, sans compter la Batterie et Saint-Augustin. Ce serait donc là, l'ébauche d'une autre communauté, sur sables grossiers lavés par les courants (rip-currents). Il nous manque malheureusement des éléments pour préciser notre hypothèse.

c. D'autre part, sur la plage de Saint-Augustin, il arrive assez fréquemment surtout après une tempête, de ramasser vivants des *Echinodiscus*

\* Communication orale de M. J. PICARD.

*bisporatus* (Leske) qui, rejetés d'un niveau situé sans doute immédiatement au-dessous des basses mers, s'enfouissent dans le sable en laissant une trace en S à sa surface.

d. Enfin, à la Batterie, se produit un développement saisonnier de gros Flagellés verts qui constituent un enduit verdâtre à la surface du sable, enduit localisé en taches et situé toujours à peu près au même niveau.

Grâce aux observations de M. J. PICARD (lors de son séjour en août 1962), nous savons que ces flagellés verts, appartenant normalement à la microfaune du sédiment, montent en surface au niveau des résurgences de la nappe phréatique du Fiherenana, par réaction contre la diminution de salinité. Lorsque cette baisse de salinité est trop importante, ces flagellés meurent et disparaissent définitivement, ce que j'avais vu se produire à la saison des pluies précédente.

En effet, devant la Station Marine de Tuléar, où il n'existe aucune résurgence, je n'avais jamais observé ces traînées verdâtres sur le sédiment, bien que la granulométrie du sable ne présente que de faibles différences avec celle de la Batterie. En août 1962, une arrivée artificielle et momentanée d'eau douce sur la plage, provoqua l'apparition des flagellés tout autour de l'écoulement alors que là où le courant était le plus fort et donc le sable le plus dessalé, les Protistes étaient immédiatement entraînés vers le bas de la grève. M. J. PICARD mit dans un récipient un peu de sédiment recouvert d'enduit verdâtre, le tout humecté d'eau douce. Les flagellés restaient toujours à la surface du sable. Mais lorsque l'eau douce fut remplacée par de l'eau de mer de salinité normale, ceux-ci s'enfoncèrent presque instantanément et du fait de la faible épaisseur du sédiment mis à leur disposition, tapissèrent le fond du bocal d'une pellicule verte. Des flagellés conservés avec de l'eau douce, disparurent rapidement, de même que ceux de la Batterie à la saison des pluies et de même que ceux sortis devant le laboratoire, lorsque l'écoulement d'eau douce fut trop intense.

### C. CONCLUSION

Les peuplements des plages de la Batterie et de Saint-Augustin présentent une identité presque parfaite. Ceci provient du fait que le facteur agitation a une importance primordiale sur les communautés de substrats meubles.

Par contre, le facteur salinité qui, dans le cas présent varie dans de très grandes proportions n'influence apparemment que peu la distribution des animaux. Cependant, l'absence de *Donax faba* Chemnitz et la présence de *Spio magnus* Day uniquement à Saint-Augustin, doivent être rapportées sans doute, à cette dernière cause.

Après l'étude des diverses plages de la région, il nous sera plus facile de mettre en évidence les influences très nettes qui apparaissent entre les peuplements de mode battu et ceux de mode plus abrité. Nous verrons ressortir en particulier pour l'étage infralittoral un stock d'espèces exclusives de ce milieu ce qui prouve bien l'existence d'une biocoenose infralittorale de substrats meubles de mode battu.

## CHAPITRE III

### LES ATTERRISEMENTS SABLEUX ET SABLO-VASEUX EN MODE ABRITÉ DEVANT LA VILLE DE TULÉAR

La distribution des atterrissements situés devant la ville de Tuléar est conditionnée par l'existence des deux jetées. Ces substrats meubles, en grande partie sableux et sablo-vaseux, sont découverts à marée basse, sur une distance de l'ordre de 1.000 à 1.500 mètres à partir du niveau des hautes mers. La pente de cette grève étant faible, l'étage infralittoral occupe une large surface.

J'étudierai d'abord les conditions écologiques de ces substrats ; ensuite je donnerai un aperçu des peuplements qui s'y rencontrent.

#### A. LES CONDITIONS ÉCOLOGIQUES

##### I. Facteurs hydrodynamiques.

###### a. *Le mode.*

La portion de rivage s'étendant devant la Station Marine de Tuléar est totalement indépendante de la houle océanique dont elle est protégée par le grand récif.

Cependant, lorsque la brise thermique du Sud-Ouest se lève, la distance du récif à la côte est suffisante pour ménager un fetch de 3.000 à 4.000 mètres. Les vagues qui se forment alors, sont très courtes, mais peuvent atteindre une amplitude dépassant le mètre.

A marée haute, étant donné que l'épaisseur de la couche d'eau est faible, l'action des vagues se fait sentir sur le sédiment, dont elles mettent en suspension les particules fines. Cependant, l'amortissement de la houle se fait assez rapidement, en raison même de la diminution des fonds au fur et à mesure que l'on avance vers la côte.

Vers le nord de la rade, la houle océanique pénètre dans la passe, après s'être fortement atténuée par rotation autour de l'extrémité du grand récif.

Lorsque ce résidu de houle est conjugué avec la brise marine, le déferlement est encore assez important et l'on peut considérer que la pointe Anosy est en mode moyennement battu;

#### b. *Les courants.*

C'est l'action des courants de marée par rapport aux deux digues du port de Tuléar, qui explique la distribution actuelle des substrats meubles devant la ville.

L'intensité de ces courants est cependant faible.

Le jusant est le plus important car sa direction est la plus constante : il est orienté Sud-Est — Nord-Ouest, les eaux se retirant par la passe Nord.

## II. Facteurs hydrologiques.

#### a. *La température.*

Les variations de température du sédiment sont conditionnées par les durées d'exondation de la zone intertidale. Aussi les sables situés les plus loin du niveau des basses mers subiront des élévations de température plus importantes que ceux qui sont en continuité avec le chenal. Je rappellerai également d'une part, que l'action de la température se fait particulièrement sentir à Tuléar, car les basses mers de vives-eaux ont lieu aux environs de midi, d'autre part, que les variations sont très rapidement atténuées pour les animaux s'enfonçant dans le sable.

Cependant à marée montante, l'eau s'échauffe au contact du sédiment. Puis à marée haute, la température de la couche d'eau de faible épaisseur étalée sur les peuplements continue à s'élever par action directe du rayonnement solaire. La température résultant de ces deux actions peut alors atteindre 40° C.

Les conditions de température sont donc assez rigoureuses et il n'est pas impossible que cela contribue à l'élimination de certaines espèces.

#### b. *La salinité.*

La ville de Tuléar étant déjà à une bonne distance des falaises karstiques, il n'y a aucun écoulement d'eau douce sur les plages. Aussi la salinité de l'eau baignant les sédiments est-elle celle de la rade ou peut-être un peu supérieure par suite de la concentration des sels par évaporation, à marée basse.

#### c. *Turbidité de l'eau.*

Le Fiherenana ne déverse ses alluvions dans la rade de Tuléar qu'en période de grande crue. L'Onilahy, lui, n'a pratiquement aucune action directe ici. Cependant, les eaux baignant le port

sont toujours riches en particules en suspension, dont la teneur augmente d'autant plus que l'agitation de la mer s'accroît. En effet, les colloïdes déposés sur le substrat sont remués par la houle et élèvent la turbidité de l'eau.

## III. Répartition et qualités des sédiments.

La rade étant dans l'ensemble en mode faiblement battu, la répartition des sédiments se fait sous l'action des courants et en particulier des courants de marée descendante. C'est ainsi que se sont déposées au nord des deux jetées et sous leur protection, des particules fines qui couvrent de vase tout le fond de la rade, ainsi qu'une surface grossièrement triangulaire au nord de la grande digue.

Pour les substrats qui nous intéressent, il reste donc :

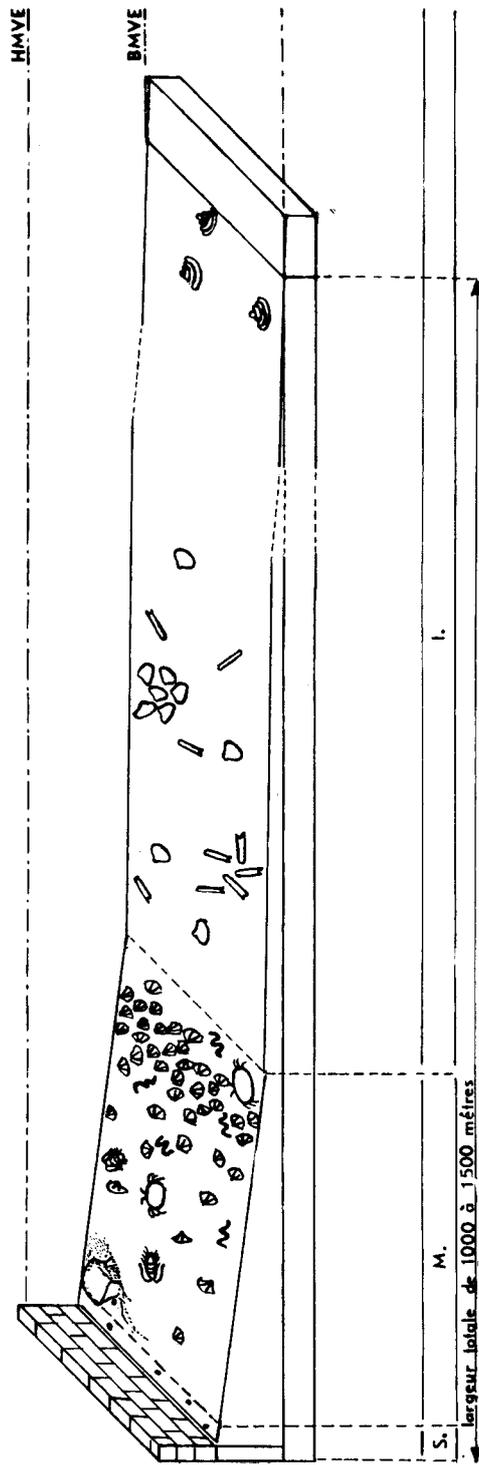
1° Une zone de sable fin, homogène et réduit qui s'étend de façon discontinue le long du niveau des basses mers ; ce sédiment présente des caractères granulométriques voisins de ceux de mode battu (voir planche n° 7, courbe E<sub>4</sub>). Il est, en effet, soumis à une agitation qui peut encore être importante, en particulier à la pointe Anosy. Mais cette zone est constituée d'une couche superficielle oxydée de quelques centimètres d'épaisseur, recouvrant du sable gris presque noir donc très réduit. Ceci peut, peut-être, s'expliquer de la façon suivante : l'élévation de la température du sédiment, plus sensible sur ces plages comme je l'ai dit plus haut, amènerait une forte baisse de la teneur en oxygène dissous ; mais, au niveau de la surface, le contact avec l'eau de mer serait suffisant pour réoxygéner une petite couche de sédiment. Quelle qu'en soit la cause, la réduction de ce sable en fait une entité à part, ce que les particularités de son peuplement nous prouveront.

2° En continuité directe avec le domaine terrestre, entre les deux jetées, s'étire une étroite bande, d'une largeur de 10 mètres environ, constituée de sable assez propre, un peu plus grossier que le précédent, mais toujours homogène (voir planche n° 6 courbe Dv<sub>4</sub>). Ce sédiment peu réduit, s'essore à chaque marée et forme une plage inclinée approximativement à 8 p. 100, séparée des autres substrats par une rupture de pente très nette qui correspond exactement au passage de l'étage médio-littoral à l'étage infralittoral.

3° Les atterrissements sablo-vaseux qui sont en contact avec cette plage, sont déposés presque horizontalement et demeurent toujours très humides lorsque la mer se retire. Les courbes granulométriques (cf. planche n° 7, courbe M<sub>2</sub>), montrent une plus grande répartition de la taille des grains.

COUPE SCHEMATIQUE DES ATTERISSEMENTS SABLEUX ET SABLO - VASEUX DEVANT LA  
STATION MARINE DE TULEAR

Echelle 1/1000



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Nerine cirratulus</li> <li>⊙ Donax faba</li> <li>⊙ Macoma dubia</li> <li>⊙ Solen corneus</li> <li>⊙ Excirolana orientalis</li> <li>• Talorchestia sp.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Ocyrode ceratophthalmus</li> <li>   Ocyrode cordimanus</li> <li>⊙ Enteropneustes</li> <li>S. Etage Supralittoral</li> <li>M. Etage Médiolittoral</li> <li>I. Etage Infralittoral</li> </ul> |
|---|--|

Les particules fines sont plus largement représentées dans ce sédiment qui doit être également enrichi, par la proximité du port, en matières organiques. Cette teneur assez élevée en colloïdes et en matière organique convient particulièrement aux espèces limivores, alors que la turbidité de l'eau favorise les mangeurs de particules en suspension. Ceci peut expliquer la présence, devant la ville de Tuléar, des peuplements les plus riches des substrats meubles intertidaux de la région.

## B. LES PEUPEMENTS

Les peuplements situés devant la Station Marine de Tuléar ont été étudiés d'une part, par une coupe effectuée exactement à 21 mètres au sud du slipway du laboratoire depuis le mur qui constitue la limite du domaine terrestre à l'Ouest, jusqu'au niveau des atterrissements sablo-vaseux, après la rupture de pente ; d'autre part, j'ai fait plusieurs prélèvements latéraux dans des volumes homogènes de sables vaseux et de sables réduits au niveau de la basse mer. J'ai regroupé ensuite les résultats de toutes ces stations en une coupe schématique (cf. planche n° 2) qui est détaillée ci-après.

### I. Etage supralittoral.

L'Etage supralittoral est ici resserré contre le mur et seuls les Amphipodes *Talorchestia* sp. subsistent en faible quantité. Ces Amphipodes restent groupés sous les laisses et peuvent ainsi, en période de morte-eau, descendre assez bas dans l'étage médiolittoral, pour chercher leur nourriture.

On doit noter également les terriers d'Ocypodes quoique ceux-ci soient encore plus nombreux dans le sable médiolittoral. Ces crabes, *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) tout au moins, se nourrissent ici, en grande partie de *Donax faba* Chemnitz. Mais ils descendent, malgré tout, encore au-delà de la rupture de pente, sans doute à la recherche d'autres Pélécy-podes. Les Ocypodes ont, à leur tour, comme prédateur essentiel des porcs en « liberté surveillée » qui contribuent à l'équilibre biologique de la plage.

### II. Etage médiolittoral.

L'étage médiolittoral s'étend pratiquement sur toute la bande de sable d'une dizaine de mètres de large que l'on trouve en bordure de la côte, presque depuis le petit mur jusqu'à la rupture de pente. Cette zone longe également la partie de la jetée formée d'un radier plein en maçonnerie (au-delà, la construction sur pilotis, laisse passer les courants qui affouillent le sable jusqu'au niveau des sédiments vaseux infralittoraux).

On retrouve ici l'Isopode caractéristique de l'étage médiolittoral *Excirrolana orientalis* (Dana), qui marque sur cette portion de rivage, une préférence pour les niveaux supérieurs, peut-être parce que le sable s'essore moins par rapport aux autres plages. Un Pélécy-pode que nous n'avons pu déterminer et qui est sans doute une espèce nouvelle, *Mesodesma* (sous genre *Tiara*) sp. accompagne le *Cirrolanidae*. Mais, par contre, sa localisation dans l'horizon supérieur semble être constante sur toutes les grèves où on le rencontre.

Le *Spionidae* caractéristique de cet étage est *Nerine cirratulus* (Delle Chiaje) qui apparaît dans la coupe que j'ai effectuée, à partir des prélèvements médians jusqu'à ceux situés en contact avec la rupture de pente. Mais la coupe ayant été réalisée en morte-eau, il est possible que cette Polychète soit confinée surtout au bas de l'étage pour compenser une diminution d'humectation : on a trouvé également dans la station située environ à 1,50 mètre de la rupture de pente, un exemplaire isolé d'un autre Spionidien *Nerine lefebvrei* Gravier.

Une dernière caractéristique exclusive est une Oligochète marine non déterminée qui se trouve dans le même étage sur la plage d'Ifaty.

Enfin, il faut ajouter à ces espèces, un Pélécy-pode nettement préférentiel de la zone considérée ici : *Donax faba* Chemnitz qui, dans la partie inférieure, est représenté en telle quantité, qu'il constitue un faciès de la biocoenose médiolittorale. Ces *Donax* effectuent des mouvements de migrations semblables à ceux que font les *Donax* de mode battu. Cependant leurs déplacements s'arrêtent au-dessus de la rupture de pente, probablement à cause de la teneur beaucoup trop élevée pour eux en particules fines, des sédiments infralittoraux. Ils doivent donc être rattachés sûrement à l'étage médiolittoral dont ils ne franchissent jamais les limites. Lors de l'exécution de la coupe (en morte-eau) leur maximum de concentration avait lieu à 1,50 mètre au-dessus du changement d'inclinaison de la plage. Leur nombre était alors de 1.119, dont une grande partie de jeunes, pour un volume de 50 décimètres cubes de sédiments (cf. planche n° 3).

En plus de ces espèces caractéristiques, il faut citer quelques *Talorchestia* sp. descendus dans les laisses, des *Ocypodidae*, quelques individus isolés d'espèces que nous retrouverons dans l'étage infralittoral, telles que :

- la Polychète *Marphysa sanguinea* (Montagu) ;
- les trois Pélécy-podes *Loripes clausus* (Philippi), *Lucina pisum* Reeve, *Dosinia hepatica* Lamarck. Tous ces animaux ont ici la signification d'espèces accidentelles.

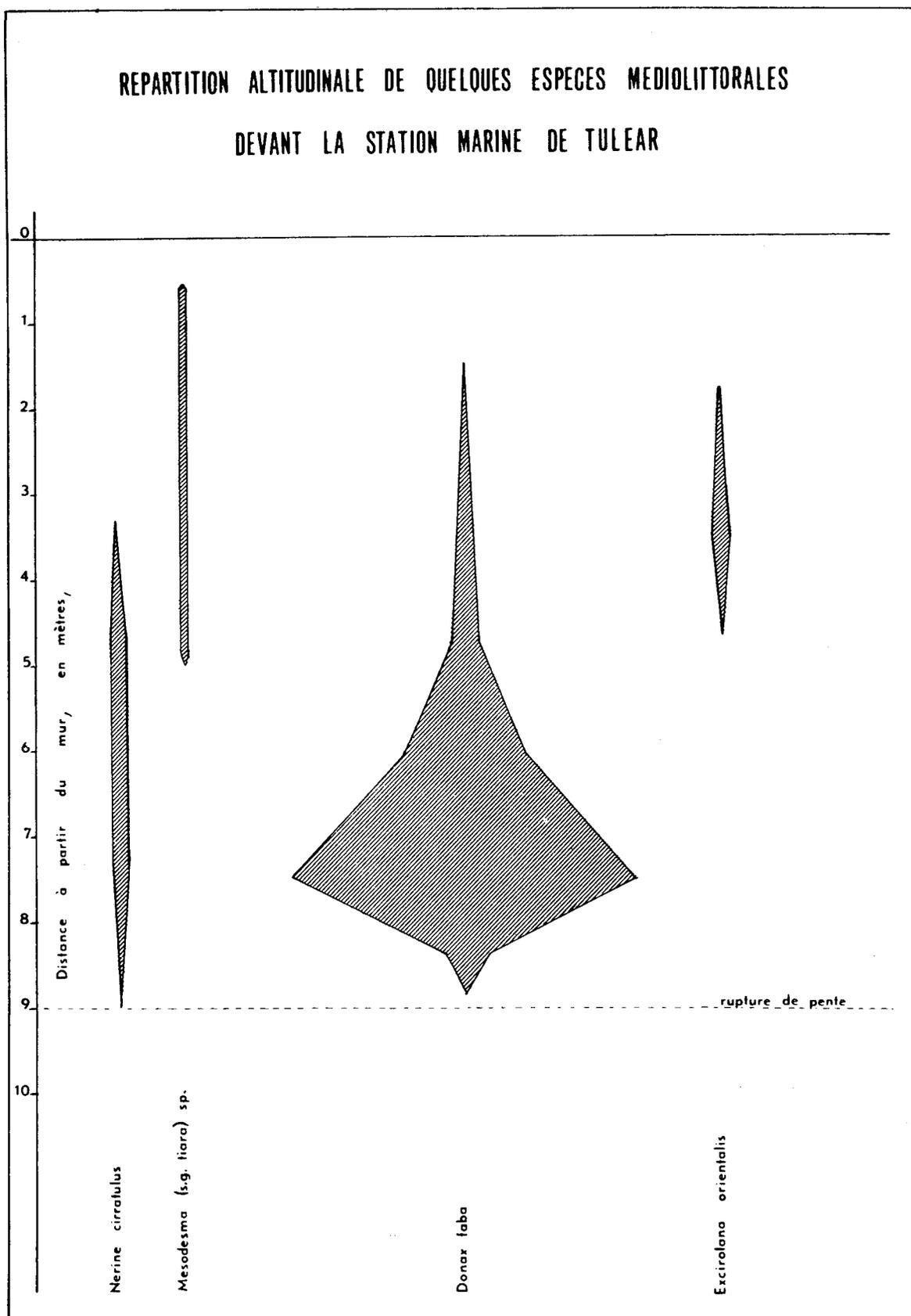


Planche N°3

Les *Dotilla fenestrata* Hilgendorf présents dans une station doivent être considérés comme constituant des « foules temporaires » que j'étudierai plus loin. Quelques autres espèces n'ont aucune signification, telles les Némertes, *Ochetostoma erythrogrammon* (Leuckart et Rüppel).

### III. Etage infralittoral.

J'ai expliqué ci-dessus que la zone pour laquelle l'humectation est pratiquement permanente à cause de l'horizontalité du substrat, comprend deux types de sables bien distincts, auxquels correspondent des peuplements différents. C'est pourquoi cette portion de plage a un aspect plus riche et plus varié par rapport aux plages de mode battu.

a. Les atterrissements sablo-vaseux supportent un des peuplements quantitativement les plus denses. Celui-ci se repère extérieurement grâce aux traces étoilées que laissent à marée basse, sur le sable, les siphons du *Tellinidae Macoma dubia* (Deshayes). Ce Pélécy-pode mangeur de film existe en grande quantité dans certaines stations formant ainsi un faciès à *Macoma dubia*. J'ai trouvé ainsi, 69, 158, 265 individus pour 50 décimètres cubes, les valeurs les plus élevées correspondant aux stations qui semblent les plus riches en particules organiques et en colloïdes. Cette espèce est présente avec des pourcentages, par rapport au nombre total d'individus d'une station, également importants (de 50 à 75 p. 100 environ) ce qui prouve bien qu'elle est dominante et représente un faciès. Deux autres Pélécy-podes, *Solen corneus* Lamarck et un *Kellyidae*, probablement nouveau, *Mysella* sp. Angas, se rencontrent en même temps que le *Tellinidae*. Bien que leur abondance soit encore assez grande, leur dominance l'est beaucoup moins en général. Ils sont cependant caractéristiques de ce biotope. Dans ce sédiment s'enfouissent également une Polychète, un Mollusque Lamellibranche et un Amphipode qui ne se retrouvent pratiquement pas ailleurs :

- *Nephtys* cf. *dibranchis* (?) Grube ;
- *Tellina palatam* Iredale ;
- *Grandidierella* cf. *mahafalensis* Coutière.

Il faut également ajouter à cette liste deux Gastéropodes :

- *Galeodes parasidica* (Martini) et *Nassa coronata* Bruguières, qui ne s'enfoncent que très peu profondément dans le sable, lorsque la marée descend.

Le *Veneridae* *Dosinia hepatica* Lamarck est présent dans tous les prélèvements, en nombre plus élevé (12-22) lorsque le substrat devient plus vaseux et plus riche en matière organique. Son

abondance moyenne est voisine de 3 p. 100. Cependant, nous ne pouvons le considérer qu'à titre d'espèce préférentielle, car ce Pélécy-pode a été récolté dans quelques autres stations. Il en est de même pour un très petit *Capitellidae* indéterminé, appartenant sans doute au genre *Notomastus* et pour le Gastéropode *Polynices mammilla* (Linné) qui a été vu également quelques fois sur des vases ou dans les herbiers.

Il semble y avoir pour cette communauté, un enrichissement en individus comme en espèces lorsque la teneur en particules fines s'accroît. C'est ainsi que *Tellina palatam* et *Galeodes parasidica* se trouvent dans les stations les plus envasées. Cependant, ces animaux sont toujours absents des substrats purement vaseux.

Un certain nombre d'espèces sont attirées dans ce milieu uniquement par sa teneur plus ou moins élevée en vase. Par exemple le Sipunculide *Siphonostoma australe* Keferstein et la Polychète *Glycera* sp.\* Savigny que l'on retrouve dans tous les prélèvements de sable vaseux que j'ai effectués. Les espèces suivantes ont une tendance vasicole encore plus marquée car R. DÉRJARD (1963) les a également obtenus dans des stations de sables assez vaseux, telles sont :

— *Ceratonereis erythraensis* Fauvel (Polychète), les Crabes :

- *Macrophthalmus grandidieri* M. Edwards ;
- *Macrophthalmus convexus* Stimpson, et le Poisson Apode *Moringua javanica* (Kaup.).

La Polychète *Terebellidae* *Loimia medusa* Savigny est plutôt indicatrice des sables vaseux à particules plus grossières en ce qui concerne la fraction sableuse.

Plusieurs espèces vasicoles sont plus abondantes dans les relevés effectués par R. DÉRJARD : les Polychètes *Dendronereis arborifera* Peters et *Marphysa sanguinea* (Montagu), le Pélécy-pode *Tellina pristis*, le *Thalassinidae* *Callianassa* s.g. *Calliactites* sp.

Parmi les vasicoles, une place à part doit être faite pour le crabe *Ocyropodidae Euplax bosci* (Audouin). En effet, ce Décapode ne se rencontre, parmi les stations étudiées, que dans des sables vaseux à *Macoma dubia* (Deshayes). On pourrait donc en déduire qu'il est une bonne caractéristique de ce biotope. Or, une comparaison avec les résultats

\* Cette Glycère appartient au groupe de *Glycera tessellata* par la forme de ses parapodes mais ne présente sur aucun des nombreux échantillons examinés le dessin en mosaïque si caractéristique de cette espèce.

de R. DÉRIJARD (1963), nous fait apparaître cette espèce indiscutablement comme une caractéristique des vases médiolittorales voisines des substrats qui nous intéressent. Sa présence dans des prélèvements de sables vaseux infralittoraux peut s'expliquer de la façon suivante : la surface du sédiment sableux n'est pas rigoureusement plane et conserve encore des bombements, vestiges d'une ancienne mangrove disparue, plus élevés que le substrat sableux avoisinant et constitués d'une vase compactée dont le niveau correspond à celui de la vase médiolittorale avoisinante. *Euplax bosci*, très résistant, survit sur ces véritables « buttes témoins », tandis que les autres caractéristiques de la vase médiolittorale ont disparu. Sur le sable vaseux dont le niveau est infralittoral, existent alors les espèces exclusives ou préférentielles de ce milieu.

La *Glycera convoluta* Keferstein se rencontre fréquemment ici, car cette Polychète prédatrice trouve dans ces sables une nourriture abondante, en même temps qu'un sable encore suffisamment propre ;

b. Une petite espèce d'*Ocypodidae*, *Dotilla fenestrata* Hilgendorf, possède une écologie assez particulière pour être traitée dans un paragraphe spécial.

D'une part on trouve quelques individus isolés dans plusieurs prélèvements sur sable vaseux à *Macoma dubia* ; mais ce crabe est toujours présent dans des stations où le sédiment est moins riche en particules fines (il faut remarquer à ce sujet qu'on ne rencontre jamais dans une même station *Euplax bosci* et *Dotilla fenestrata*).

D'autre part ces *Ocypodidae* recouvrent de vastes surfaces des atterrissements sableux situés devant la Station Marine de Tuléar, qu'ils appartiennent à l'étage médiolittoral ou à l'étage infralittoral. A marée basse, ces crabes avalent le sable qu'ils rejettent sous forme de boulettes qui tapissent parfois entièrement la surface du sédiment. Ils arrivent ainsi à se substituer totalement au peuplement préexistant, non pas directement comme le feraient des prédateurs, mais par épuisement complet du substrat en matières nutritives.

Ce peuplement peut appartenir au sable médiolittoral — par sa position — dont il ne reste plus aucune des caractéristiques, lorsque les populations de *Dotilla* sont très denses. On ne relève alors dans les prélèvements que deux espèces, *Dotilla fenestrata* et *Glycera convoluta*. Si la communauté épuisée par les *Dotilla* est infralittorale, les rares espèces caractéristiques qui restent, permettent de rattacher cette biocoenose à celle des sables vaseux à *Macoma dubia* Deshayes. Grâce à cela nous pouvons également dire que les individus

isolés de *Dotilla fenestrata* dans les sables à *Macoma* sont des pionniers installés en vue d'une colonisation massive ultérieure.

Ces *Ocypodidae* doivent donc être considérés comme un faciès de dégradation. Leur abondance et leur dominance particulièrement élevées (j'ai compté de 50 à 115 individus pour 50 décimètres cubes de sédiment, avec des pourcentages par rapport au nombre total d'individus de l'ordre de 90 p. 100), justifient amplement l'appellation de faciès. En ce qui concerne le terme de dégradation, on constatera que lorsque les *Dotilla* restent un temps suffisant au même endroit, l'épuisement des particules organiques est tel, qu'eux-mêmes ne trouvent plus une nourriture suffisamment abondante et quittent les lieux pour se surimposer au peuplement d'une zone plus riche. On peut ainsi voir se déplacer par milliers ces petits crabes qui constituent de véritables foules.

Il faut enfin remarquer que les *Dotilla fenestrata* construisent sans doute un terrier commun pour plusieurs individus. En effet, alors que sur la surface du sédiment nous avons dénombré pour deux stations, respectivement 36 et 16 terriers, le nombre d'individus s'élève à 115 et 50 pour les prélèvements correspondants ;

c. Au dernier type de biotope rencontré devant la ville de Tuléar, les sables fins et réduits, situés en bordure du niveau de la basse mer, correspondent une communauté très individualisée caractérisée extérieurement par la présence de « tortillons » d'Entéropeustes.

Ces animaux, très vifs, s'enfoncent extrêmement profondément à la moindre alerte et je n'ai jamais pu obtenir des individus entiers ou tout au moins suffisamment intacts pour être déterminés avec certitude : il semble y avoir deux espèces en présence l'une appartenant sûrement au genre *Ptychodera*, l'autre probablement au genre *Glossobalanus*. Le nombre de « tortillons » qui correspondent au sable expulsé par la partie anale de la bête, varie de 5 à 15 pour 10 mètres carrés ; lorsqu'un entonnoir est compris dans un prélèvement, tout le sable dégage une forte odeur d'iodoforme. Il existe également des traces d'une Actinie *Edwardsiidae* blanchâtre, dont le diamètre du cercle de tentacules étalés atteint une dizaine de centimètres. A marée basse, seuls les individus situés tout près du niveau de la mer sont épanouis, mais la densité générale de ces Actinies est beaucoup plus faible que celle des Entéropeustes.

La description précédente concerne plutôt les sables réduits situés au nord de la rade de Tuléar, vers la pointe Anosy ; au fur et à mesure que l'on se dirige vers la grande jetée, l'abondance des

Entéropeustes diminue (de 1 à 5 par m<sup>2</sup>) et les *Edwardsiidae* blanches disparaissent. Elles sont remplacées par d'autres Actinies sabulicoles, beaucoup plus petites, rayées de bandes vertes, cataloguées sous le nom d'*Edwardsiidae* n° 2 et par des tubes d'un *Aphroditidae* de grande taille, *Panthalis melanonotus* Grube. La diminution de l'agitation et l'augmentation de la teneur en particules fines du sédiment détermine probablement ces modifications, qui sont accompagnées d'un appauvrissement en espèces et en individus des caractéristiques.

En effet, ce biotope comprend un stock d'espèces caractéristiques exclusives, appartenant essentiellement au groupe des Polychètes :

*Gravierella multiannulata* Fauvel ;

*Owenia fusiformis* Delle Chiaje (qui réagit contrairement aux autres espèces et est plus abondante sur les sables réduits de la digue) ;

*Nephtys tulearensis* Fauvel ;

*Scoloplos chevalieri* Fauvel ;

*Spionidae* n° 2 ;

*Glycera subaenea* Grube ;

*Goniada eremita* Audouin et M. Edwards.

Il s'ajoute à celles-ci un Sipunculide *Phascolion* sp. et un Phoronidien, *Phoronis* cf. *mülleri* M. de Selys-Lonchamps, dont la signification reste à vérifier lorsque les substrats meubles voisins seront mieux connus, au même titre que les deux dernières Annélides de la liste précédente.

Étant ici, dans une zone très humectée, en mode encore relativement battu, on retrouve des espèces déjà citées pour les plages de mode battu qui manifestent également un appauvrissement en s'éloignant de la pointe Anosy : *Eulepis geayi* Fauvel, *Onuphis eremita* Audouin et M. Edwards, *Magelona obockensis* Gravier, *Ensis* n° 1.

D'autre part, les espèces ubiquistes à tendance sablo-vasicole telles que le Sipunculide *Siphonosoma australe* Keferstein, la Polychète *Ceratonereis erythraeensis* Fauvel, le *Thalassinidae* *Callianassa* s.g. *Calliactites* sont représentés dans quelques stations par des individus isolés.

La *Glycera convoluta* Keferstein se trouve dans tous les prélèvements où elle n'exige que du sable suffisamment propre et semble être ubiquiste.

Enfin, il faut remarquer la Polychète sédentaire *Dasybranchus caducus* Grube qui n'est pas spéciale à ce biotope.

#### Remarque.

Les peuplements que je viens de décrire comme appartenant à l'étage infralittoral se rencontrent également sur des substrats de même nature quoique beaucoup plus faiblement étendus. C'est ainsi qu'une petite tache de sable assez vaseux devant le village d'Ifaty, est habitée de *Macoma dubia* accompagnées de toutes les espèces caractéristiques que nous avons citées plus haut. De même, à l'entrée de l'anse de Sarodrano, sur le côté est de la flèche, on observe des sables à Enteropneustes et des sables à *Macoma dubia*.

#### C. CONCLUSION

Les atterrissements sableux et sablo-vaseux devant la ville de Tuléar, présentent une variété exceptionnelle de biotopes par suite des actions multiples de divers facteurs.

Si l'étage supralittoral est faiblement représenté sur les substrats meubles, l'étage médiolittoral possède la majeure partie des espèces caractéristiques de cet étage. Nous pouvons remarquer par rapport aux plages de mode battu, un enrichissement en espèces de ce niveau.

Pour l'étage infralittoral, la grande surface découverte à marée basse permet le développement de deux biocoenoses totalement indépendantes l'une de l'autre, l'une à *Macoma dubia* (Deshayes) et *Mysella* sp. Angas caractérisant les sables vaseux, tandis que les sables fins réduits, en mode moyennement battu, sont habités par un stock d'espèces de Polychètes et des Entéropeustes.

Les foules remarquables de *Dotilla fenestrata* n'ont aucune signification dans l'étagement, si ce n'est celle de faciès de dégradation de biocoenose médiolittorale ou infralittorale.

### CHAPITRE IV

#### LES PLAGES DE MODE CALME

Les plages de mode calme qui sont séparées de la haute mer par un récif, sont nombreuses sur le rivage étudié. Ce sont celles s'étendant depuis Ifaty jusqu'à l'estuaire actuel du Fiherenana, ainsi que celle du crochon sableux de Sarodrano.

#### A. LES FACTEURS ÉCOLOGIQUES

##### I. Facteurs hydrodynamiques.

###### a. Le mode.

Toutes les plages considérées ici, ont un mode calme à très calme.

La grève la plus exposée de la série est celle de Sarodrano, car, par forte houle du Sud-Ouest, le déferlement qui se produit sur l'étroit platier récifal parvient à atteindre partiellement la zone sableuse qui lui fait immédiatement suite.

A Ifaty et au sud de ce village, la distance du front de récif à la côte permet une longueur de fetch suffisamment grande pour que la brise thermique puisse, si elle est violente, soulever une petite houle qui est cependant très vite amortie par suite de la faible épaisseur de la couche d'eau.

Enfin, la coupe effectuée en arrière de la mangrove de Songoritelo n'est soumise à aucune action hydrodynamique, car la protection du récif se double de celle d'un rideau de mangrove ;

#### b. *Les courants.*

Les courants qui intéressent ces formations sont très faibles et n'affectent pas directement le peuplement. Cependant sur la côte située au nord du Fiherenana, on retiendra l'existence d'un courant de jusant qui suit le rivage du Sud vers le Nord et dont la force est accrue par vent de Sud-Ouest. Le rôle de ce courant de marée est important dans le transfert latéral des particules en suspension déversées par le Fiherenana en crue.

## II. Les conditions hydrologiques.

#### a. *La température.*

Comme pour les atterrissements situés devant la ville de Tuléar, l'absence de fonds de quelque importance avant le rivage, entraîne une élévation de la température de l'eau qui stagne plus ou moins à chaque marée, soit sur les bancs de grès inférieurs, à la plage d'Ifaty, soit sur les vases couvertes de palétuviers au niveau de Songoritelo, soit sur l'arrière du récif mort de Sarodrano.

L'échauffement du sédiment résulte de l'action de cette nappe d'eau chaude, doublée de celle, directe, du rayonnement solaire particulièrement si l'exondation a lieu vers midi (B.M.G.V.E.)\* ;

#### b. *La salinité.*

Les dosages de salinité de l'eau interstitielle ont donné les résultats suivants :

Plage d'Ifaty : 35,6 et 35,5 g/100

Arrière de la mangrove de Songoritelo : 36,9, 35,9 et 34,5 g/100

Plage de Sarodrano : 31,8, 27,3 et 26,2 g/100

\* B.M.G.V.E. abréviation pour basse mer de grande vive-eau.

Avant d'essayer d'expliquer ces variations, je rappellerai un phénomène général dans les substrats meubles intertidaux des régions tropicales : l'élévation de température du sédiment sous l'action du rayonnement solaire à marée basse, provoque une évaporation intense, cause d'une augmentation de la teneur en sels minéraux de l'eau interstitielle. A Ifaty, le phénomène que je viens d'évoquer suffit à expliquer les salinités légèrement supérieures à celles de l'eau du large.

En ce qui concerne la bande de sable qui longe la mangrove littorale de Songoritelo, les salinités supérieures à la normale sont aussi dues à cette évaporation, en dépit de la présence d'une nappe phréatique, assez profondément située sous la surface du sable médiolittoral au niveau duquel ont été faits les prélèvements d'eau. (Cette nappe affleure presque sous la vase infralittorale appartenant à la mangrove). On peut donc penser qu'il y a un gradient de salinité au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans le sédiment de la zone étudiée, gradient qui se reproduit également lorsque l'on descend du niveau supérieur vers le bas de la plage. Le crochon sableux de Sarodrano est soumis à des eaux nettement dessalées. Deux causes sont ici en jeu. L'action de l'estuaire de l'Onilahy se fait encore sentir, quoique probablement très atténuée. Cependant en période de crue, on voit très bien les eaux chargées de particules latéritiques s'étendre au-delà de la Pointe Barn Hill et entrer en contact avec la plage. Mais la diminution de la salinité de l'eau interstitielle est surtout due au réseau karstique de la falaise de calcaire éocène, voisine. En effet, au fond de l'anse de Sarodrano coule en permanence une résurgence d'eau douce à débit important qui, à marée basse, chemine dans la baie par un canal de quelques mètres de large et plus d'un mètre de profondeur. Ces écoulements, ainsi probablement que d'autres, souterrains, proviennent du bas de la pente correspondant à la ligne de faille bordant le plateau calcaire à l'Ouest. Ils finissent par imbiber la flèche sableuse et à chaque marée basse des filets d'eau peu salée sillonnent la moitié inférieure de la plage. De plus, à la saison des pluies, des résurgences plus importantes, dans la portion méridionale de la plage, se sont sans doute chargées en matières organiques par traversée de la mangrove du fond de la baie. Ces zones de dessalure, localisées en « taches » ou en « bandes » de quelques mètres de largeur s'étendant sur environ la moitié inférieure de la plage, sont constituées de sable noirâtre et chargé de débris organiques très fins. Ces sédiments humectés par des eaux de salinité toujours réduite (25,9 g. /100) comportent un peuplement différent de celui qui est normal pour la plage considérée, mais que l'on retrouve de l'autre côté de la Pointe de Barn Hill, à l'état permanent, tout au

nord de la plage de Saint-Augustin. En ce dernier point, c'est la toute petite mangrove résiduelle appuyée contre la falaise qui est responsable de l'apport en matières organiques.

### III. Considérations morphologiques.

Tous les substrats meubles de mode calme sont disposés selon le même schéma rappelant celui des atterrissements sablo-vaseux devant la ville de Tuléar : à une pente sableuse de l'ordre de 15 p. 100, fait suite une surface quasi horizontale.

Cependant, depuis Ifaty jusqu'à Songoritelo, des bancs de grès quaternaires très tendres affleurent sporadiquement le long de la grève, en particulier dans les hauts niveaux où ils suppriment sur substrats meubles l'étage supralittoral. A Ifaty, sous le sable, les formations rocheuses demeurent à une faible profondeur variant de 20 à 60 centimètres, favorisant ainsi un essorage plus rapide du sédiment. Puis, après la rupture de pente, les affleurements ne laissent qu'une étroite zone de substrat meuble, pour former un replat rocheux plus ou moins couvert d'une mince pellicule d'argile.

En certains points de la côte Sud d'Ifaty, les grès disparaissent totalement; cependant, la plage n'est affectée par cette absence de substrat dur ni dans sa morphologie, ni dans son peuplement. En effet, l'étage infralittoral est représenté par des banquettes de vase fixée par la végétation, qui vont en s'élargissant au fur et à mesure que l'on se dirige vers le Sud et qui sont séparées du sable supérieur par un changement d'inclinaison.

La mangrove littorale de Songoritelo peuple peu à peu cette vase, et occupe alors la totalité des niveaux inférieurs de la portion de rivage considérée. La coupe effectuée en cet endroit va depuis la dune couverte d'épineux jusqu'au chenal vaseux, toujours très humecté, qui sépare par une rupture de pente brusque le sable médiolittoral de la zone couverte par les palétuviers.

Enfin, à Sarodrano, c'est l'arrière du récif, mort et recouvert d'une mince pellicule d'argile par les apports de l'Onilahy en crue, qui entre en contact avec la plage et représente la presque totalité de l'étage infralittoral.

### IV. Granulométrie.

Bien que cela paraisse assez paradoxal, les plages de mode calme que nous étudions ici, présentent des sables dans l'ensemble plus grossiers que ceux rencontrés jusqu'ici et contenant des petits débris coquilliers ou coralliens. Les substrats vaseux caractéristiques des modes calmes sont bien représentés ici mais ne sont pas l'objet de mon étude.

Le sédiment d'origine dunaire, constituant la plage de Sarodrano, bien qu'étant le plus fin de la série, est cependant formé de grains plus gros que ceux de la portion médiolittorale de la grève s'étendant devant la Station Marine de Tuléar.

A Ifaty (*cf.* Planche n° 6, courbe Mg<sub>5</sub>), le sédiment situé au-dessus de la rupture de pente comprend une fraction importante de grains d'une taille variant de 0,35 à 0,75 millimètre. Ce sable assez grossier, homogène, ne comporte pas de particules fines ni vaseuses et provient, en partie tout au moins, de la dégradation des affleurements gréseux tendres. Le changement d'inclinaison du substrat provoque une modification très nette de la granulométrie du sédiment. En effet, l'étroite bande représentant l'étage infralittoral meuble, montre par ses courbes cumulatives (planche 7, courbe C<sub>5</sub>), une grande hétérogénéité : à une fraction assez importante de particules fines, sont mélangés des sables grossiers. De plus, ce sédiment est riche en matières organiques et recouvert d'une très mince pellicule argileuse qui se poursuit sur le replat rocheux voisin.

Là où les bancs de grès sont absents des niveaux inférieurs, au sud d'Ifaty, la granulométrie demeure à peu près la même pour les étages supralittoral et médiolittoral. Les sédiments situés sous la rupture de pente marquent un envasement rapide en relation avec la présence de banquettes de vase fixée (*cf.* Planche n° 7, courbe S<sub>1</sub>).

Lorsque le mode devient très calme comme en arrière de la mangrove (*cf.* Planche n° 6, courbe P<sub>3</sub>), cet enrichissement en particules fines se fait encore sentir plus haut, jusque dans le sable médiolittoral.

## B. LES PEUPELEMENTS

La similitude des facteurs agissant sur les plages de mode calme se retrouve dans les peuplements. Aussi, je ne séparerai pas les coupes les unes des autres et je donnerai globalement les résultats obtenus, en les détaillant chaque fois que cela sera nécessaire, en particulier pour l'étage infralittoral.

### I. Etage supralittoral.

Sur la plage d'Ifaty qui constitue de ce point de vue une exception, l'étage supralittoral est représenté par les affleurements de grès quaternaires. Sur toutes les autres grèves de mode calme on retrouve les mêmes espèces caractéristiques que sur toute la portion de rivage étudiée.

Les Amphipodes *Talorchestia* sp. existent toujours en grande quantité (39, 53, 71, 91 individus par 50 dm<sup>3</sup> de sédiment) et sont nettement dominants (84,78 p. 100, 96,36 p. 100, 98,91 p. 100

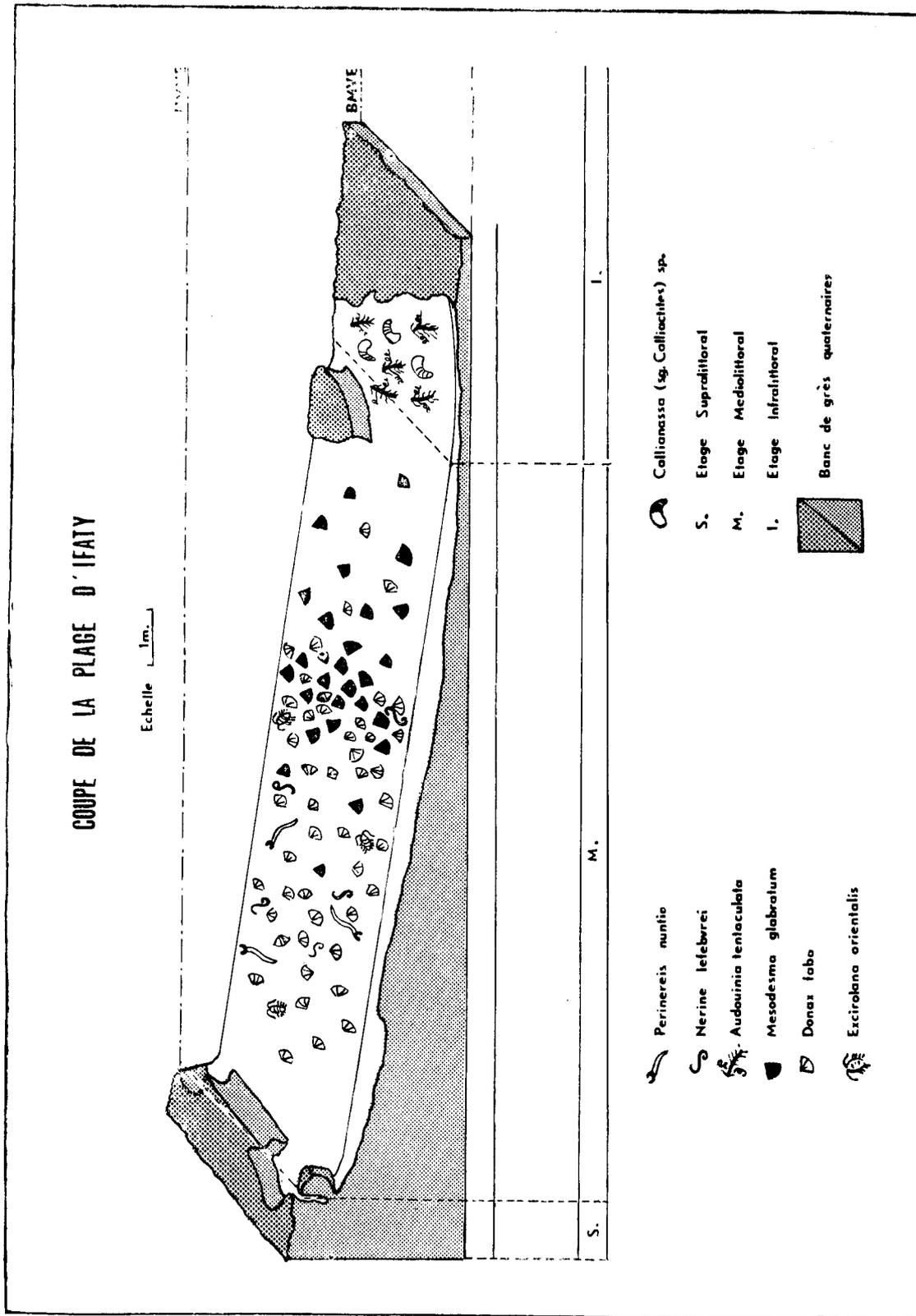


Planche N° 4

d'individus de cette espèce par rapport au nombre total d'individus vivant dans 50 dm<sup>3</sup> de sable). Leur répartition altitudinale est étendue depuis le niveau des plus hautes mers de vives-eaux jusqu'en dessous des laisses des marées de mortes-eaux. Le sable étant assez grossier s'essore bien et facilite ainsi l'étalement de l'étage supralittoral. Malgré cela, les jeunes *Talorchestia*, plus sensibles à la dessiccation, sont toujours cantonnés dans le bas de l'étage où ils abondent mais passent à travers le tamis.

L'Isopode *Exciorolana natalensis* (Van Höffen), constant dans le sable suffisamment humecté, est caractéristique exclusif, quoique toujours en petite quantité.

De même les deux espèces de *Tenebrionidae* qui sont à leur place dans les niveaux supérieurs du domaine marin, puisqu'elles s'y reproduisent. Des larves de Coléoptères dont un stade, le plus avancé, appartient sûrement au *Tenebrionidae* n° 2, se retrouvent en effet dans le bas de l'étage supralittoral avec les jeunes de *Talorchestia* sp. et le *Cirolanidae* déjà signalé.

Les crabes *Ocypodidae* sont plus rares que sur les plages de mode battu ou moyennement calme, probablement parce qu'ils trouvent ici une nourriture moins abondante.

## II. Etage médiolittoral.

Toutes les plages de mode calme ont en commun avec les zones où l'agitation est plus forte, presque la totalité des espèces caractéristiques exclusives, à laquelle s'ajoutent des animaux plus exigeants vis-à-vis du mode.

De l'étage supralittoral à l'étage médiolittoral, on retrouve ici le remplacement de l'*Exciorolana natalensis* (Van Höffen) par l'*Exciorolana orientalis* (Dana). Cet Isopode est particulièrement abondant et nettement dominant sur la plage de Sarodrano (15 et 11 individus pour 50 dm<sup>3</sup> de sédiment, représentant 93,75 p. 100 et 73,33 p. 100 du nombre total d'individus vivant dans chaque prélèvement).

Parmi les *Spionidae* caractéristiques de cet étage le *Nerine* (?) n'est représenté que dans une seule station de la plage de Sarodrano. La *Nerine cirratulus* (Delle Chiaje) possède un maximum à peu près au milieu de la zone balayée par les marées, dans la coupe effectuée au sud d'Ifaty (séparée du large uniquement par un récif et une banquette de vase). Cette Polychète existe également en arrière de la mangrove de Songoritelo, dans un horizon plus bas que précédemment. On la retrouve aussi là où la mangrove s'interrompt, mais où demeurent les bancs de grès. A Ifaty, comme à Sarodrano,

*Nerine lefebvrei* Gravier est équivalente de la *Nerine cirratulus* qu'elle semble plus ou moins exclure.

Le Pélécy-pode *Mesodesma* (s.g. *Tiara*) sp. déjà rencontré dans la coupe faite devant la Station Marine, vit sur toutes les plages considérées. Cependant il faut noter, d'une part, sa très nette préférence pour la partie supérieure des sables médiolittoraux (cf. planche n° 5), d'autre part son abondance et sa dominance sur la plage d'Ifaty (soit, pour un prélèvement, 34, 57, ou 110 individus représentant 75,66 p. 100, 31,84 p. 100, ou 69,69 p. 100 du nombre total d'animaux), alors que sur les autres grèves il est présent en très petite quantité.

Il faut signaler également l'Oligochète marine caractéristique de cet étage.

Une Annélide, *Perinereis nuntia* Savigny, est très constante sur toute l'étendue altitudinale de l'étage médiolittoral dans les plages de mode calme à l'exception de celle de Sarodrano. Son abondance comme sa dominance sont particulièrement remarquables sur les plages les plus riches en particules fines ; on voit les valeurs correspondantes croître au fur et à mesure que la largeur de la banquette vaseuse augmente, dans la région de Songoritelo.

Une Holothurie, appartenant au genre *Patinapta* constitue une bonne caractéristique exclusive des bas niveaux de l'étage médiolittoral en mode calme.

Le Mollusque Lamellibranche *Mesodesma glabratum* Gmelin existe sur toutes les plages considérées ici où il est groupé plutôt dans la moitié inférieure de l'étage. Il y forme alors des faciès où le nombre d'individus de cette espèce peut être très élevé (17, 37, 335) en particulier lorsque le sable s'essore bien comme à Ifaty. Cependant cette espèce est encore une caractéristique exclusive car sa disparition est totale avant la rupture de pente.

Par contre *Donax faba* Chemnitz n'est qu'une caractéristique préférentielle, quoiqu'il se retrouve presque dans tous les prélèvements médiolittoraux.

De même l'Anomoure *Hippa pacificus* Dana qui s'enfonce souvent dans le sable avant le changement d'inclinaison, mais que l'on retrouve quelquefois dans l'étage infralittoral.

Outre ces espèces caractéristiques, exclusives ou préférentielles, des individus isolés ont été relevés dans plusieurs prélèvements. Ils appartiennent soit aux peuplements voisins, par exemple : *Talorchestia* sp. *Exciorolana natalensis* (Van Höffen), *Glycera convoluta* Keferstein, *Dotilla fenestrata* Hilgendorf, et représentent alors des espèces accidentelles, soit à des espèces sans signification : Nemerte, Turbellarié, etc...

# REPARTITION ALTITUDINALE DE QUELQUES ESPECES MEDITERRANEEES SUR LA PLAGE D'IFATY

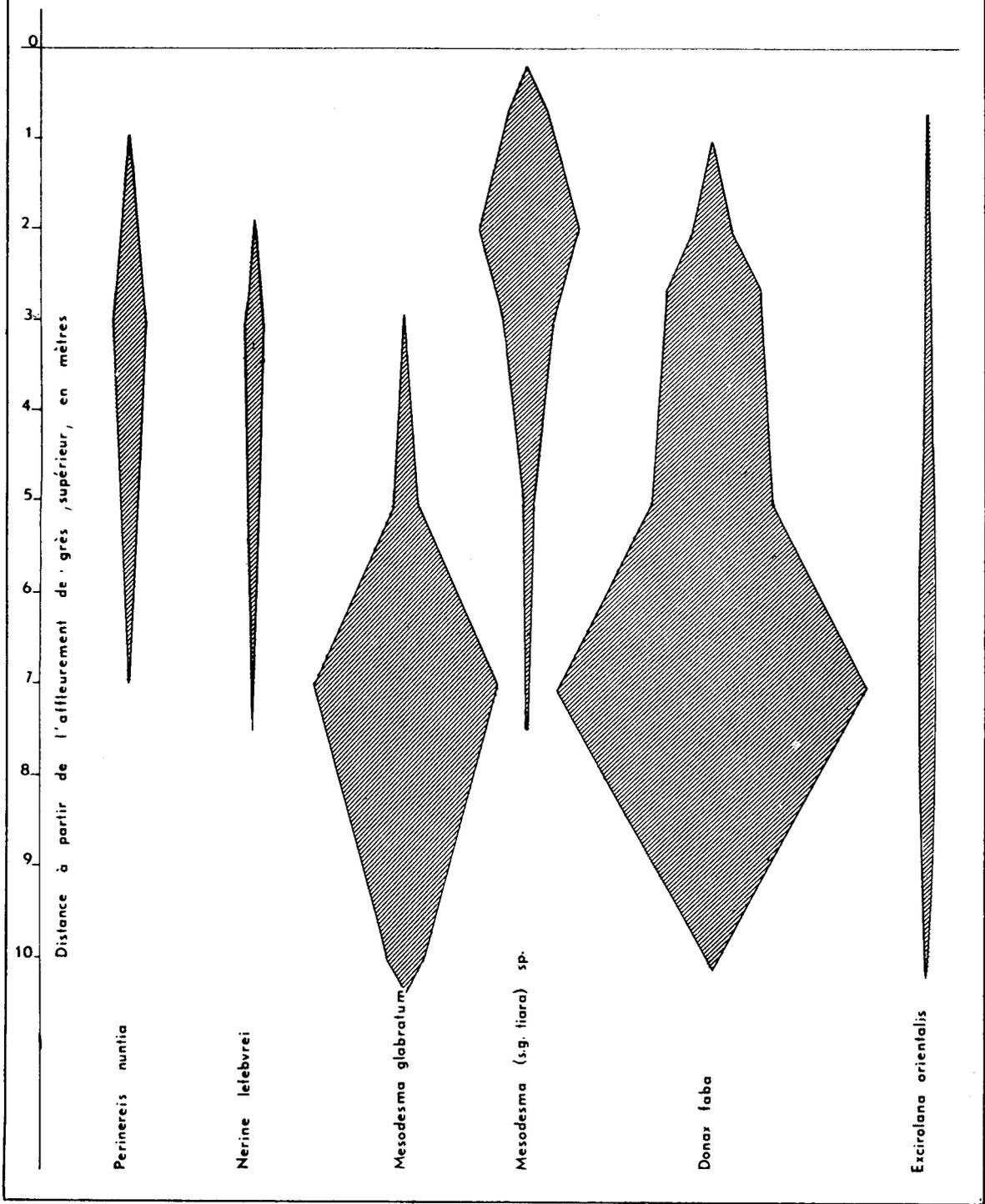


Planche N°5

### III. Etage infralittoral.

La variété des substrats meubles non vaseux infralittoraux, en mode calme, donne lieu à des peuplements assez divers, mais d'importance réduite en égard à l'exiguïté des surfaces occupées par eux. La vase infralittorale étant étudiée par R. DÉRIJARD, les seules coupes que j'analyserai du point de vue des niveaux inférieurs, seront celles de Sarodrano et d'Ifaty.

#### a. Sarodrano.

1° Sous le faciès à *Mesodesma glabratum* m'est apparu un peuplement spécial par rapport aux autres plages comprenant, pour l'instant, seulement deux espèces mais qui sont exclusives de ce milieu. Cependant l'insuffisance du nombre de prélèvements me permet seulement de considérer celles-ci comme l'ébauche d'une biocénose. Ces animaux, un Amphipode du g. *Urothoë* sp. (en peuplement très dense) et une Polychète (*Glycera cf. natalensis*\*) vivent dans un sable presque fin, assez dessalé, et subissant un déferlement pouvant être important lors des tempêtes.

2° Il est remarquable que les *Dotilla fenestrata* Hilgendorf, puissent se superposer à ce peuplement sans en faire disparaître les espèces caractéristiques, dont le nombre d'individus seul diminue. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'*Urothoë* sp. se nourrit de particules en suspension alors que la *Glycera cf. natalensis* est peut-être prédatrice. Ils ne seraient donc ainsi pas gênés par l'appauvrissement du sédiment en matières organiques.

3° Dans les écoulements abondants d'eau de salinité faible, le sable est peuplé exclusivement par l'Annélide *Spionidae*, *Scolecopsis indica* Fauvel, qui vit dans un terrier marqué extérieurement par les rejets de sable noir en tortillons. La densité de ces terriers est élevée (de 40 à 80 par dm<sup>2</sup>) mais, lors de coups de bêche, le nombre des individus obtenu est beaucoup plus faible car ces vers s'enfoncent vite profondément. Bien qu'à Sarodrano ce peuplement apparaisse à un niveau très haut, il faut le rattacher à l'étage infralittoral, car à la saison des pluies, les écoulements d'eau dessalée et probablement riche en matières organiques, humectent abondamment et constamment le sédiment. D'ailleurs à Saint-Augustin, la résurgence proche de la falaise de Barn Hill conduit au même faciès qui s'étale jusqu'au niveau

\* Cette espèce, étant donné le caractère exceptionnel des parapodes, se rapproche beaucoup de la *Glycera natalensis* décrite par DAY (1957). Cependant cet auteur la considère comme abranche, alors que tous mes échantillons possèdent sur certains sétigères (dont le nombre varie) des branchies qui seraient rétractiles.

de la basse mer, car ici le substrat est homogène sur toute la zone intertidale. Sur cette plage, sous l'eau, à marée basse, un autre peuplement fait suite à celui à *Scolecopsis indica*, en bénéficiant encore de la richesse en matière organique de l'eau d'écoulement. Il comprend essentiellement deux Pélécytopodes, *Mactra aquisulcata* Sowerby, et *Tellinimactra edentula* Splengler (espèce jamais citée de Madagascar) ;

4° On retrouve à Sarodrano comme à Ifaty le peuplement des zones lenticulaires de sable grossier plus ou moins recouvert de sable plus fin avec *Terebra coerulescens* Lamarck et *Albunea symnista* (Linné).

#### b. Ifaty.

Le sable grossier vaseux recouvert d'une pellicule d'argile, situé sous la rupture de pente, présente un peuplement riche mais comprenant peu d'espèces caractéristiques.

La Polychète *Cirratulidae Audouinia tentaculata* (Montagu), forme par son abondance (259, 451, 672 individus dans 50 dm<sup>3</sup> de sédiment) un faciès, et est également une caractéristique presque exclusive. Le facteur déterminant ce faciès semble être la quantité plus importante de matières organiques.

Cette Polychète est accompagnée par une autre Annélide caractéristique, *Diopatra neapolitana* Delle Chiaje, que l'on trouve soit sous forme d'individus isolés, soit groupés par accumulation contre et entre les tubes des débris les plus grossiers, formant ainsi des bombements dépassant de quelques centimètres la surface du sédiment. Une numération a donné une densité de 39 tubes par décimètre carré. Ces bombements à *Diopatra* se retrouvent également sous les piles de la grande jetée du port de Tuléar, là où l'apport de matières organiques est suffisant.

Enfin, une troisième Polychète, *Phyllodoce malmgreni*, est exclusive de ce milieu.

Un Gastéropode, *Nassa pullus* Linné, est présent uniquement dans l'Etage infralittoral d'Ifaty, mais se rencontre sur le sable grossier à *Audouinia* comme sur la toute petite zone habitée par les *Macoma dubia* (Deshayes) devant le village.

Par contre, le foisonnement des espèces sablovasicoles et vasicoles est le même que devant la ville de Tuléar : *Siphonosoma australe* Keferstein, *Ceratonereis erythraeensis* Fauvel, *Macrophtalmus convexus* Stimpson, *Loimia medusa* (Savigny), *Marphysa sanguinea* (Montagu) *Callianassa* (s.g. *Calliactites*) sp., *Glycera* sp.

Il faut cependant remarquer que certaines espèces sont chassées : soit par l'hétérogénéité trop grande du sédiment, soit par son caractère trop réduit. Tel est le cas de *Macrophthalmus grandidieri* M. Edwards, *Moringua javanica* (Kaup.) pour qui l'état assez compact du substrat doit empêcher l'enfouissement, et aussi de *Dendronereis arborifera* Peters, *Tellina pristis*, *Euplax bosci* (Audouin), et *Glycera convoluta* Keferstein.

Au contraire, *Dasybranchus caducus* Grube, semble attiré par l'absence d'oxygénation puisqu'on ne le trouve que dans les sables à Entéropeustes et ici.

Il existe toujours également des espèces accidentelles ou sans signification.

#### Remarque.

Il faut signaler que là où l'étage infralittoral est occupé par les banquettes de vase, on ne trouve au niveau de la rupture de pente, que des peuplements de transition qu'il est difficile de rattacher aux communautés étudiées. En effet, les prélèvements donnent essentiellement des espèces sablo-vasicoles ou vasicoles franches qui vont en augmentant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du changement de pente. La présence de quelques *Audouinia tentaculata* (Montagu) peut les rapprocher de la biocénose précédente.

#### C. CONCLUSION

Les plages de mode calme présentent une grande similitude pour l'étage supralittoral et l'étage médiolittoral. Ces grèves, par l'enrichissement progressif en fonction de la décroissance de l'agitation, en espèces, méritent d'être considérées par rapport aux autres, comme occupant une place à part.

D'autre part, l'étage infralittoral quoique réduit, possède des biocénoses distinctes, liées à la morphologie très différente de ces plages en ce qui concerne les bas niveaux et également à des facteurs dont l'importance est beaucoup plus grande pour cet étage que pour l'étage supralittoral et l'étage médiolittoral, en particulier la salinité.

### CHAPITRE V

#### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'analyse des coupes effectuées dans la zone intertidale de la région de Tuléar, m'a permis d'étudier les divers types de sédiments rencontrés et d'établir une liste des espèces qui constituent les peuplements s'y rattachant. Les résultats de mes prélèvements ont été consignés dans un tableau (*cf.* annexes).

L'interprétation de ce tableau met en évidence l'action des principaux facteurs climatiques, édaphiques et biotiques, sur les espèces et conduit à des considérations sur l'écologie des animaux rencontrés. Nous aurons donc des espèces caractéristiques de certains milieux et le regroupement de ces espèces fera ressortir des stocks biocénotiques différents. Ceci revient à dégager et à mettre en place dans le système d'étagement de J. M. PERES et J. PICARD, les biocénoses délimitées sur sables fins non fixés intertidaux, en tenant compte dans la mesure du possible, des lacunes de nos connaissances.

J'essaierai ensuite, de comparer mes résultats avec ceux obtenus dans les régions tropicales et plus particulièrement dans l'ouest de l'Océan Indien.

#### A. PRÉCISIONS SUR LA PRÉSENTATION DU TABLEAU

Pour des questions de commodités, le tableau général des relevés a été scindé en trois parties. Le tableau n° 1 correspond à l'étage supralittoral, le tableau n° 2 à l'étage médiolittoral, le tableau n° 3 à la partie supérieure de l'étage infralittoral.

Les lignes horizontales correspondent aux noms d'espèces. Il faut noter à ce sujet que seules les espèces intéressantes (caractéristiques ou indicatrices par exemple) ont été indiquées en particulier en ce qui concerne l'étage le plus inférieur.

Chaque colonne verticale correspond à un prélèvement ; dans une colonne, pour chaque espèce, le chiffre de gauche représente l'abondance, celui de droite la dominance, le signe < étant réservé aux individus malingres ou jeunes. En bas de la colonne est reporté le nombre total d'individus pour 50 décimètres cubes de sédiment. Toutes les colonnes groupées entre deux doubles traits font partie d'une même coupe dont la localisation est indiquée en haut. J'ai classé les prélèvements de façon que le facteur humectation aille en croissant de la gauche vers la droite, et que le facteur agitation diminue au fur et à mesure que l'on se dirige vers la droite du tableau. La combinaison de ces deux facteurs se fait sentir :

— à l'intérieur de deux doubles traits où l'humectation augmente vers la droite pour un même mode ;

— dans chacun des trois tableaux où pour une humectation moyenne équivalente, les coupes sont classées par ordre d'agitation décroissante si on s'éloigne de la gauche.

Les espèces caractéristiques ont été regroupées et encadrées d'un trait épais, les espèces exclusives étant situées dans la partie supérieure du cadre ainsi formé ; les espèces préférentielles sont séparées des caractéristiques exclusives par un trait pointillé épais. Enfin, un trait pointillé fin et arrondi entoure les faciès.

## B. INTÉGRATION DES PEUPELEMENTS ÉTUDIÉS DANS LE SYSTÈME D'ÉTAGEMENT

L'interprétation du tableau général des relevés conduit à la délimitation de biocénoses dont nous allons reprendre ici les caractéristiques, tout en mettant à leur place ces communautés dans le système d'Étage utilisé.

### I. L'étage supralittoral.

Nous avons vu qu'il est remarquablement homogène sur toutes les plages de la région, en raison de la constance des facteurs agissants qui sont uniquement d'ordre climatique.

Les caractéristiques de la biocénose unique qui occupe cet étage sont toutes exclusives :

- *Talorchestia* sp. ;
- *Excirolana natalensis* (Vanhöffen), plutôt localisé dans la moitié inférieure de l'étage ;
- *Tenebrionidae* n° 2 ;
- *Tenebrionidae* n° 1 et des larves de Coléoptères qui leur correspondent sans doute.

### II. Etage médiolittoral.

L'étage médiolittoral est, lui aussi, représenté par une biocénose unique. Il semble en effet difficile de le diviser en deux sous-étages ; on peut constater au premier abord un enrichissement en espèces caractéristiques au fur et à mesure que l'agitation décroît. En effet, sur les plages de mode battu (Saint-Augustin ou la Batterie) ne se retrouvent que les espèces les plus tolérantes vis-à-vis de ce facteur :

- *Excirolana orientalis* (Dana) ;
- *Donax faba* Chemnitz ;
- *Nerine cirratulus* (Delle Chiaje), qui est d'ailleurs plus fréquemment remplacée par un autre *Spionidae*, *Nerinides* (?), espèce caractéristique de mode battu.

Lorsque l'agitation diminue, apparaît d'abord le Pélécy-pode *Mesodesma* (*s.g. Tiara*) sp., préférentiel de la partie supérieure de l'étage, puis ensuite toutes les espèces caractéristiques de cet étage :

*Nerine lefebvrei* Gravier qui semble s'exclure avec la *Nerine cirratulus* (Delle Chiaje) peut être, simplement à cause de leurs exigences semblables, vis-à-vis de la nourriture ;

- Mesodesma glabratum* Gmelin ;
- Perinereis nuntia* Savigny ;
- Patinapta* sp. ; une Oligochète marine ;
- Hippa pacificus* Dana.

Dans cette gradation, la plage de Sarodrano est remarquable par la zone de transition qu'elle forme entre les plages de mode battu et celles de mode calme. En effet, les espèces de mode calme sont déjà présentes sur cette grève, telles :

- Mesodesma glabratum* Gmelin ;
- Nerine lefebvrei* Gravier ;
- Donax faba* Chemnitz.

Cependant une espèce exigeant un mode très calme comme *Perinereis nuntia* Savigny, trouvée en arrière des mangroves, n'est pas encore représentée ici. Enfin, certaines espèces de mode battu, vivent en individus isolés, dans cette zone, comme la *Nerinides* (?) sp.

Trois de ces espèces caractéristiques sont susceptibles de former des faciès :

*Mesodesma glabratum* Gmelin qui devient particulièrement abondant lorsque le sable est bien aéré, tendant à devenir bulleux (à Ifaty), quoique ce Pélécy-pode soit cantonné dans la zone inférieure de l'étage où il s'accumule peut-être lors de la marée descendante.

*Mesodesma* (*s.g. Tiara*) sp. qui correspond à un essorage particulièrement intense sur la grève d'Ifaty, puisque la moitié supérieure de l'étage médiolittoral est son habitat de prédilection.

*Donax faba* Chemnitz dont le foisonnement s'explique peut-être simplement par l'absence de dessalure qui limiterait son développement sur les plages autres que celle devant le laboratoire et celle d'Ifaty.

En conclusion, je noterai que, bien que certaines espèces soient cantonnées dans la portion inférieure de l'étage médiolittoral, par exemple :

- Mesodesma glabratum* Gmelin ;
- Patinapta* sp. ;

*Hippa pacificus* Dana, alors que d'autres, comme *Mesodesma* (*s.g. Tiara*) sp. semblent préférer les niveaux supérieurs de cet étage, on ne peut diviser l'étage médiolittoral en deux sous-étages car le chevauchement des aires de répartition des espèces est beaucoup trop important et parce que plusieurs espèces sont également réparties sur toute l'étendue de l'étage considéré. Cette absence de séparation s'explique, bien que les marées à Tuléar soient assez fortes, par l'inclinaison grande des sables médiolittoraux qui tend à resserrer l'étagement ;

### II. L'étage infralittoral.

Dans l'étage infralittoral, la prépondérance de divers facteurs édaphiques détermine l'apparition et la discrimination de plusieurs biocénoses.

a. En mode battu se développe la communauté à *Donax elegans* Odhner qui s'étend largement dans le sens vertical du fait des mouvements de déplacements avec la marée, de l'espèce. De plus, l'absence de rupture de pente sur les plages exposées, contribue au même titre que les allées et venues des *Donax*, à annuler toute transition nette entre l'étage médio-littoral et l'étage infralittoral.

Les caractéristiques de cette biocénose, qui s'enrichit au fur et à mesure que l'on descend vers le niveau des basses mers, sont toutes exclusives si l'on ne tient pas compte des individus de *Donax* restés en arrière (dans l'étage médiolittoral) lors de la marée descendante. Ce sont :

- Donax aemulus* Smith ;
- Donax elegans* Odhner ;
- Goniadopsis incerta* Fauvel ;
- Sigalion mathildae* Audouin et M. Edwards ;
- Donax madagascariensis* Wood ;
- Iacra petiti* Dautzenberg ;
- Lumbriconereis* sp. ;
- Spio magnus* Day.

b. En mode encore faiblement battu et surtout sur sables fins réduits, au niveau des basses mers, la communauté à Enteropneustes est bien individualisée et possède, en plus de ces derniers, un certain nombre de caractéristiques qui sont :

- Gravierella multiannulata* Fauvel ;
- Owenia fusiformis* Delle Chiaje ;
- Nephtys tulearensis* Fauvel ;
- Scoloplos chevalieri* Fauvel ;
- Phascolion* sp. ;
- Spionidae* n° 2 ;
- Glycera subaenea* Grube ;
- Goniada eremita* Audouin et M. Edwards ;
- Phoronis cf. mülleri* M. de Selys-Longchamps.

c. Les zones lenticulaires de sables grossiers purs semblent se former sous l'influence de courants et sont habitées par une biocénose dont nous ne possédons que quelques indices. (Sa présence n'apparaît pas sur le tableau des relevés ; car cette communauté n'a pas fait l'objet de prélèvements). Les espèces caractéristiques actuellement connues sont exclusives.

*Terebra caerulea* Lamarck, *Albunea symnista* (Linné) et peut-être *Albunea paretoi* Guérin.

d. Immédiatement en contact avec l'étage médio-littoral, on rencontre sur sables fins baignés à marée basse par des eaux de salinité réduite, une biocénose comprenant actuellement deux espèces caractéristiques exclusives, *Urothoe* sp., *Glycera cf. natalensis* Day.

e. Si les écoulements d'eau presque douce se font plus importants et se chargent en matières organiques, la biocénose précédente disparaît et l'on observe son remplacement par un peuplement très dense à *Scolecopsis indica* Fauvel.

f. L'influence de la teneur en matières organiques joue aussi un grand rôle par son abondance dans la biocénose caractérisée par : *Audouinia tentaculata* (Montagu) (formant un faciès), *Diopatra neapolitana* Delle Chiaje, *Phyllodoce malmgreni* Gravier, *Nassa pullus* Linné (espèce seulement préférentielle).

Le substrat de cette communauté ne subit aucune dessalure et est remarquable par son hétérogénéité montrant un mélange de sables grossiers et de particules très fines.

g. Enfin, sur sables fins vaseux en mode moyennement calme, la biocénose comprend comme espèces caractéristiques :

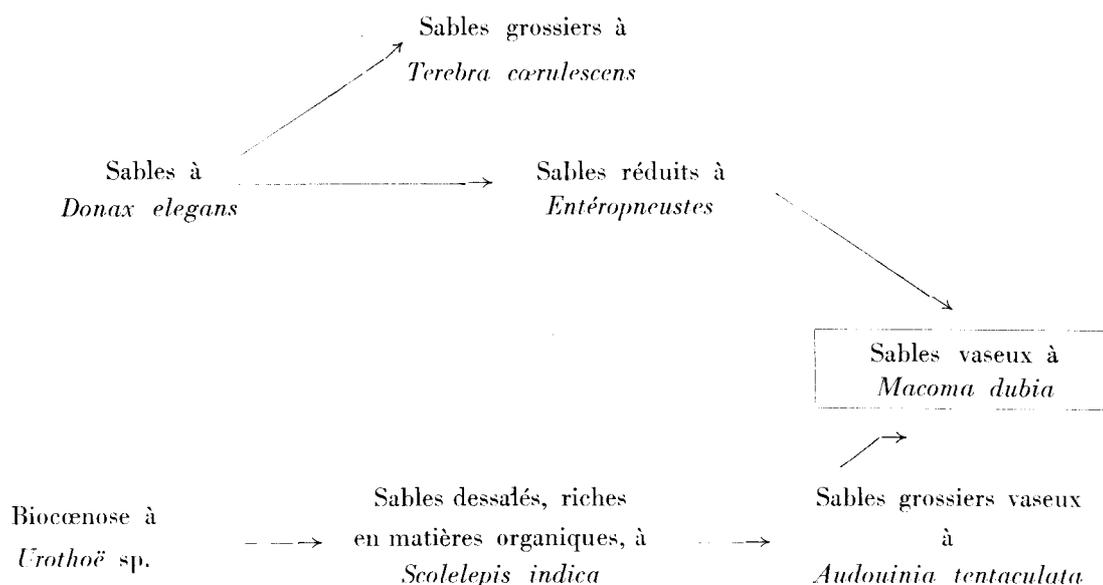
- Macoma dubia* (Deshayes) (formant un faciès lorsque le sédiment s'enrichit en vase) ;
- Solen corneus* Lamarck ;
- Mysella* sp. ;
- Nephtys cf. dibranhis* (?) Grube ;
- Nassa coronata* Bruguières ;
- Galeodes parasidica* (Martini) ;
- Tellina palatam* Iredale ;

*Grandidierella mahafalensis* Coutière, et comme caractéristiques préférentielles abondantes en général : un *Capitellidae* indéterminé, *Dosinia hepatica* Lamarck *Polynices mammila* (Linné).

Cette communauté ne semble être sous l'action particulière d'aucun facteur édaphique et représente la biocénose climatique de l'étage infralittoral. C'est ainsi qu'on parvient à établir une série évolutive qui aboutit aux sables à *Macoma dubia* (Deshayes) :

— soit à partir des sables à *Donax elegans* Odhner et en passant par les sables à Enteropneustes, à la suite d'une atténuation progressive du mode et d'un accroissement du caractère réducteur du sédiment ;

— soit à partir de la communauté à *Urothoe* sp. Dana par disparition de phénomènes de dessalure et par enrichissement en matières organiques puis en particules vaseuses.



### C. CONSIDÉRATIONS SUR L'ÉCOLOGIE DE CERTAINES ESPÈCES

Certaines espèces, caractéristiques ou non, méritent d'être signalées.

#### I. Espèces indicatrices.

##### a. De dessalure.

Il est remarquable de constater d'abord, l'euryhalinité de la majorité des espèces rencontrées. Les variations de salinité étant cependant importantes à proximité des fleuves ou bien des résurgences du réseau karstique, les différences des peuplements sont atténuées (en particulier sur les plages de mode battu).

Nous pouvons cependant citer : la Polychète *Spio magnus* Day, dont l'abondance sur la plage de Saint-Augustin s'accroît si l'on se rapproche de l'estuaire de l'Onilahy ; *Glycera cf. natalensis* Day et *Urothoë sp.* Dana qui constituent la seule biocénose de sables dessalés ; enfin, *Scolelepis indica* Fauvel bien que vivant dans une eau de salinité faible, semble beaucoup plus conditionné par une teneur en matières organiques élevée.

##### b. De mode battu.

En ce qui concerne l'étage médiolittoral, seule la Polychète *Nerinides* (?) est caractéristique des plages de mode battu. Pour l'étage infralittoral, toutes les espèces caractéristiques de la biocénose à *Donax elegans* Odhner sont, bien entendu, en même temps indicatrices de mode battu.

##### c. D'humectation suffisamment intense.

Ce sont les espèces telles que *Eulepis geayi* Fauvel, *Onuphis eremita* Audouin et M. Edwards, *Magelona obockensis* Gravier, *Ensis* n° 1, qui ne sont présentes que dans les niveaux avoisinant ceux des basses mers de vives eaux. Après une connaissance plus approfondie des substrats meubles de la région, nous devons peut-être les considérer comme des « remontées » de niveaux plus profonds. Pour l'instant, nous les classerons comme indicatrices des niveaux inférieurs ou d'humectation intense.

#### II. Espèces ubiquistes.

a. La large répartition écologique de plusieurs espèces sablo-vasicoles ou vasicoles, les fait entrer dans la catégorie des espèces ubiquistes ;

b. Il faut également mettre en parallèle avec ces dernières, par leur absence de signification dans l'étagement ;

— Les crabes appartenant au genre *Ocypode* qui sont représentés dans les deux étages supérieurs par leurs terriers et dans l'étage infralittoral, par leurs incursions nutritives ;

— Le *Paguridae* *Cenobites rugosa* M. Edwards, qui s'abrite de la chaleur pendant la journée, dans le domaine terrestre sous les pierres et les arbres du bush, et descend la nuit jusqu'au niveau de la basse mer pour se nourrir.

c. Le cas des *Dotilla fenestrata* Hilgendorf est plus important dans l'évolution des substrats sablo-vaseux car leur abondance détermine un véritable

faciès de dégradation. Il serait intéressant d'étudier en détail, la disparition puis la réapparition des espèces caractéristiques de la biocénose médio-littorale ou infralittorale colonisée, après un passage d'une foule temporaire de *Dotilla fenestrata* Hilgendorf.

## D. COMPARAISONS BIOGÉOGRAPHIQUES

### SOMMAIRES

Les comparaisons biogéographiques que je pourrai faire ne seront que d'ordre général pour deux raisons. La première, est la connaissance encore trop insuffisante de tous les substrats meubles de la région de Tuléar et surtout les lacunes dans les déterminations des espèces rencontrées. La seconde raison, est la difficulté de rétablir la distribution des espèces (dans les régions que je vais envisager) en rapport avec le système d'étagement employé ici.

Je considérerai d'abord les peuplements de l'île Maurice dont J. de BAISSAC, P. E. LUBET et C. M. MICHEL ont donné un bref aperçu. La région la plus proche, aussi bien du point de vue géographique que de celui des peuplements, semble ensuite être celle de l'île Inhaca (Mozambique). Enfin nous terminerons par des équivalences très générales entre les zonations des substrats meubles tropicaux, en comparant nos travaux avec ceux de GAULD et BUCHANAN et ceux de DAHL.

#### I. Ile Maurice.

La comparaison ne peut se faire qu'avec les plages de mode calme sur lesquelles le *Donax faba* et le *Mesodesma glabratum* descendent beaucoup plus bas à l'île Maurice, peut être par suite d'une absence de rupture de pente et de sédiments infralittoraux à tendance vaseuse, ce qui n'est pas le cas à Tuléar. Il faut noter aussi la non-équivalence de *Callianassa mauritiana* citée par les auteurs de l'île Maurice avec l'espèce appartenant au sous genre *Calliactites* que nous avons rencontrée, qui vit tout à fait en dehors des peuplements contenant *Donax faba*.

Il faut cependant remarquer que J. de B. BAISSAC, LUBET et MICHEL n'ont pas tenu compte du pouvoir de rétention d'eau du sable, et qu'ils ont seulement « aligné » les niveaux altitudinaux des sables sur ceux des substrats durs. La correction qui s'impose ramènerait alors dans un étage unique les *Donax faba* qui, à l'île Maurice seraient alors infralittoraux au même titre que les autres *Donacidae* que nous avons rencontrés dans nos prélèvements.

#### b. Ile Inhaca (Mozambique).

MAC NAE et KALK ont établi les mêmes équivalences entre les substrats durs et les substrats meubles, en se basant sur le système d'étagement

uniquement altitudinal de STEPHENSON. Cependant, les rapports entre les peuplements du Mozambique et ceux de Tuléar sont beaucoup plus étroits.

En effet, « the supralittoral fringe » correspond à l'étage supralittoral, bien que les espèces d'Amphipodes soient différentes et que l'Isopode *Exciorolana natalensis* ne soit pas cité dans leur ouvrage. L'étage médiolittoral est l'équivalent de l'« Upper midlittoral » qui est également caractérisé par *Donax faba*. Par contre *Mesodesma glabratum*, *Mesodesma s.g. Tiara* et les autres caractéristiques des plages médiolittorales que nous avons vues, sont absentes. On peut seulement considérer que l'*Eurydicidae Pontogeloïdes latipes* Barnard et *Exciorolana orientalis* sont deux espèces vicariantes.

L'étage infralittoral correspond aux zones désignées sous le nom de « lower midlittoral » et d'« infralittoral fringe ». Bien que ces portions de plages n'aient pas été étudiées dans le même esprit, et qu'une grande partie en soit occupée par des herbiers, nous pouvons considérer, d'après la répartition des Polychètes et de quelques Pélécytopodes, que deux des biocénoses délimitées dans le présent travail, se retrouvent dans le Mozambique, à savoir celle à Entéropneustes et celle à *Macoma dubia* et *Solen corneus* quoique ces deux espèces n'y soient pas représentées. Il semble donc que la multiplicité des facteurs ambiants soit moindre à l'île Inhaca et que la majorité des substrats meubles non fixés soit sablo-vaseuse, comme le prouve les nombreuses espèces vasicoles communes avec le littoral Sud-Ouest malgache (notamment *Macrophthalmus grandidieri*).

Il est cependant intéressant de pouvoir constater, grâce à un travail précis, les grandes affinités de la faune de part et d'autre du canal de Mozambique.

#### c. Comparaison avec les schémas de zonation tropicale.

Le schéma général de la zonation des substrats meubles tropicaux semble être respecté à Tuléar. En effet, une comparaison avec les travaux de GAULD et BUCHANAN et ceux de PEARSE, montre toujours :

— une zone supérieure à *Talitridae* et *Ocypodidae* (les uns n'étant pas exclus par les autres comme l'a dit DAHL pour qui les Ocypodes seraient les remplaçants en pays tropicaux des Talitres) ;

— une zone moyenne contenant un Isopode ou Amphipode, une espèce de *Donax* médiolittorale (*Donax pulchellus* sur la côte de l'Or) et une *Nerine* ;

— la partie la plus inférieure restant mal précisée si ce n'est par la présence de *Callianassa*.

## LISTE SYSTÉMATIQUE DES ESPÈCES RÉCOLTÉES

### COELENTERÉS.

Actinie n° 1.  
Actinie n° 2.  
Actinie sabulicole.  
*Edwardsiidae* n° 1.  
*Edwardsiidae* n° 2.  
*Edwardsiidae* n° 3.

### VERS DIVERS.

Turbellarié.  
Némerte.  
*Ochetostoma erythrogrammon* (LEUCKART et RÜPPEL) 1828.  
*Siphonosoma australe* KEFERSTEIN 1865.  
*Siphonosoma edule* SLUITER 1881.  
*Phascolion* sp. THEEL.  
Ver indéterminé.

### ANNELIDES.

Oligochète.  
*Panthalis melanotus* GRUBE 1878.  
*Sigalion mathildae* AUDOUIN et MILNE EDWARDS 1834.  
*Eulepis geayi* FAUVEL 1919.  
*Eurythoë complanata* (PALLAS) 1913.  
*Phyllodoce cf. capensis* DAY 1960.  
*Phyllodoce malmgreni* GRAVIER 1900.  
*Podarke angustifrons* (GRUBE) 1878.  
*Perinereis nuntia* SAVIGNY 1818.  
*Ceratonereis erythraeensis* FAUVEL 1919.  
*Dendronereis arborifera* PETERS.  
*Nephtys tulaeensis* FAUVEL 1919.  
*Nephtys cf. dibranchis* (?) GRUBE 1877.  
*Glycera convoluta* KEFERSTEIN 1862.  
*Glycera africana* ARWIDSSON 1898.  
*Glycera cf. natalensis* DAY 1957.  
*Glycera* sp. SAVIGNY 1818.  
*Glycera subaenea* GRUBE 1878.  
*Goniada eremita* AUDOUIN et M. EDW. 1833.  
*Goniadopsis incerta* FAUVEL 1932.  
*Marphysa sanguinea* (MONTAGU) 1815.  
*Onuphis eremita* AUDOUIN et M. EDW. 1834.  
*Diopatra neapolitana* DELLE CHIAJE 1841.  
*Lumbriconereis* sp. BLAINVILLE (GRUBE rev.).  
*Arabella iricolor* (MONTAGU) 1804.  
Errante n° 1.  
*Aricia bioreti* FAUVEL 1919.  
*Scoloplos chevalieri* FAUVEL 1901.  
*Scoloplos madagascariensis* FAUVEL 1919.  
*Scolecopsis indica* FAUVEL 1928.  
*Nerinides* (?) MESNIL.  
*Nerine cirratulus* (DELLE CHIAJE) 1828.  
*Nerine lefebvrei* GRAVIER 1906.  
*Spio magnus* DAY 1957.  
*Spionidae* n° 1.  
*Spionidae* n° 2.  
*Magelona obockensis* GRAVIER 1905.  
*Audouinia tentaculata* (MONTAGU) 1808.  
*Dasybranchus caducus* GRUBE 1867.  
*Capitellidae*.  
*Gravierella multiannulata* FAUVEL 1919.  
*Owenia fusiformis* DELLE CHIAJE 1841.  
*Loimia medusa* (SAVIGNY) 1818.

### ECHINODERMES.

*Echinodiscus bisperforatus* (LESKE).  
*Patinapta* sp. HEDING 1928.

### MOLLUSQUES.

*Loripes clausus* (PHILIPPI).  
*Lucina pisum* REEVE.  
*Codokia tigerina* (= *Lucina orbicularis* LINNÉ).  
*Mysella* sp. ANGAS 1877.  
*Dosinia hepatica* LAMARCK.  
*Tapes kochi* PHILIPPI.  
*Mesodesma* (s.g. *Eryx*) *glabratum* GMELIN.  
*Mesodesma* (s.g. *Tiara*) sp.  
*Macra aequisulcata* (SOWERBY).  
*Donax* (s.g. *Hecuba*) *madagascariensis* WOOD 1828.  
*Donax faba* CHEMNITZ.  
*Donax aemulus* SMITH.  
*Donax* (s.g. *Chion*) *elegans* ODHNER 1919.  
*Sanguinolaria layardi* (DESHAYES).  
*Iacra petiti* DAUTZENBERG.  
*Tellinimacra edentula* (SPLENGLER) 1798.  
*Macoma dubia* (DESHAYES).  
*Tellina (Quidnipagus) palatam* IREDALE.  
*Solen corneus* LAMARCK 1818.  
Esis n° 1.  
*Polynices mammilla* (LINNÉ).  
*Natica burnupi* SMITH.  
*Galeodes paradica* (MARTINI).  
*Nassa coronata* BRUGUIÈRES.  
*Nassa pullus* LINNÉ.  
*Nassa (Zeuxis) olivaceus* (LINNÉ).  
*Nassa coronula* (?).  
*Mitra interlirata* (?) REEVE.  
*Terebra caerulea* LAMARCK.  
*Terebra polygonia* REEVE.

### CRUSTACÉS.

*Excirologa natalensis* (VAN HÖFFEN) 1914.  
*Excirologa orientalis* (DANA) 1853.  
*Urothoë* sp. DANA 1852.  
*Grandidierella mahafalensis* COUTIÈRE 1904.  
*Talorchestia* sp.  
*Hymenosoma* sp. DESM.  
*Ocypode ceratophthalmus* (PALLAS).  
*Ocypode cordimanus* DESM.  
*Uca marioni* (DESM.).  
*Uca urvillei* M. EDWARDS.  
*Uca annulipes* (M. EDWARDS).  
*Dotilla fenestrata* HILCENDORF 1869.  
*Macrophthalmus grandidieri* M. EDWARDS.  
*Macrophthalmus convexus* STIMPSON 1859.  
*Euplax bosci* (AUDOUIN).  
*Monomia argentata* (WHITE et M. EDWARDS).  
*Hippa pacificus* DANA 1853.  
*Albunea paretoi* GUÉRIN 1853.  
*Albunea symnista* (LINNÉ).  
*Cenobita rugosa* M. EDWARDS.  
*Callianassa* (s.g. *Calliactites*) sp.  
*Penaeus japonicus* BATE.  
*Leptochela robusta* STIMPSON 1850.  
*Alpheus rapax* Fabricius.

### MYRIAPODES.

Myriapode indéterminé.

### ARACHNIDES.

Arachnide non déterminé.

## INSECTES.

*Tenebrionidae* n° 1.  
*Tenebrionidae* n° 2.  
 Larve présumée du *Tenebrionidae* n° 2.  
 Larve de Coléoptère n° 1.  
 Larve de Coléoptère n° 2.

## EMBRANCHEMENTS MINEURS.

*Phoronis cf. mülleri* M. de SELYS-LONCHAMPS 1902.  
*Ptychodera* sp.

## POISSONS.

*Gobius* sp. LINNÉ.  
*Moringua javanica* (KAUP.) 1856.

## TABLEAUX DE RELEVES

Tableau n° 1	N° des stations	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
<i>Etage supralittoral</i>	Localisation	Sarodrano				Sud-Ifaty	Arrière mangrove				
Talorchestia sp.....		91-98,91	89-96,74	71-97,26	39-90,70	1-50,00	8-17,78	71-87,66	39-84,78	39-86,67	53-96,36
Excirolana natalensis .....			2-2,17		1-2,32				1-2,18	1-2,22	1-1,82
Tenebrionida .....		1-1,09			2-4,66			1-1,23		4-8,89	
Larve de Coléoptère n°2 .....				1-1,37			1-2,22	1-1,23	3-6,52	1-2,22	
Larve présumée du Tenebrionida n° 2.....									3-6,52		1-1,82
Larve de Coléoptère n° 1.....							1-2,22	1-1,23			
Tenebrionida n° 1 .....							35-77,78	6-7,41			
Ocypode ceratophthalmus .....								1-1,23			
Perinereis nuntia .....					1-2,32						
Glycera africana .....				1-1,37							
Arachnide .....						1-50,00					
Myriapode .....			1-1,09								
Nombre total d'individus .....		92	92	73	43	2	45	81	46	45	55

## LOCALISATION DES RELEVÉS

Tableau n° 1

N° des stations	Localisation
T <sub>8</sub> .....	Sarodrano, 1 mètre au-dessus des laisses de V.E.
T <sub>10</sub> .....	Sarodrano, prélèvement latéral, <i>idem</i> .
T <sub>7</sub> .....	Sarodrano, au niveau des laisses.
T <sub>11</sub> .....	Sarodrano, prélèvement latéral.
T <sub>6</sub> .....	Sud d'Ifaty, plage en arrière des banquettes vaseuses, environ 9 mètres au-dessus de la rupture de pente.
T <sub>1</sub> .....	En arrière de la mangrove de Songoritelo, environ 22 mètres au-dessus de la rupture de pente.
T <sub>2</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous T <sub>1</sub> .
T <sub>3</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous T <sub>2</sub> .
T <sub>4</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous T <sub>3</sub> .
T <sub>5</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous T <sub>4</sub> .

Tableau n° 2

N° des stations	Localisation
I <sub>14</sub> .....	Saint-Augustin, environ 25 mètres au-dessus des basses mers de V.E.
I <sub>13</sub> .....	Même localisation, 5 mètres sous I <sub>14</sub> .
Dc <sub>8</sub> .....	Même localisation, 5 mètres sous I <sub>13</sub> .
T <sub>9</sub> .....	La Batterie, 27 mètres environ, au-dessus de la basse mer de V.E.
I <sub>16</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous T <sub>9</sub> .
I <sub>15</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous I <sub>16</sub> .
Dc <sub>15</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous I <sub>15</sub> .
Df <sub>7</sub> .....	Coupe devant la Station Marine, à 80 centimètres du petit mur.
Df <sub>6</sub> .....	Même localisation, à 2,10 mètres du mur.
Df <sub>5</sub> .....	Même localisation, à 3,40 mètres du mur.
Df <sub>4</sub> .....	Même localisation, à 4,70 mètres du mur.
Df <sub>3</sub> .....	Même localisation, à 6 mètres du mur.
Df <sub>2</sub> .....	Même localisation, à 7,30 mètres du mur.
Df <sub>1</sub> .....	Même localisation, à 8,50 mètres du mur.
D <sub>7</sub> .....	Sables à <i>Dotilla</i> médiolittoraux, au nord de la jetée.
I <sub>10</sub> .....	Sarodrano, 2 mètres sous T <sub>7</sub> .
I <sub>14</sub> .....	Sarodrano, 3 mètres sous I <sub>10</sub> .
Mg <sub>14</sub> .....	Sarodrano, prélèvement latéral.
Df <sub>11</sub> .....	Ifaty, 10 mètres environ au-dessus de la rupture de pente.
Df <sub>12</sub> .....	Même localisation, 1 mètre sous Df <sub>11</sub> .
Df <sub>13</sub> .....	Même localisation, 1 mètre sous Df <sub>12</sub> .
Mg <sub>5</sub> .....	Même localisation, 2 mètres sous Df <sub>13</sub> .
Mg <sub>6</sub> .....	Même localisation, 2 mètres sous Mg <sub>5</sub> .
Mf <sub>8</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral.
Mg <sub>7</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous Mg <sub>6</sub> .
Mg <sub>3</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral.
Df <sub>14</sub> .....	Sud d'Ifaty, en arrière des banquettes vaseuses, 2 mètres sous T <sub>6</sub> .
Df <sub>15</sub> .....	Même localisation, 2 mètres sous Df <sub>14</sub> .
Mg <sub>9</sub> .....	Même localisation, 2 mètres sous Df <sub>15</sub> .
Mg <sub>10</sub> .....	Même localisation, 2 mètres sous Mg <sub>9</sub> .
Mg <sub>11</sub> .....	Même localisation, 1 mètre Mg <sub>10</sub> .
I <sub>4</sub> .....	Songoritelo, plage non protégée par les palétuviers.
Df <sub>9</sub> .....	Même localisation, 2 mètres sous I <sub>4</sub> .
Df <sub>10</sub> .....	Même localisation, 2,30 mètres sous Df <sub>9</sub> .
Mg <sub>1</sub> .....	Même localisation, 2,20 mètres sous Df <sub>10</sub> .
Mg <sub>2</sub> .....	Même localisation, 2,30 mètres sous Mg <sub>1</sub> .
Df <sub>8</sub> .....	En arrière de la mangrove de Songoritelo, 1,5 mètre sous T <sub>5</sub> .
P <sub>1</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous Df <sub>8</sub> .
P <sub>15</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral, 5 mètres en arrière des premiers pneumatophores.
P <sub>2</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous P <sub>1</sub> .
P <sub>3</sub> .....	Même localisation, 1,5 mètre sous P <sub>2</sub> .
F <sub>7</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral.

Tableau n° 3

N° des stations	Localisation	N° des stations	Localisation
De <sub>1</sub> .....	Saint-Augustin, prélèvement latéral, environ 15 mètres au-dessus des B.M.V.E.	M <sub>5</sub> .....	Même localisation, près de la petite jetée.
De <sub>4</sub> .....	Même localisation, 5 mètres sous De <sub>3</sub> .	M <sub>6</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
De <sub>5</sub> .....	Même localisation, 2,5 mètres sous De <sub>4</sub> .	M <sub>7</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
De <sub>6</sub> .....	Même localisation, 2,5 mètres sous De <sub>5</sub> .	M <sub>10</sub> .....	Même localisation, sables à <i>Macoma</i> .
I <sub>5</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral, 3 mètres au-dessus de la B.M.V.E.	Sc <sub>1</sub> .....	Même localisation, sables à <i>Macoma</i> .
De <sub>7</sub> .....	Même localisation, 2,5 mètres sous De <sub>6</sub> .	Sc <sub>2</sub> .....	Même localisation, sables à <i>Macoma</i> .
De <sub>2</sub> .....	Même localisation, au niveau du déferlement, à marée descendante.	Sc <sub>3</sub> .....	Même localisation, vers la petite jetée.
De <sub>3</sub> .....	Même localisation, au niveau du déferlement à marée descendante.	Sc <sub>5</sub> .....	Même localisation, au nord de la grande jetée.
Ip <sub>3</sub> .....	Même localisation, 2,5 mètres sous De <sub>7</sub> .	M <sub>8</sub> .....	Ifaty, devant le village.
Ip <sub>2</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral, au niveau du déferlement, à l'étalement de B.M.V.E.	M <sub>9</sub> .....	Ifaty, devant le village.
Ip <sub>1</sub> .....	Même localisation, prélèvement latéral, au niveau du déferlement, à l'étalement de B.M.V.E.	D <sub>1</sub> .....	Devant la Station Marine, sables à <i>Dotilla</i> , au sud de la grande jetée.
De <sub>14</sub> .....	La Batterie, 3 mètres sous De <sub>15</sub> .	D <sub>2</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
De <sub>9</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous De <sub>14</sub> .	I <sub>5</sub> .....	Même localisation, au nord de la grande jetée.
De <sub>10</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous De <sub>9</sub> .	I <sub>6</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
De <sub>11</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous De <sub>10</sub> .	I <sub>8</sub> .....	Même localisation, au sud de la grande jetée.
De <sub>12</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous De <sub>11</sub> .	I <sub>8</sub> .....	Sarodrano, en dessous du faciès à <i>Mesodesma glabratum</i> .
De <sub>13</sub> .....	Même localisation, 3 mètres sous De <sub>13</sub> .	I <sub>9</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
E <sub>1</sub> .....	Pointe Anosy, sables à Entéropeustes, près du niveau des B.M.V.E.	D <sub>9</sub> .....	Même localisation, sables à <i>Dotilla</i> .
E <sub>2</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .	D <sub>10</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
E <sub>7</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .	A <sub>1</sub> .....	Ifaty, sables grossiers à <i>Audouinia tentaculata</i> , après la rupture de pente.
F <sub>8</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .	A <sub>2</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
F <sub>9</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .	A <sub>3</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
E <sub>10</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .	A <sub>4</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
E <sub>3</sub> .....	Devant la Station Marine, 100 mètres environ au nord du voyant de Mahavatsy.	A <sub>5</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
E <sub>4</sub> .....	Même localisation, niveau des B.M.V.E.	A <sub>6</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
E <sub>5</sub> .....	Même localisation, niveau des B.M.V.E.	A <sub>7</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
F <sub>6</sub> .....	Même localisation, niveau des B.M.V.E.	A <sub>8</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .
M <sub>1</sub> .....	Même localisation, sables à <i>Macoma</i> .	S <sub>1</sub> .....	Même localisation, devant le village.
M <sub>2</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> , à 1 mètre de Df <sub>1</sub> .	S <sub>2</sub> .....	Sud d'Ifaty, 3 mètres sous Mg <sub>11</sub> .
M <sub>3</sub> .....	Même localisation, sables à <i>Macoma</i> .	S <sub>3</sub> .....	Sud d'Ifaty, 2,5 mètres sous S <sub>2</sub> .
M <sub>4</sub> .....	Même localisation, <i>idem</i> .	A <sub>10</sub> .....	Sud d'Ifaty, 4 mètres sous S <sub>3</sub> .
		A <sub>9</sub> .....	Sud d'Ifaty, prélèvement latéral, même niveau.

## BIBLIOGRAPHIE

## VERS DIVERS

- FISCHER W., 1891. — *Uebersicht der von Herrn Dr. F. Stumm auf Sansibar und an der gegenüberliegenden Festlandküste gesammelten Gephyren*. « Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten », 9, (2), pp. 79-89.
- FISCHER W., 1926. — *Sipunculiden und Echiuriden der Hamburger Südsee-Expedition, (1908-1909)*. « Mitt. aus dem Zool. Stat. u. Zool. Museum in Hamburg », Bd : 42, pp. 104-117.
- HAMMERSTEIN O., 1914. — *Gephyren von Madagaskar gesammelt von W. Kaudern, 1911-1912*. « Ark. Zool. » Bd : IX, n° 10, pp. 1-3.
- HERUBEL M. A., 1904. — *Sur les Sipunculides nouveaux rapportés de la Mer Rouge par M. Ch. Gravier (note préliminaire)*. « Bull. Mus. Hist. Nat. » 10, pp. 476-480.
- HERUBEL M. A., 1904. — *Liste des Sipunculides et Echiurides rapportés par M. Ch. Gravier du Golfe de Tadjourah (Mer Rouge)*. « Bull. Mus. Hist. Nat. » 10, pp. 562-565.
- HYMAN L. H., 1959. — *The Invertebrates : Smaller Coelomate Groups*. Vol. V. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New-York.
- LANCHESTER W. F., 1905. — *The marine fauna of Zanzibar and British East Africa from collections made by C. Crossland in the years 1901 and 1902 ; Gephyrea*. « Proceed. of the Zool. Society of London », 1, pp. 28-35.
- SATO H., 1935. — *Sipunculoidea and Echiuroidea of the West Caroline Islands*. « Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Sendai Japan ». Ser. IV, vol. X, n° 2, pp. 299-239.
- SATO H., 1939. — *Studies on the Echinoidea, Sipunculoidea and Priapulidea of Japan*. « Sci. Rep. Tôhoku Univ. » (4), 14, pp. 339-460.
- SLUITER C. P., 1886. — *Beiträge zu der Kenntnis der Gephyrea aus dem Malayischen Archipel*. Ernst et Co. Batavia.
- SLUITER C. P., 1898. — *Gephyren von Süd-Afrika nebst Bemerkungen über Sipunculus indicus Peters*. « Zoologischer Jahrbücher Abteilung für Systematik, Ökologie, und Geographie der Thiere ». 11, pp. 442-450.
- SLUITER C. P., 1902. — *Siboga-Expedition. XXV Gephyrea*.
- STEPHEN A. C., 1942. — *The South-African intertidal zone and its relation to ocean currents. Note on the intertidal sipunculids of Cape Province and Natal*. « Ann. of the Natal Museum », 10, pp. 245-256.
- STEPHEN A. C., 1952. — *The Manihine, Expedition to the Gulf of Aqaba. V Gephyrea*. « Bull. of the British Museum (Natural History) Zool », 1, pp. 181-182.
- STEPHEN A. C. and ROBERTSON J. D., 1952. — *A preliminary report on the Echiuridae and Sipunculidae of Zanzibar*. « Proceed. of the Royal Society of Edinburgh », 64, B, pp. 426-444.
- WESENBERG-LUND E., 1957. — *Contribution to the knowledge of the Red-Sea. N° 3 Sipunculoidea and Echiuroidea from the Red Sea*. « Sea fisheries research Station : State of Israel : Ministry of Agriculture, Departement of Fisheries ». Bull., n° 14, 15 pp.
- WESENBERG-LUND E., 1959. — *Sipunculid and Echiurid from Mauritius*. « Vidensk. Medd. dansk. naturhist. Foren ». 121, pp. 53-73.
- AUGENER H., 1906. — *Westindische Polychaeten*. « Bull. of the Museum of Comparative Zoology et Harvard College ». Vol. XLIII, n° 4, pp. 91-196.
- AUGENER H., 1913. — *Polychaeta errantia*. « Die Fauna Südwest Australiens ». Bd. IV, Lief. 5. G. Fischer Jena.
- AUGENER H., 1914. — *Polychaeta sedentaria*. « Die Fauna Südwest Australiens ». Bd. V, Lief. 1. G. Fischer, Jena.
- GAULLERY M., 1944. — *Polychètes sédentaires de l'expédition du Siboga : Ariciidae, Spionidae, Chaetopteridae, Chlorhaemidae, Opheliidae, Oweniidae, Sabellariidae, Sternaspidae, Amphictenidae, Ampharetidae et Terebellidae. Siboga Expeditie. XXIV 2 bis*, pp. 1-204.
- DAY J.-H., 1934. — *On a collection of South African Polychaeta, with a catalogue of the species recorded from South Africa, Angola, Mosambiq and Madagascar*. « Linn. Journ. Zoology ». Vol. XXXIX, pp. 15-80.
- DAY J.-H., 1953. — *The Polychaet fauna of South Africa-Part 2 Errant species from Cape shores and estuaries*. « Annals of the Natal Museum ». Vol. XII Part. 3, pp. 397-441.
- DAY J.-H., 1955. — *The Polychaeta of South Africa. Part 3. Sedentary species from Cape shores and estuaries*. « Linnean Society's Journal (Zoology) ». Vol. XLII, n° 287, pp. 407-452.
- DAY J.-H., 1957. — *The Polychaet fauna of South Africa. Part 4. New species and records from Natal and Mocambique*. « Annals of the Natal Museum ». Vol. XIV. Part 1, pp. 59-129.
- DAY J.-H., 1960. — *The Polychaet fauna of South Africa. Part 5. Errant species dredged of Cape Coasts*. « Ann. of the South African Museum ». Vol. XLV. Part III, pp. 261-373.
- DAY J.-H., 1961. — *The Polychaet fauna of South Africa. Part 6. Sedentary species dredged of Cape Coasts with a few new records from the shore*. « Journal of the Linnean Society of London ». Vol. 44, n° 299, pp. 463-560.
- DAY J.-H., 1962. — *Polychaeta from several localities in the western Indian Ocean*. « Proc. Zool. Soc. London ». Vol. 139 Pt 4, pp. 627-656.
- EHLERS E., 1887. — *Florida Anneliden*. « Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College ». Vol. XV.
- EHLERS E., 1898-1899. — *Die bodensässigen Anneliden aus den Sammlungen der deutschen Tiefsee-Expedition*. « Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer « Valdivia », 1898-1899 ». Bd. XVI, pp. 1-167.
- FAUVEL P., 1911. — *Annélides Polychètes du Golfe Persique recueillies par M. N. Bogoyawlensky*. « Arch. de Zool. Expérimentale et Générale ». Vol. XLVI, n° 11, 5<sup>e</sup> série ; Tome VI, pp. 354-438.
- FAUVEL P., 1917. — *Annélides Polychètes de l'Australie Meridionale*. « Arch. Zool. Exp. », t. 56, fasc. 3, pp. 159-277.
- FAUVEL P., 1918. — *Annélides Polychètes des Côtes d'Arabie*. « Bull. Museum Hist. Nat. », n° 5, pp. 329-344.
- FAUVEL P., 1919. — *Annélides Polychètes de Madagascar, de Djibouti et du Golfe Persique*. « Arch. Zool. Exp. », t. 58, fasc. 8, pp. 315-473.
- FAUVEL P., 1919. — *Annélides Polychètes des Iles Gambier et Touamotou*. « Bull. Museum Hist. Nat. », n° 5, pp. 336-343.
- FAUVEL P., 1919. — *Annélides Polychètes nouvelles de l'Afrique Orientale*. 2<sup>e</sup> note. « Bull. Museum Hist. Nat. », n° 1, pp. 33-39.
- FAUVEL P., 1921. — *Sur quelques Polychètes de l'Angola portugaise*. « Meddelanden fran Göteborgs Musei Zoolgiska Auelning ». 20 XXVI, 4, pp. 3-13.

## ANNELIDES

- FAUVEL P., 1921. — *Annélides Polychètes de Madagascar du Museum R. d'Histoire Naturelle recueillies par M. le Dr. W. Kaudern en 1912*. « Arkiv för Zoolgi ». Bd. 13, n° 24, pp. 1-32.
- FAUVEL P., 1922. — *Annélides Polychètes de l'Archipel Houtman Abrolhos (Australie Occidentale) recueillies par le Pr. W.V. Dakin F.L.S.* « Linnean Society's Journal. Zoology », vol. XXXIV, pp. 487-500.
- FAUVEL P., 1923. — *Polychètes Errantes*. « Faune de France », t. 5.
- FAUVEL P., 1927. — *Polychètes Sédentaires*. « Faune de France », t. 16.
- FAUVEL P., 1928. — *Annélides Polychètes nouvelles de l'Inde*. « Bull. Museum Hist. Nat. Paris », t. 34, n° 1, pp. 90-96.
- FAUVEL P., 1928. — *Annélides Polychètes nouvelles de l'Inde*. « Bull. Museum Hist. Nat. Paris », t. 34, n° 2, pp. 159-165.
- FAUVEL P., 1929. — *Polychètes nouvelles du Golfe de Manaar (Inde)*. « Bull. Soc. Zool. de France », t. 54, pp. 180-186.
- FAUVEL P., 1930. — *Annelida Polychaeta of the Madras Government Museum*. « Bull. Madras Govt. Mus. », t. 1, n° 2.
- FAUVEL P., 1932. — *Annelida Polychaeta of the Indian Museum, Calcutta*. « Mémoires of the Indian Museum », vol. XII, n° 1, pp. 1-262.
- FAUVEL P., 1932. — *Polychètes nouvelles de Chefoo (Chine)*. « Bull. du Museum », 2<sup>e</sup> série, t. IV, n° 5, pp. 536-538.
- FAUVEL P., 1934. — *Polychètes nouvelles de l'Annam*. « Bull. Museum », 2<sup>e</sup> série, t. VI, n° 1, pp. 40-43.
- FAUVEL P., 1936. — *Annélides Polychètes du Japon*. « Mémoires of the College of Sciences Kyoto Imperial University », série B, vol. XII, n° 1, art. 3, pp. 41-92.
- FAUVEL P., 1937. — *Deux Nereidiens nouveaux d'Indochine*. « Bull. Sté Zool. de France », t. LXII, pp. 297-301.
- FAUVEL P., 1939. — *Annélides Polychètes de l'Indochine recueillies par M. C. Dawydoff*. « Pontificia Academia scientiarum commentationes ». Anno III, vol. III, n° 10, pp. 243-368.
- FAUVEL P., 1940. — *On a small collection of Annelida Polychaeta of the Indian Museum, Calcutta*. « Records of the Indian Museum », vol. XLII. Part. II, pp. 253-268.
- FAUVEL P., 1951. — *Additions à la faune des Polychètes du Sénégal*. « Bull. Inst. Franc. d'Afrique-Noire », t. XIII, n° 2, avril 1951, pp. 312-316.
- FAUVEL P., 1953. — *The fauna of India ; Annelida Polychaeta*. « Allahabad The Indian Press. L.T.D. ».
- FAUVEL P., 1953. — *Sur quelques Annélides Polychètes d'Océanie*. « Bull. du Museum », 2<sup>e</sup> série, t. XXV, n° 2, pp. 173-175.
- FAUVEL P., 1957. — *Sur quelques Annélides du Golfe d'Akaba*. « Contributions to the knowledge of the Red-Sea ». Bull. 13, n° 1, pp. 3-14.
- FAUVEL P., 1958. — *Sur quelques Annélides Polychètes du Golfe d'Akaba. II* « Contribution to the knowledge of the Red-Sea ». Bull. 16, n° 7, pp. 1-8.
- GRAVIER CH., 1899. — *Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la Mer Rouge*. « Bull. du Museum Hist. Nat. », nos 5 et 6, pp. 233-298.
- GRAVIER CH., 1900. — *Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la Mer Rouge*. « Nouvelles Archives du Museum de Paris », 4<sup>e</sup> série, t. 11, pp. 137-282.
- GRAVIER CH., 1901. — *Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la Mer Rouge*. « Nouvelles Archives du Museum de Paris », 4<sup>e</sup> série, t. III, pp. 147-268.
- GRAVIER CH., 1906. — *Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la Mer Rouge*. « Nouvelles Archives du Museum de Paris », 4<sup>e</sup> série, t. VIII, pp. 123-236.
- GRAVIER CH., 1908. — *Contributions à l'étude des Annélides Polychètes de la Mer Rouge*. « Nouvelles Archives du Muséum de Paris », 4<sup>e</sup> série, t. X, pp. 67-168.
- HARTMAN O., 1950. — *Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae The University of Southern California Publications. Allan Hancock Pacific Expeditions*. Vol. 15, n° 1, pp. 1-181.
- HARTMAN O., 1951. — *Literature of the Polychaetous Annelids*. Vol. I, Bibliography. Edwards Brothers Inc., Los Angeles, California.
- HARTMAN O., 1954. — *Marine Annelids from the Northern Marshall Islands*. « Geological Survey Professional Paper ». 260 q., pp. 619-644.
- HARTMAN O., 1959. — *Catalogue of the Polychaetous Annelids of the world. Part I and Part II*. « The University of Southern California Press. Allan Hancock Foundation publications », n° 23.
- HORST R., 1912. — *Polychaeta errantia of the Siboga Expedition. Part I : « Amphinomidae. Siboga-Expeditie »*. XXIV<sup>1</sup> a, pp. 3-43.
- HORST R., 1912. — *Polychaeta errantia of the Siboga Expedition Part II : « Aphroditidae and Chrysopetalidae. Siboga-Expeditie »*. XXIV<sup>1</sup> b, pp. 45-143.
- HORST R., 1924. — *Polychaeta errantia of the Siboga Expedition. Part III : « Nereidae and Hesionidae. Siboga-Expeditie »*. XXIV<sup>1</sup> c, pp. 145-198.
- MC INTOSH W. C., 1885. — *Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. « Challenger »*. Zool. Vol. XII.
- MARENZELLER E.V., 1902. — *Südjapanische Anneliden III Aphroditae, Eunicea*. « Denkschriften d. Kais. Akad. d. Wiss. Math. Naturw. Classe ». Bd. LXXII, pp. 1-20.
- MESNIL F. et FAUVEL P., 1939. — *Polychaetes Sédentaires de l'Expédition du « Siboga » : « Maldanidae, Cirratulidae, Capitellidae, Sabellidae et Serpulidae. Siboga-Expeditie »*. XXIV<sup>2</sup>, pp. 1-42.
- MONRO GOA, 1933. — *Notes on a collection of Polychaeta from South Africa*. « Annals and Magazine of Natural History ». Vol. XI. — Tenth series.
- MONRO M. A., 1933-1934. — *Polychaeta*. « British Museum (Nat. Hist.) The John Murray Expedition ». Vol. IV, n° 3, pp. 243-321.
- PERCY MOORE J., 1903. — *Polychaeta from the coastal slope of Japan and from Kamtchatka*. « Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia ». Juin 1903, pp. 401-490.
- POTTS FRANK A., 1910. — *Polychaeta of the Indian Ocean. Pt. I. Amphinomidae*. « Trans. Linn. Soc. Zool. », ser. 2 ; vol. 12, pp. 355-371.
- POTTS FRANK A., 1910. — *Polychaeta of the Indian Ocean. Pt. II The Palmyridae, Aphroditidae, Polynoidae, Acetidae and Sigalionidae*. « Trans. Linn. Soc. Zool. », ser. 2 ; vol. 16, pp. 325-353.
- POTTS FRANK A., 1918. — *Report on the Annelids (Sedentary polychaetes). Zoological results of the Cambridge Expedition to the Suez Canal*. « Zool. Soc. London Trans. » ; Vol. 22, pp. 693-705.
- RULLIER F., 1962. — *Une petite collection d'Annélides Polychètes de l'île Maurice*. « Bull. Soc. Zool. France ». T. LXXXVII, nos 5 et 6, pp. 471-481.
- TREADWELL, 1959. — *Polychaetous annelids from Fidji, Samoa, China and Japan*. « Proceedings of the United States National Museum ». Vol. 69 ; art. 15, pp. 1-20.
- WILLEY A., 1904. — *Littoral Polychaeta from the Cape of Good Hope*. « Trans. Linn. Soc. of London », 2<sup>e</sup> série, Zool. vol. IX ; Part 6, pp. 255-268.

## ECHINODERMES

- CHERBONNIER G., 1953. — *Note sur une nouvelle espèce de synapte de l'île Maurice. Patinapta vaughani* n. sp. « Bull. Museum », 2<sup>e</sup> série, t. XXV, n<sup>o</sup> 5.
- KOEHLER R., 1927. — *Les Echinodermes des Mers d'Europe*. T. II, Gaston Doin éditeur, Paris.

## MOLLUSQUES

- ABBOTT R. TUCKER, 1954. — *American sea shells*. D. Van Nostrand Company, Inc. Toronto. New York. London.
- ABBOTT R. TUCKER, 1959. — *Indo-Pacific Mollusca*. Vol. I, n<sup>os</sup> 1 et 2, pp. 5-146. *The Department of Mollusks*. « Academy of Natural Sciences of Philadelphia ».
- ALLAN J., 1962. — *Australian shells*. « Georgian House, Melbourne », pp. 1-487.
- BARNARD DR. K.-H. — *A beginners' guide to the South African shells*. Maskew Miller Limited. « Cape Town » (R.33).
- BRAGA J.-M., 1952. — *Matérias para o estudo da fauna malacologica de Mocambique*. « Junta de Investigações do Ultramar Centro de Zoologia ». Lisboa, vol. VII, t. III, pp. 65-127.
- BRAGA J.-H., 1952. — *Matérias para o estudo da fauna malacologica de Mocambique*. « Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre. Faculdade de Ciências do Porto », 50. pp. 5-67.
- DAUTZENBERG PH., 1906. — *Liste de coquilles marines d'Amboifoutra, Madagascar*. « J. Conchyl ». XIV, n<sup>o</sup> 1.
- DAUTZENBERG PH., 1913. — *Mission Gruvel sur la côte occidentale d'Afrique : Mollusques marins*. « Ann. Inst. Ocean », t. V, fasc. 3.
- DAUTZENBERG PH., 1929. — *Mollusques testacés marins de Madagascar*. « Faune des colonies françaises », t. III.
- DAUTZENBERG PH., 1932. — *Mollusques testacés marins de Madagascar, supplément*. « J. de Conchyl », vol. LXXVI.
- FISHER P., 1887. — *Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique*. « Librairie F. Savy, Paris », pp. 1-1369.
- FISCHER H., 1901. — *Liste des coquilles recueillies par M. de Gennes à Djibouti et Ali-Sabieh*. « J. de Conchyl », vol. XLIX, pp. 96-130.
- HERTLEIN L.-G. and STRONG A.M., 1955. — *Marine mollusks collected during the « Askoy » expedition to Panama, Columbia and Ecuador in 1941*. « Bull. of the American Museum of Nat. Hist. », vol. 107, a-t. 2. New York, pp. 163-317.
- KEEN A.-M., 1958. — *Sea shells of tropical west America. Marine Mollusks from lower California to Colombia*. « Stanford University Press. », Stanford, California.
- LAMARCK J.-B., 1835-1845. — *Histoire Naturelle des animaux sans vertèbres*. 2<sup>e</sup> éd., t. VI.
- MARTINI und CHEMNITZ, 1870. — *Systematisches Conchilien-Cabinet*. Nürnberg. Verlag von Bauer und Raspe.
- ODHNER H. J.-N., 1919. — *Contribution à la Faune Malacologique de Madagascar*. « Arkiv för Zoologi ». Bd. 12, n<sup>o</sup> 6, pp. 1-52.
- PERRIER R. — *Mollusques*. « Faune de France » : IX.
- REEVE L.-A., 1843-1878. — *Conchologia iconica or figures and description of the shells of molluscous animals*. 20 vol.
- SHINTARO HIRASE. — ISAO TAKI Sc. D. — *An illustrated handbook of shells, in natural colors, from the Japanese islands and adjacent territory*. « Maruzen Co. Ltd. Tokio-Japan ».

- TETSUAKI KIRA, 1960. — *Coloured illustrations of the shells of Japan*. Hoikusha — 1 chome uchonmachi, higashi-ku. Osaka, Japan.
- THIELE J., 1931. — *Handbuch der systematischen Weichtierkunde*. « Jena Verlag von Gustav Fischer ».
- TINKER S.-W., 1952. — *Pacific sea shells*. Charles E. Tuttle « Company : Publishers Rutland, Vermont and Tokio », Japan.
- TRYON G.-W., 1887. — *Manual of Conchology, structural and systematic*.
- TURNER H.-J. and BELDING D.-L., 1957. — *Eighth report on investigations of the shellfisheries of Massachusetts*. « Woods Hole Collect. Reprints ». Contr. 879.
- WARMKE G.-L. and ABBOT T.-R., 1961. — *Caribbean seashells*. « Livingston publishing company ». Narberth, Pennsylvania.

## CRUSTACÉS

- BARNARD K.-H., 1940. — *Tanaidacea, Isopoda and Amphipoda of South Africa*. « Annals of the South African Museum », vol. XXXII, pp. 381-543.
- BARNARD K.-H., 1950. — *Descriptive Catalogue of the South African Decapod Crustacea*. « Annals of the South African Museum », vol. XXXVIII, pp. 1-837.
- BARNARD K.-H., 1951. — *New records and descriptions of new species of Isopods and Amphipods from South Africa*. « Annals and Magazine of Natural History », séries 12, 4, pp. 698-709.
- BARNARD K.-H., 1952. — *Description of a new species of Amphipod*. « Trans. of the Royal Soc. of South Africa », 33, pp. 279-282.
- BARNARD K.-H., 1954. — *New records and new species of Crustacea from South Africa*. « Annales du Musée du Congo Belge ». Tervueren Zoology 1, pp. 120-131.
- BARNARD K.-H., 1955. — *Additions to the fauna list of South African Crustacea and Pycnogonida*. « Annals of the South African Museum », vol. XLIII, pp. 1-107.
- BARNARD K.-H., 1956. — *Further additions to the crustacean fauna list of Portuguese East Africa*. « Memórias do Museo Dr. Alvaro de Castro », n<sup>o</sup> 4, pp. 3-23.
- BARNARD K.-H., 1957. — *Additions of the fauna list of South African Crustacea*. « Annals and Magazine of Natural History », séries 12, 10., pp. 1-12.
- BARNARD K.-H., 1957. — *Three additions to the fauna list of South African Crustacea*. « Annals and Magazine of Natural History », séries 12-10, pp. 814-816.
- BARNARD K.-H., 1958. — *New and little known South African marine Isopods (Crustacea)*. « Annals and Magazine of Natural History », séries 13 — 1, pp. 715-720.
- CHEVREUX E., 1901. — *Mission scientifique de M. Ch. Alluaud aux îles Séchelles : Crustacés Amphipodes*. « Mémoires de la Société Zoologique de France », 14, pp. 388-438.
- CHEVREUX E. et FAGE L., 1925. — *Amphipodes*. « Faune de France », vol. 9.
- COUTIÈRE M.-H., 1904. — *Sur un type nouveau d'Amphipode (Grandidierella mahafaliensis) provenant de Madagascar*. « Bull. de la Soc. Phil. Paris ». T. 6, pp. 166-174.
- DANA J.-P., 1852. — *Crustacea Pt II*. « United States Exploring Expedition during the years 1838-1839-1840-1841-1842 under the Command of Charles Wilkes », vol. XIII.
- GORDON I., 1938. — *A comparison of the two genera Albunea and Lepidopa (Crustacea, Anomura) with description of a new species from Singapore*. « Bull. Raffles Mus. », vol. 14, pp. 186-197.

- GURNEY R., 1937. — *Notes on some Decapods Crustacea from the Red Sea*. I-II. « Proc. Zool. Soc. London », série B, n° 107.
- GURNEY R., 1937. — *Notes on some Decapods and Stomatopodes from the Red Sea*. III-IV. « Proc. Zool. Soc. London », série B, n° 107.
- GURNEY R., 1938. — *Notes on some Decapods from the Red Sea*. VI-VIII. « Proc. Zool. Soc. London », série B, n° 108.
- HALE H.-M., 1929. — *The crustaceans of South Australia*. Part II. Adelaide. Harrison Weir, pp. 201-380.
- HANSEN H.-J., 1890. — *Cirolanidae et familiae nonnullae propinqua Musei Hauniensis*. Vidensk. Selsk. Skr. 6 Raekke naturvidensk og mathem Afd. V. 3 Kjbenhaun, pp. 240-426.
- HOFFMANN C.-K., 1874. — *Crustacés et échinodermes de Madagascar et de l'île de la Réunion*. Vol. 5. « Leyden-Recherches sur la faune de Madagascar »; pollen, F. et Van Dam.
- HOLTHUIS L.-B., 1958. — *Crustacea decapoda from the northern Red Sea (Gulf of Aqaba and Sinai Peninsula) II Hippidea and Brachyura (Dromiacea, Oxystomata and Grapsoidea)*. « Contributions to the knowledge of the Red Sea ». Bull. 17, n° 9, Haifa, Israël.
- LENZ H. und RICHTERS F., 1881. — *Beitrag zur Krustaceenfauna von Madagascar*. « Abhandlungen (herausgegeben von) der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft », 12, pp. 421-428.
- LIETZE J., 1938. — *Über systematik, Entwicklung und Ökologie von Callianassa*. « Helgolander wiss. Meeresunters », 1, pp. 162-199.
- MACCAGNO T. — *Crostacei di Assab. Decapodi, Stomatopodi, Anfipodi*. « Ann. Mus. Civ. St. Na. Genova », LIX, pp. 171-176.
- MAN J.-G., de 1896. — *Bericht über die von Herrn Schiffs capitän Storm zu Atjeh, an den westlichen Küsten von Malakka, Borneo und Celebes sowie in der Java-See gesammelten Decapoden und Stomatopoden. Vierter Theil*. « Zool. Jb. Syst. », vol. 9, pp. 459-514, pl. 33-34.
- MAN J.-G., de 1928. — *A contribution to the knowledge of twenty two species and three varieties of the genus Callianassa Leach*. « Capita Zoologica ». Deel II, pp. 1-56.
- MONOD Th., 1930. — *Contribution à l'étude des Cirolanidae*. « Ann. Sci. Nat. Zool. », série 10, vol. 13, pp. 129-583.
- MONOD Th., 1956. — *Hippidea et Brachyura ouest-African*. « Memoires de l'I.F.A.N. », Dakar, n° 45, pp. 1-674.
- NOBILI G., 1905. — *Crostacei di Zanzibar*. « Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino », 20 (506), 12 pp.
- RUDWICK M.-J. S., 1951. — *Notes on some Crustacea (Amphipoda) from Aden*. « Annals and Magazine of Natural History », séries 12, 4, pp. 149-156.
- RUFFO S., 1938. — *Studi sui Crostacei Anfipodi IX. Gli anfipodi marini del Museo Civico di Storia Naturale di Genova. b. Gli Anfipodi del Mar Rosso*. « Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova », LX, pp. 152-180, 5 fig.
- RUFFO S., 1958. — *Amphipodes terrestres et des eaux continentales de Madagascar, des Comores et de la Réunion*. « Mém. Inst. Scient. Madagascar », série A, XII.
- RUFFO S., 1959. — *Contributions to the knowledge of the Red Sea, n° 13. Contributo alla conoscenza degli Amphipodi del Mar Rosso (Materiali raccolti a Ghardaqa e nel Golfo di Aqaba)* « Sea Fisheries Research Station, State of Israel, Ministry of Agriculture, Departement of Fisheries ». Bull. 20, pp. 11-36.
- SCHELLENBERG A., 1926. — *Die Gammariden der Deutschen Tiefsee Expedition. Amphipoda 3. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee Expedition auf dem Dampfer « Valdivia »*, 23, (5), pp. 193-244.
- STEBBING T. R.-R., 1888. — *Report on the Amphipoda collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the voyage of H.M.S. Challenger*, vol. XXIX, 1737 pp.
- STEBBING T. R.-R., 1905. — *Report on the Isopoda collected by Professor Herdman at Ceylon in 1902. Report to the Government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar*. 4, 64 pp.
- STEBBING T. R.-R., 1906. — *Amphipoda I : Gammaridea. Das Tierreich*. Berlin.
- STEBBING T. R.-R., 1910. — *General catalogue of South African Crustacea*. « Annals of the South African Museum », vol. VI.
- STEBBING T. R.-R., 1910. — *Isopoda from the Indian Ocean and British East Africa*. « Trans. Linn. Soc. London .2nd séries Zoology, 14, pp. 83-122.
- STEBBING T. R.-R., 1910. — *Reports on the marine biology of the Sudanese Red Sea. The Crustacea : Isopods and Tanaid*. « Journal of the Linnean Society ». Zool. 31, pp. 215-230.
- TESCHER, 1915. — *Macrophthalmus convexus*, Stimpson. « Zool. Med. Mus. Leiden. », T. I, pp. 175-178.
- VAN HOFFEN, 1914. — *Die Isopoden der Deutschen Südpolar Expedition 1901-1903*; Berlin, pp. 445-598.
- WALKER A.-O., 1902. — *Report on the Amphipoda collected by Professor Herdman*. « Report of the British Association for the Advancement of Science ».
- WALKER A.-O., 1904. — *Report on the Amphipoda collected by Professor Herdman at Ceylon in 1902*. « Report to the Government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar », 2, pp. 229-300.
- WALKER A.-O., 1909. — *Amphipoda Gammaridea from the Indian Ocean, British East Africa and the Red Sea*. « Trans. Linn. Soc. of London », 2nd série Zool. 12, pp. 323-344.

## INSECTES

ACLOQUE A., 1896. — *Coleoptères*. « Faune de France ».

## EMBRANCHEMENTS MINEURS

CORI C.-I., 1939. — *Phoronidea. Klassen und Ordnungen des Tierreichs*. 4 Bd — IV Abt. 1. Buch — Teil 1, Leipzig.

GILCHRIST J.-D. F., 1908. — *New formes of the Hemichorda from South Africa*. « Trans. African Philos. Soc. Captown », vol. 17, pp. 151-176.

GILCHRIST J.-D. F., 1908. — *On two new species of Ptychodera*. *Annals of the South African Museum*. 6, pp. 207-212.

HORST C.-J., VAN DER, 1932. — *On some Enteropneusta*. « Annals of the Transvaal Museum ». 14, pp. 414-430.

HORST C.-J., VAN DER, 1940. — *The Enteropneusta from Inyack Island, Delagoa bay*. « Annal of the South African Museum ». 3 L, pp. 293-380.

SPENGLER L.-W., 1913. — *Enteropneusta*. « Siboga Expeditie » : XXVI.

## POISSONS

SMITH J. L.-B., 1961. — *The Sea fishes of Southern Africa*. « Central News Agency, Ltd, South Africa », pp. 1-579.

WEBER M. and DE BEAUFORT, 1916. — *The fishes of the Indo-Australian Archipelago*, Vol. I-XI. Leiden Ed. E. J. Brill. Ltd.

### OUVRAGES GÉNÉRAUX

- ANONYME. — *Encyclopaedia Zoologica*. Illustrated in Colours. II, III, IV. Hokuryu-kan publishing Co. Ltd. 55-1-Chome, Jimbo-Cho, Kanda, Tokyo-Japan.
- BAISSAC J.-de B., LUBET P.-E. et MICHEL C. M., 1962. — *Les biocénoses benthiques littorales de l'île Maurice*. « Rec. Trav. St. Mar. End. » Bull. 25, fasc. 39, pp. 253-292.
- COLLIGNON J., ROSSIGNOL M. et ROUX Ch., 1957. — *Mollusques, Crustacés, Poissons marins des côtes d'A.E.F. en collection au centre d'Océanographie de l'Institut d'études Centrafricaines de Pointe-Noire*. « O.R.S.T.O.M. ».
- DAHL E., 1952-1953. — *Some aspects of the ecology and zonation of the fauna of sandy beaches*. *Oikos*, vol. 4 fasc. 1, pp. 1-27.
- DERIJARD R., 1963. — *Le peuplement des sédiments sablo-vaseux et vaseux intertidaux, compactés ou fixés par la végétation, de la région de Tuléar* (Sud-Ouest de Madagascar). « En cours de publication ».
- GARDINER J.-S., 1903. — *The fauna and geography of the Maldive and Lacadive Archipelagoes*, vol. I. « Cambridge Univ. Press., London », pp. 1-471.
- GAULD D.-T. and BUCHANAN J.-B., 1956. — *The fauna of sandy beaches in the Gold Coast*. *Oikos*, vol. 7, fasc. 2, pp. 293-301.
- MAC NAE W. and KALK M., 1958. — *A natural history of Inhaca Island* (Moçambique). « Witwatersrand University Press Johannesburg », pp. 1-163.
- MAC NAE W. and KALK M., 1962. — *The Fauna and Flora of sand flats at Inhaca Island, Moçambique*. « J. Animal Ecol. Great Britain », t. 31, n° 1, pp. 93-128.
- PEARSE A.-S., HUMM H.-J. and WHARTON G.-W., 1942. — *Ecology of sand beaches at Beaufort, N.C.* « Ecol. Monographs », 12, pp. 135-190.
- PERES J.-M., 1961. — *Océanographie biologique et biologie marine. Tome premier : La Vie Benhique*. « Presses Universitaires de France, Paris », pp. 1-541.
- PERES J.-M. et PICARD J., 1958. — *Manuel de Bionomie benthique de la mer Méditerranée* « Rec. Trav. St. mar. », Endoume, fasc. 23 (bull. 14).
- PICARD J., 1962. — *Méthode d'étude qualitative des Biocénoses des substrats meubles*. « Rec. Trav. St. Mar. End. », Bull. 25, fasc. 39, pp. 239-243.
- PICHON M., 1962. — *Note préliminaire sur la répartition et le peuplement des sables fins et des sables vaseux non fixés, de la zone intertidale, dans la région de Tuléar*. (En cours de publication dans les *Annales Malgaches*).
- PICHON M., 1963. — *Contribution à l'étude de la répartition des Madreporaires sur les récifs de la région de Tuléar* (Madagascar) (En cours de publication).
- PLANTE R., 1963. — *Contribution à l'étude des peuplements de hauts niveaux, sur substrats solides non récifaux, dans la région de Tuléar* (Madagascar). En cours de publication.
- YENTSCH A. E., 1962. — *A partial bibliography of the Indian Ocean*. « Woods Hole Oceanographic Institution ». Contr. n° 1286.