

PREMIERS RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DES POPULATIONS DU MACROBENTHOS ET DES DIATOMÉES BENTHIQUES DANS UNE BAIE EN MILIEU TROPICAL (MADAGASCAR)

PAR

R. PLANTE* et M.R. PLANTE-CUNY*

Les données suivantes constituent le point de départ d'une étude benthique faisant partie d'un programme d'analyse océanographique complet d'une baie, programme réalisé actuellement par les différents laboratoires du Centre ORSTOM de Nosy-Be (Madagascar).

CADRE DE L'ÉTUDE

Cette étude a été menée dans une baie tropicale située sur la côte malgache du canal de Mozambique au nord-ouest de Madagascar, au nord-est de l'île de Nosy-Be, à l'intérieur des coordonnées suivantes :

Latitude comprise entre 13° 04' et 13° 27' S.

Longitude comprise entre 46° 06' et 46° 29' E ;

La zone où ont été effectuées les stations couvre une surface totale de 450 milles carrés (1 460 km²) qui comprennent :

— La baie d'Ambaro proprement dite (500 km²) ;

— La fraction du plateau continental sur laquelle s'ouvre cette baie.

Dans la zone étudiée, la profondeur maximale est de 41 mètres, la pente générale est très faible (fig. 1).

La morphologie du bassin est modifiée par des accidents de deux types :

— Bancs dont le sommet est colonisé par des récifs de madréporaires ;

— « Vallées » de 30 à 40 mètres de profondeur qui entaillent un fond dont la profondeur moyenne se situe aux alentours de — 20 mètres.

CARACTÈRES HYDROLOGIQUES

Dans la zone étudiée, nous pouvons distinguer deux régions hydrologiques :

— La première au sud et à l'est (fond de la baie) est soumise à l'influence des apports d'eaux continentales : de nombreuses rivières se jettent dans la baie par des deltas importants et de nombreux petits estuaires. L'ensemble constitue un « estuaire diffus » avec de belles mangroves et la saison des pluies provoque de fortes dessalures (exemple : fig. 2).

— La seconde, sur le plateau continental, présente des conditions hydrologiques plus stables, en particulier au niveau du fond à partir de 15 à 20 mètres.

Toute cette baie connaît de forts courants alternatifs de marée : le marnage est de 3,5 mètres en vive-eau.

CARACTÈRES SÉDIMENTOLOGIQUES

Deux grands ensembles peuvent être distingués (fig. 3) : **

1° Nord de la Baie : des sables du précontinent, riches en Foraminifères, formation classique sur l'ensemble du plateau continental du nord-ouest de Madagascar en arrière de la ligne de récifs immergés qui borde le plateau.

Ces sables se caractérisent par :

— Leur granulométrie assez grossière (moins de 7 p. 100 de fraction fine).

— Leur richesse en carbonates (en moyenne 50 p. 100).

* Chargés de recherches à l'ORSTOM.

** DANIEL J., DUPONT J. et JOUANNIC C., 1969.

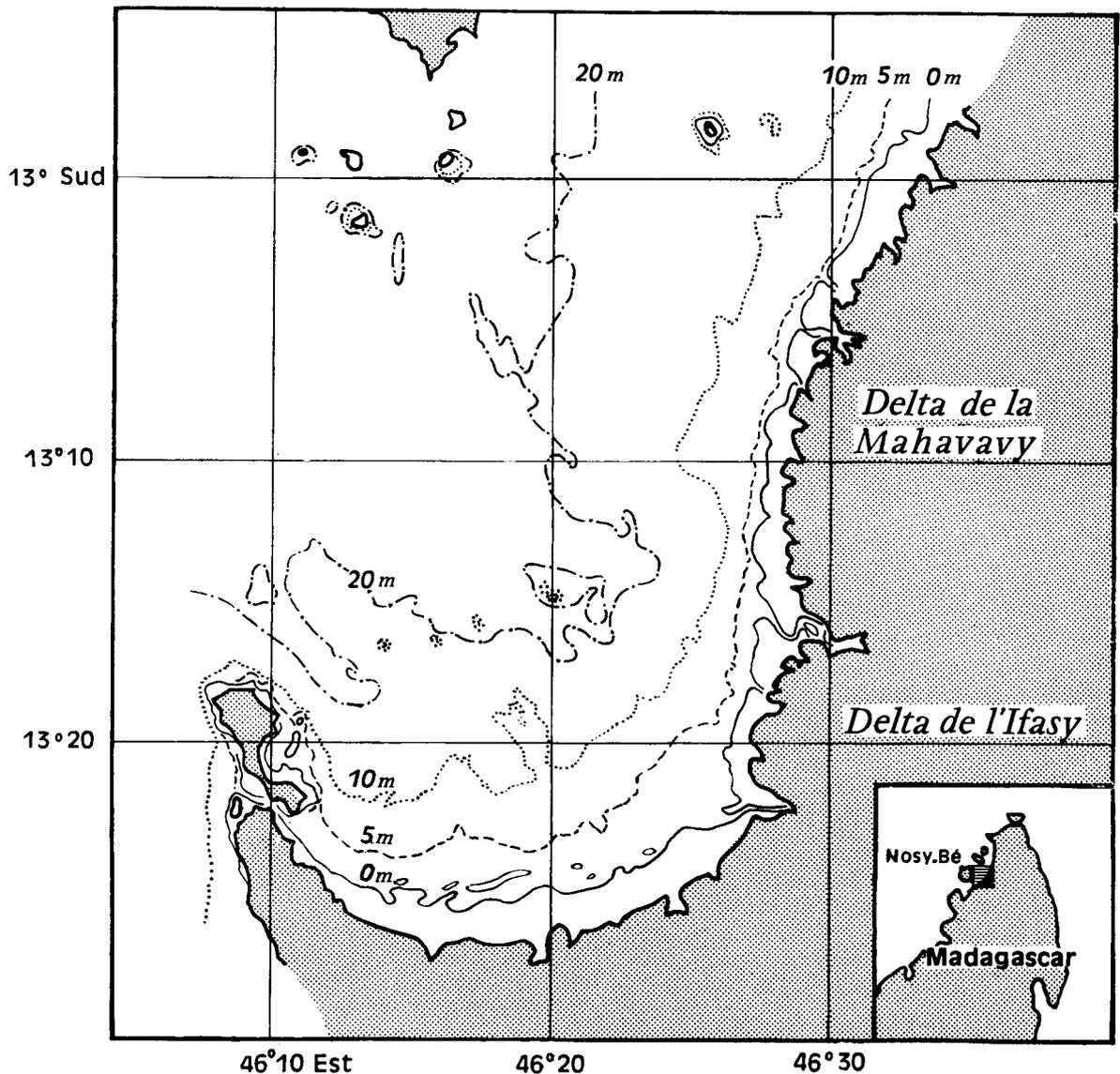


FIGURE 1
Bathymétrie de la Baie d'Ambaro

2° *Sud de la Baie* : un ensemble de vases et vases sableuses dans lequel on peut distinguer trois régions :

A. Au Sud-Est : une zone de vase, située en face des estuaires de l'Ifasy et de la Mahavavy. Ces vases sont fines (80-90 p. 100 de fraction fine), peu calcaires (moins de 7 p. 100), riches en débris végétaux terrestres. L'ensemble de ces caractères traduit bien leur origine terrigène.

B. A l'Ouest : une bande large de 3 milles, occupée par des vases analogues aux précédentes en ce qui concerne la granulométrie mais riches en calcaire (moyenne : 35 p. 100) et pauvres en matières organiques détritiques.

C. Au milieu de la Baie : une zone intermédiaire de vases plus ou moins sableuses (autour du banc

de Kirota). Leur teneur en calcaire est en moyenne de 30 p. 100 et leur teneur en fraction fine de 60 à 70 p. 100.

CONDITIONS DES PRÉLÈVEMENTS

1° Les stations étudiées font partie d'un quadrillage à maille de 4 milles de côté, réalisé entre novembre 1967 et février 1968, période qui correspond à la saison chaude et humide à Nosy-Bé (fig. 4).

2° Les prélèvements ont été effectués, pour l'en-dofaune macrobenthique à l'aide d'une benne Smith et Mc Intyre légèrement modifiée et pour les diatomées par prélèvement direct, en plongée, de

carottes de sédiment dont la partie supérieure seule (1 centimètre) est étudiée ici.

On isole le macrobenthos par tamisage sur mailles de 2 millimètres et tri (R. PLANTE, 1967).

On sépare les diatomées benthiques du sédiment par des procédés fondés sur un triage gravimétrique. L'évaluation des densités de population se fait par comptage après échantillonnage (M.-R. PLANTE-CUNY, 1968).

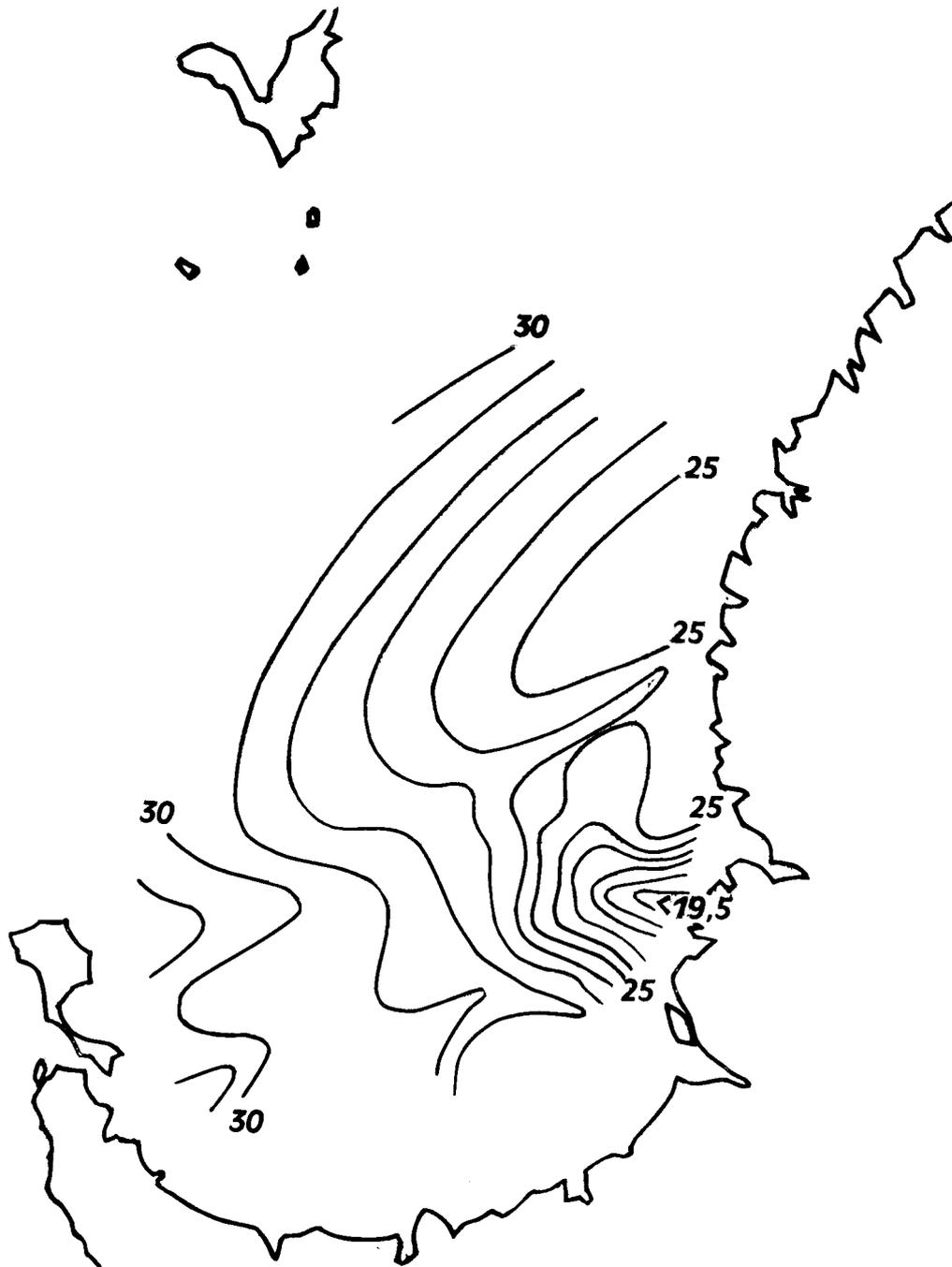
Les résultats exposés doivent être considérés comme provisoires puisque l'étude est effectuée sur une vingtaine de stations au cours d'une saison seulement.

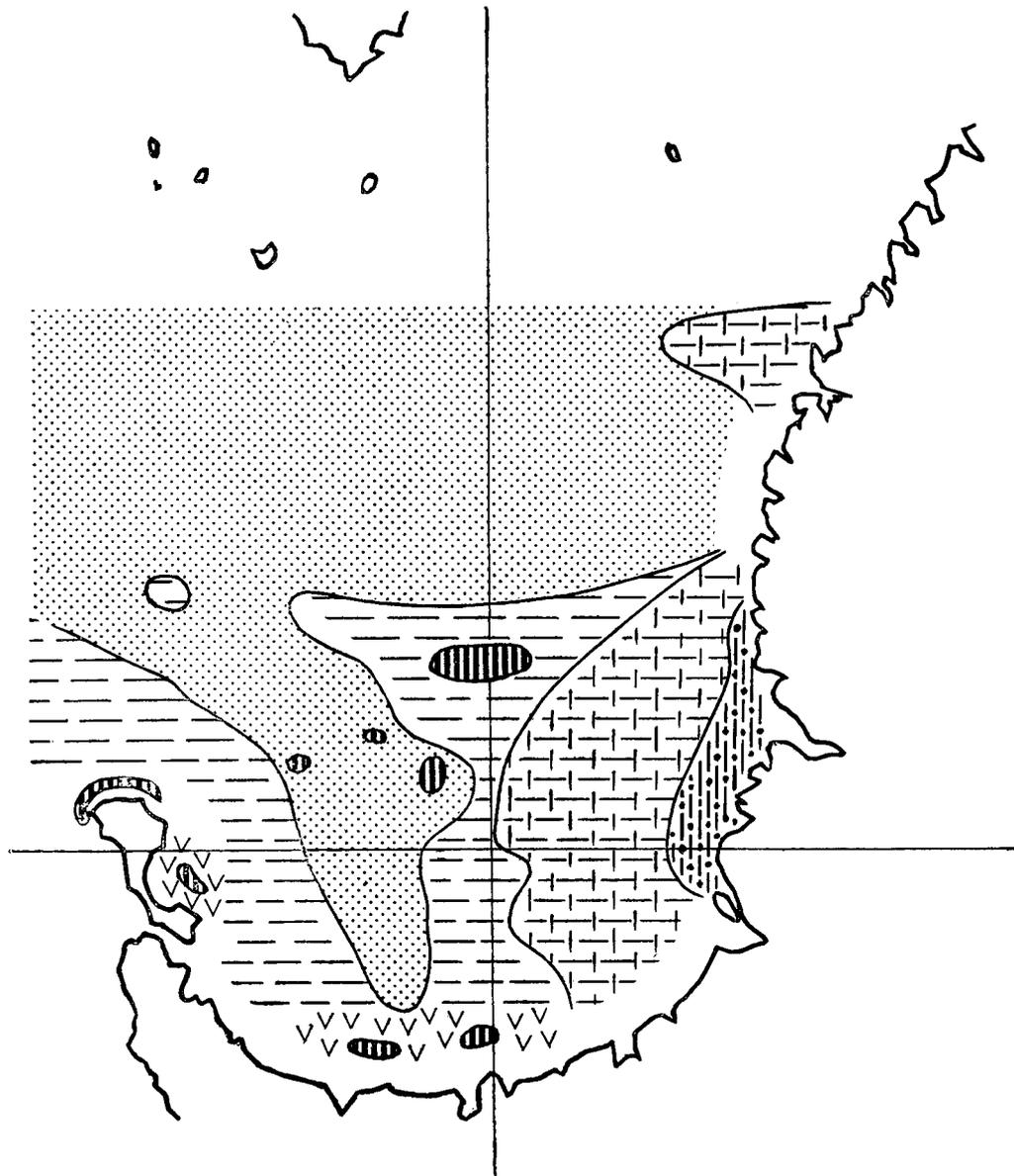
DIATOMÉES BENTHIQUES

Au terme de l'étude comparée de 16 stations situées entre 2 et 41 mètres de profondeur il se

FIGURE 2

Salinités de surface — Janvier 1968





- ⋯ sables du précontinent
- vases riches en calcaire
- vases pauvres en calcaire
- ⋮ vases d'estuaires
- ⊖ formations récifales
- ∨∨∨ herbiers

FIGURE 3

Répartition des types de sédiments

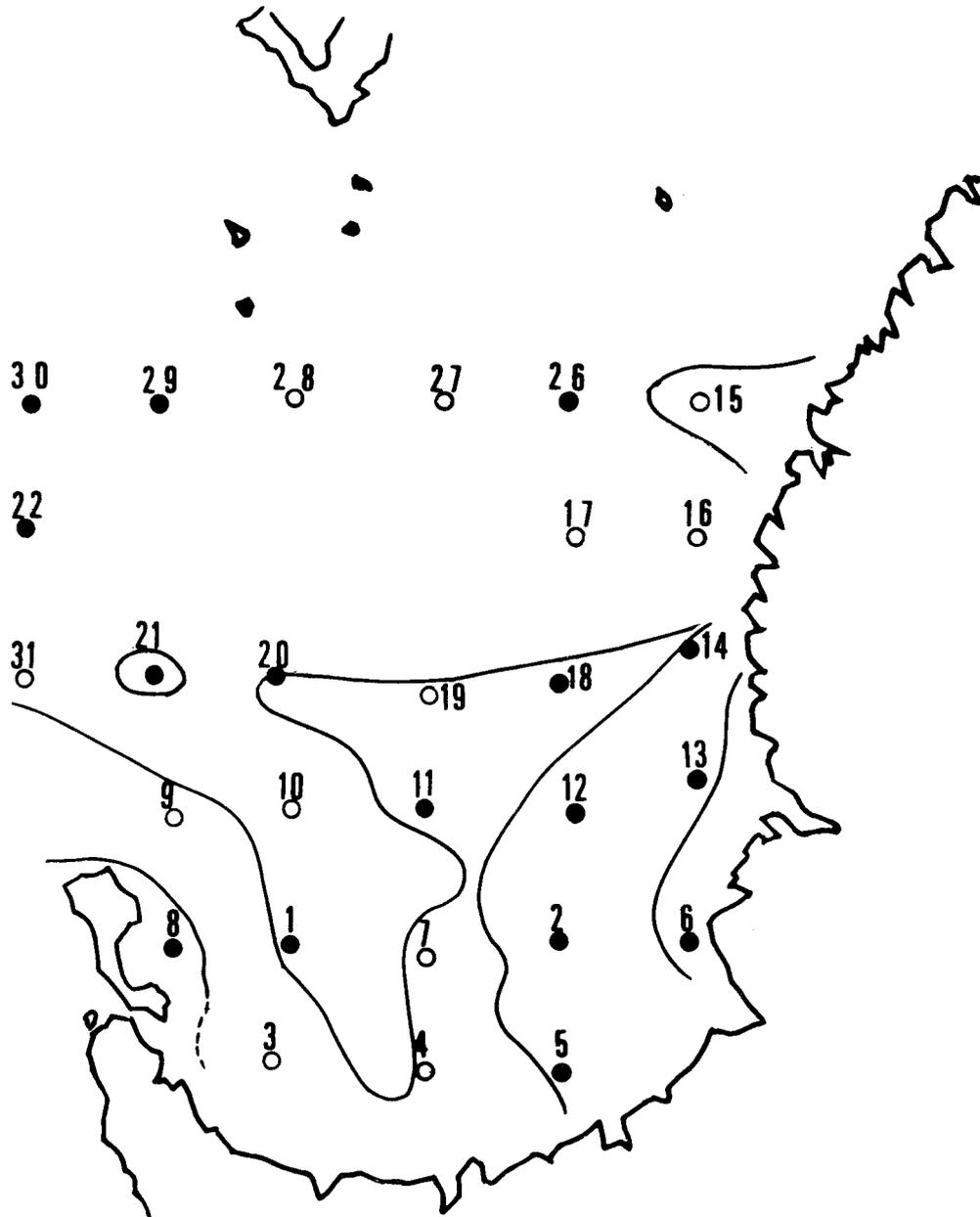


FIGURE 4

Carte des stations étudiées

Cercles blancs : étude du macrobenthos

Cercles noirs : étude du macrobenthos et des diatomées benthiques

dégage deux grands types d'influence sur les densités des populations est très forte. On y trouve :

— Influence de la proximité de la côte par l'hétérogénéité des conditions écologiques.

— Influence du sédiment par sa composition chimique et sa granulométrie.

I. INFLUENCE DE LA PROXIMITÉ DE LA CÔTE

a. Influence sur la densité des populations

1° Dans la bande côtière (profondeurs entre 0 et 10 mètres environ), l'amplitude des variations

— Des stations assez pauvres (St 6 et St 14).

— Des stations très riches, et notamment les deux stations les plus riches de tout l'ensemble étudié : à la station 5, la densité moyenne est évaluée à $128 \cdot 10^6$ ind./m²) et à la station 8, $173 \cdot 10^6$ ind./m². Ces deux populations très denses vivent sur deux sédiments totalement différents aux points de vue :

+ De la granulométrie (fraction fine St. 5 : 79 p. 100 et St. 8 : 28 p. 100).

+ De la teneur en carbonates (St. 5 : 9 p. 100 et St. 8 : 86 p. 100).

+ De la composition spécifique du peuplement de diatomées (voir plus loin).

Il est à noter que ces deux stations très riches sont proches l'une de l'autre à *Cymodocea ciliata* (St. 5) et l'autre d'un récif florissant de madréporaires (St. 8). La proximité de telles aires de production semble un facteur favorable pour le développement des populations de diatomées.

2° Dans la zone située grosso modo au large de l'isobathe de 10 mètres, l'amplitude des variations de densité est beaucoup plus faible. La densité maximale a été trouvée à — 29 mètres (St. 21) et évaluée à 62.10^6 ind./m², soit un chiffre inférieur de moitié à celui des petits fonds. Dans cette zone on trouve des densités moyennes de l'ordre de la dizaine de millions/m².

b. Influence sur la composition qualitative du peuplement

On remarque en moyenne une plus grande pauvreté en espèces dans la bande côtière comparée à la zone du large.

Les densités fortes sont dues à la prolifération de quelques espèces, tolérant bien les variations écologiques importantes et trouvant dans les hauts niveaux des conditions optimales (c'est le cas par exemple de *Pleurosigma angulatum* qui a atteint des densités de 8 300 ind./cm²). De telle prolifération s'observent aussi dans la même zone dans le zooplancton (*Creseis acicula* et *Lucifer hansenii*) et dans le macrobenthos (voir plus loin).

II. INFLUENCE DE LA NATURE GRANULOMÉTRIQUE ET CHIMIQUE DU SÉDIMENT

Très globalement, pour les diatomées benthiques aussi bien que pour le macrobenthos on peut dire que la région des sédiments calcaires s'est avérée beaucoup plus riche en espèces que la zone terrigène.

Dans le détail et pour les seules diatomées, les deux régions peuvent se caractériser ainsi :

a. Zone des sédiments d'origine terrigène (pauvres en carbonates)

Les stations sont toujours pauvres en espèces bien que certaines soient très riches en individus.

1° Aspects quantitatif et qualitatif généraux :

Les deux stations vaseuses, St. 5 (128.10^6 ind./m²) et St. 13 (42.10^6 ind./m²) sont très riches. Par contre la station sableuse, soumise à des courants intenses, a été la plus pauvre (St. 6 : 5, 7. 10^6 ind./m²).

Que les stations soient sableuses, sablo-vaseuses ou vaseuses elles sont pauvres en espèces : pour 7 stations on a trouvé une moyenne d'environ 21 à 22 espèces différentes par station. Par comparaison, dans la zone des sables et vases calcaires (cf. § b), la moyenne est d'environ 35 espèces différentes par station. De même on constate que :

— A la St. 5 (zone terrigène) pour une densité moyenne de 128.10^6 ind./m², on a dénombré une vingtaine d'espèces différentes.

— A la St. 8 (zone calcaire) pour une densité moyenne de 173.10^6 ind./m², on a dénombré plus de 40 espèces différentes.

2° Composition spécifique des peuplements.

a. Pour l'unique station sableuse (St. 6), les données sont insuffisantes pour caractériser un peuplement.

b. Dans les stations vaseuses, j'ai trouvé :

≠ D'une part des espèces cosmopolites et des espèces tropicales retrouvées également dans d'autres parties de la baie.

Exemples : *Melosira sulcata*, *Trachyneis aspera*, *Caloneis liber*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia intercedens*, et surtout *Bacillaria paradoxa*, parfois à l'origine de très fortes densités (espèces cosmopolites). Espèces du groupe des *Navicula lyratae* et des *Diploneis* (espèces tropicales).

≠ D'autre part : un stock d'espèces propres à ces vases terrigènes, stock qui comprend :

● Des espèces cosmopolites donc euryhalines, eurythermes très tolérantes aux variations en général.

Exemple : *Actinoptychus splendens*.

● Des espèces cosmopolites mais considérées par les auteurs comme vasicoles et propres aux estuaires et eaux saumâtres.

Exemples : *Gyrosigma balticum*, *Surirella fastuosa* et surtout *Pleurosigma angulatum* (St. 5).

● Des espèces tropicales sur lesquelles je n'ai pas de renseignements écologiques, qui paraissent ici se cantonner à la frange littorale vaseuse ; des travaux ultérieurs prouveront si elles sont réellement vasicoles et peut-être euryhalines.

Exemples : *Navicula Robertsiana*, *Navicula zanzibarica*, *Tropidoneis spl* (cf. *Kinkeriana*) (1900 ind./cm²).

b. Zone des vases et sables riches en carbonates

Globalement on peut dire que certaines stations proches de la côte sont, comme dans la zone terrigène, très riches quantitativement (St. 8). Mais, de plus, les populations sont dans l'ensemble très riches qualitativement.

En comparant, à l'intérieur de cette zone de sédiments calcaires, les populations de diatomées benthiques des sables et celles des vases, il apparaît que les vases sont plus riches en espèces et en individus que les sables.

1° Aspects quantitatif et qualitatif généraux.

4 stations de vases calcaires (fraction fine de 40 à 99 p. 100) ont montré une moyenne de 39 à 40 espèces par station.

4 stations de sables calcaires (fraction fine de 4,5 à 14 p. 100) ont montré une moyenne de 28 espèces par station.

Les densités de populations sont en moyenne de $30 \cdot 10^6$ ind./m² sur les vases contre $14 \cdot 10^6$ ind./m² en moyenne sur les sables la plus forte densité observée pour cette zone — $62 \cdot 10^6$ ind./m² — est à la station 21, curieuse station à — 29 mètres, très riche en individus et la plus riche en espèces de toutes les stations étudiées au total dans la baie.

2° Composition spécifique des peuplements.

a. Espèces cosmopolites déjà citées pour la zone terrigène. Comme à Marseille (M.-R. PLANTE-CUNY, 1968), on peut dire que hors de la frange côtière il n'y a pas de proliférations massives de une, deux ou trois espèces.

b. Espèces communes aux sables et vases calcaires non littoraux.

Exemples : une variété de *Nitzschia panduriformis*, une variété de *Nitzschia distans*, *Pleurosigma naviculaceum*, *Pleurosigma formosum*.

c. Quelques espèces propres à des vases calcaires :

Exemples : plusieurs petits *Diploneis* du groupe des didymes, dont *D. Weissflogi*, des *Navicula lineolatae*, des petits *Pleurosigma* du groupe des *angulati*.

d. Quelques espèces propres à ces sables calcaires :

- Des espèces arénicoles cosmopolites.

Exemple : *Navicula cancellata*, *Donkinia recta*, plusieurs *Amphora* : *A. crassa*, *A. arenaria*, *A. ostrearia*.

- *Nitzschia* sp. cf. *Jelineckii*, qui est peut-être une espèce tropicale arénicole.

- Espèces épiphytiques.

Exemples : *Cocconeis*, *Achnanthes* sur certains fonds grossiers, en particulier le maërl.

MACROBENTHOS

Il n'est question dans ce qui suit que de l'endofaune du sédiment étudiée d'après les dépouillements de 23 stations.

I. ASPECT QUALITATIF

On peut distinguer deux types essentiels de peuplements :

a. Peuplement des sables

La faune des sables est extrêmement variée, comportant représentants de divers groupes systématiques, avec une dominance des Polychètes et des Crustacés. Sur la trentaine d'espèces qu'on peut considérer comme inféodées à ces sables on dénombre : 15 crustacés et 12 Polychètes. Ces peuplements sont référables à l'étage circalittoral.

Remarques

1. Ces sables circalittoraux présentent ici un faciès très particulier : un peuplement à Lithotamiées analogue au « maërl » des côtes européennes. Dans ce faciès, outre un certain nombre d'espèces du peuplement des sables, on trouve une vingtaine d'espèces caractéristiques parmi lesquelles deux espèces de Lithotamiées, des éponges, divers crustacés et un Prochordé du genre *Assymetron*. Il existe donc, comme en Europe, une relation entre les peuplements de maërl et les *Amphioxus*.

2. On peut rapprocher du précédent un peuplement infralittoral observé dans des sables grossiers situés à proximité immédiate du débouché des estuaires et soumis à des courants intenses. On y trouve un autre Prochordé (*Branchiostoma* sp.) en abondance et presque à l'exclusion de tout animal sauf *Euthalanessa djiboutiensis*, (inféodée aux sables soumis à des forts courants sans considération de l'étagement), et deux espèces de *Dentalium*.

3. Nous citons également pour mémoire les formations récifales et périrécifales qu'on trouve sur le pourtour de la baie dans sa moitié occidentale et sous forme de bancs isolés en son milieu (Banc Kirota). Ces récifs sont souvent en état de vitalité réduite dans le fond de la baie mais, près de la côte, ils s'accompagnent d'herbiers à *Cymodocea ciliata*.

Au voisinage immédiat de ces formations se développent parfois des peuplements denses de Pélécytopodes : *Ostrea sandwichensis* ou *Pinctada radiata*.

b. Peuplement des vases

Il est difficile, sur la foi des seuls résultats dépouillés pour ce travail, de distinguer les peuplements infra et circalittoraux. Tout au plus peut-on mettre en évidence un stock d'espèces vasicoles : 16 espèces parmi lesquelles dominent les Polychètes (9 espèces).

Remarques

1. Comme pour les diatomées, cette faune s'appauvrit considérablement en espèces. Ne résistent que quelques espèces très tolérantes (6 dont 4 Polychètes). Les Crustacés ne sont représentés que par une espèce.

2. Certaines stations (St. 21 par exemple) abritent un peuplement dense et très localisé de *Phyllochaetopterus socialis*.

II. ASPECT QUANTITATIF

Les fonds meubles de la baie d'Ambaro suivent la règle générale dans la région de Nosy-Bé qui est la *pauvreté quantitative de la macrofaune*. Les biomasses observées se situent entre 0,10 et 3,60 g/m² (les biomasses sont calculées en poids sec des organismes décalcifiés, à l'exclusion des algues et des éponges).

Les traits saillants de la répartition du macrobenthos sont :

1. *La richesse relative des sables à Foraminifères.*

2° Dans le cas particulier des stations de « maërl », l'abondante biomasse végétale (de l'ordre de 100 g/m², en poids sec décalcifié) qui s'accompagne, par rapport aux sables avoisinants d'une faible quantité de Polychètes et d'une forte densité d'animaux calcifiés, en particulier de Crustacés.

3° *La pauvreté des vases* : à propos de celles-ci il faut remarquer que :

— Les vases terrigènes qui occupent la partie orientale de la baie sont particulièrement « désertiques » ; cette pauvreté tient à l'intervention de facteurs abiotiques (forte turbidité, fortes baisses de salinité, diminution de la concentration en oxygène au niveau du fond durant les périodes de fortes pluies) qui agissent très probablement par élimination des larves et jeunes individus après leur installation sur le fond. C'est ainsi que sur certains fonds on trouve les restes de populations mortes de mollusques :

Exemple : *Monilea* sp. à la St. 13 : 400 coquilles vides/m².

— Des peuplements transitoires peuvent parfois se développer dans des conditions temporairement favorables : petits *Veneridae* et *Monilea*, qui donnent des valeurs temporairement élevées de la biomasse.

CONCLUSIONS

La répartition des caractères biologiques coïncide avec celle des caractères sédimentologiques et

hydrologiques. On peut dire de manière générale que :

1° Les vases terrigènes, soumises à des conditions écologiques très contrastées, n'abritent qu'un nombre restreint d'espèces de diatomées aussi bien que d'espèces macrobenthiques. Certaines de ces espèces sont susceptibles de se développer en grand nombre quand les conditions écologiques adéquates sont momentanément réunies. Par ailleurs la frange littorale proprement dite peut abriter des populations euryhalines et très tolérantes, par exemple : des diatomées, certains mollusques.

A la saison des pluies, une couche d'eau dessalée et riche en matières détritiques, glisse sur une couche plus profonde et plus salée, immobile. Celle-ci reçoit les détritiques de la couche susjacent et s'appauvrit en O₂. La faible teneur en oxygène ne permet la survie que d'un très petit nombre d'espèces en populations peu denses.

2° Les vases et sables vaseux moins soumis aux conditions terrigènes sont le lieu de développement maximum des diatomées benthiques. Les invertébrés y sont également mieux représentés que dans la zone précédente sans atteindre toutefois leur densité maximale.

3° Les sables du précontinent sont pour les deux domaines riches en espèces. Le macrobenthos y est quantitativement le plus abondant, tandis que les densités de diatomées subissent une diminution, en rapport sans doute avec l'accroissement de la profondeur donc avec la diminution de pénétration lumineuse.

4° Les stations proches des récifs de madréporaires et des herbiers sont très riches.

RÉSUMÉ

Les auteurs exposent les premiers résultats de campagnes de prospection benthique menées dans une baie tropicale.

La répartition des populations benthiques est régie par les caractères hydrologiques et sédimentologiques de cette baie, soumise à d'importants apports d'eau douce constituant un « estuaire diffus » :

Les vases terrigènes sont assez pauvres en espèces.

Les vases calcaires sont très riches en particulier en diatomées.

Les sables du précontinent sont très riches en macrobenthos.

First results of population study of makrobenthos and benthic diatoms in a tropical bay (Madagascar).

SUMMARY

First results of benthic prospection surveys in a tropical bay are given.

The distribution of benthic population depend on hydrological and sedimentological characters of this bay which influenced by freshwater inflows creating a « diffuse estuary » :

The terrigenous muds are inhabited by a low number of species.

The calcareous muds are very rich especially in diatoms.

The sands of the continental shelf have a very rich benthic macrofauna.

Erste Ergebnisse einer Populations studie des Makrobenthos und benthonischer Diatomeen in einer tropischen Bucht (Madagascar).

ZUZAMMENFASSUNG

Die Verbreitung der benthonischen Population dieser Bucht hängt von hydrologischen und sedi-

mentologischen Merkmalen ab die durch den Süßwassereinstrom einer weit ausgedehnten Flussmündung beein flusst werden.

Schlammböden terrestrischen Ursprung sind von wenigen Arten besiedelt.

Die marinen Kalkhaltigen Schlammböden sind besonders reichhaltig an Diatomeen.

Der sand des kontinentalshelfes ist durch eine reiche benthonische Makrofauna besiedelt.

BIBLIOGRAPHIE

DANIEL J., DUPONT J. et JOUANNIC C. — *Sur la bathymétrie et la sédimentologie d'une portion de plateau continental de la côte nord-ouest de Madagascar : de Nosy Mitsio à Nosy-Faly.*

« C.R. Sem. Géol. » (sous-presse), 1969.

PLANTE R. — *Étude quantitative du benthos de la région de Nosy-Bé : note préliminaire.*

« Cah. ORSTOM Série Océanogr ». Vol. V, n° 2, 1967.

PLANTE-CUNY M.-R., 1968. — *Recherches sur la distribution qualitative et quantitative des diatomées benthiques de certains fonds meubles du golfe de Marseille.*

« Rec. Trav. Sta. Mar-Endoume ». Bull. 45, 87-197.

