

# LES RÉCIFS CORALLIENS DE LA MARTINIQUE

## Comparaison avec ceux du sud-ouest de l'Océan Indien

RENÉ BATTISTINI

*Professeur à l'Université d'Orléans*

*Domaine Universitaire de la Source 45017 Orléans-Cedex*

### RÉSUMÉ

*La Martinique ne possède des récifs coralliens que dans ses parties orientale et méridionale, géologiquement les plus anciennes. Du côté au vent (côte est) un récif barrière, en grande partie immergé sous 5 à 10 mètres d'eau, à l'exception des cayes (Pariadis, Pinsonnelle, du Loup Garou) s'allonge sur 25 kilomètres, tronçonné par des passes, et séparé de la côte par des profondeurs de 12 à 30 mètres. Du côté interne du lagon existent des récifs frangeants, riches en microlagons inclus dans les platurs. Les récifs les plus battus sont caractérisés par le développement de crêtes algaires construites par les algues calcaires encroûtantes, qui seules émergent à basse mer, et par de vastes peuplements d'algues brunes (surtout Sargassum). Les herbiers à Thalassia et Syringodium couvrent surtout la partie interne des récifs frangeants. Du côté sous le vent, les récifs du fond de la baie de Fort-de-France portent de vastes herbiers de Phanérogames; l'existence de nombreux lagons inclus témoigne d'une vie corallienne ancienne très active, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui. Parmi les échantillons recueillis, certains sont entièrement calcaires (cayes Pariadis et Macabou); d'autres, prélevés plus près de la côte, comportent une fraction non calcaire terrigène, n'excédant jamais 25 % du total. La fraction argileuse est surtout constituée par de la montmorillonite.*

*L'existence des lagons inclus dans les platurs, ainsi que les sondages à travers les récifs au vent, montrent que la vie corallienne a été jadis florissante, jusqu'aux environs de 500 ans B.P. L'augmentation de la turbidité, probablement d'origine humaine, serait à l'origine du développement récent des peuplements d'algues brunes et des encroûtements calcaires dans les récifs au vent, et d'un ralentissement de la vie corallienne dans l'ensemble de l'île: les pentes externes montrent aujourd'hui, à côté de secteurs restés très vivants, d'autres où la vie corallienne est moribonde, avec massifs en voie d'encroûtement et de colonisation par les oursins (Diadema).*

### ABSTRACT

#### CORAL REEFS IN MARTINIQUE. COMPARISON WITH THOSE IN THE SOUTH WEST OF THE INDIAN OCEAN

*Coral reefs of Martinique are restricted to the east and south coasts, which are geologically older. On the windward, east coast, a barrier reef, largely drowned at 5 to 10 meter depth, except for the cays (Pariadis, Pinsonnelle, Loup Garou), stretches for 25 kilometers. It is cut by passages and isolated from the coastline by a lagoon 12 to 30 meter deep. Fringing reefs occur on the inner side of the lagoon and include many micro-lagoons into their flats. On the reefs facing the oceanic surf, algal ridges grow, built by calcareous encrusting algae which are the only parts exposed at low tide, and including extensive areas of brown soft algae (mostly Sargassum). Thalassia and Syringodium meadows cover principally the inner part of the fringing reefs. On the leeward side of the island, the reefs of the inner part of Fort-de-France bay bear wide Phanerogam meadows; many micro-lagoons occurring in these flats show that the coral formerly thrive in that area, while its growth is now very poor. Some of the sediments collected are entirely*

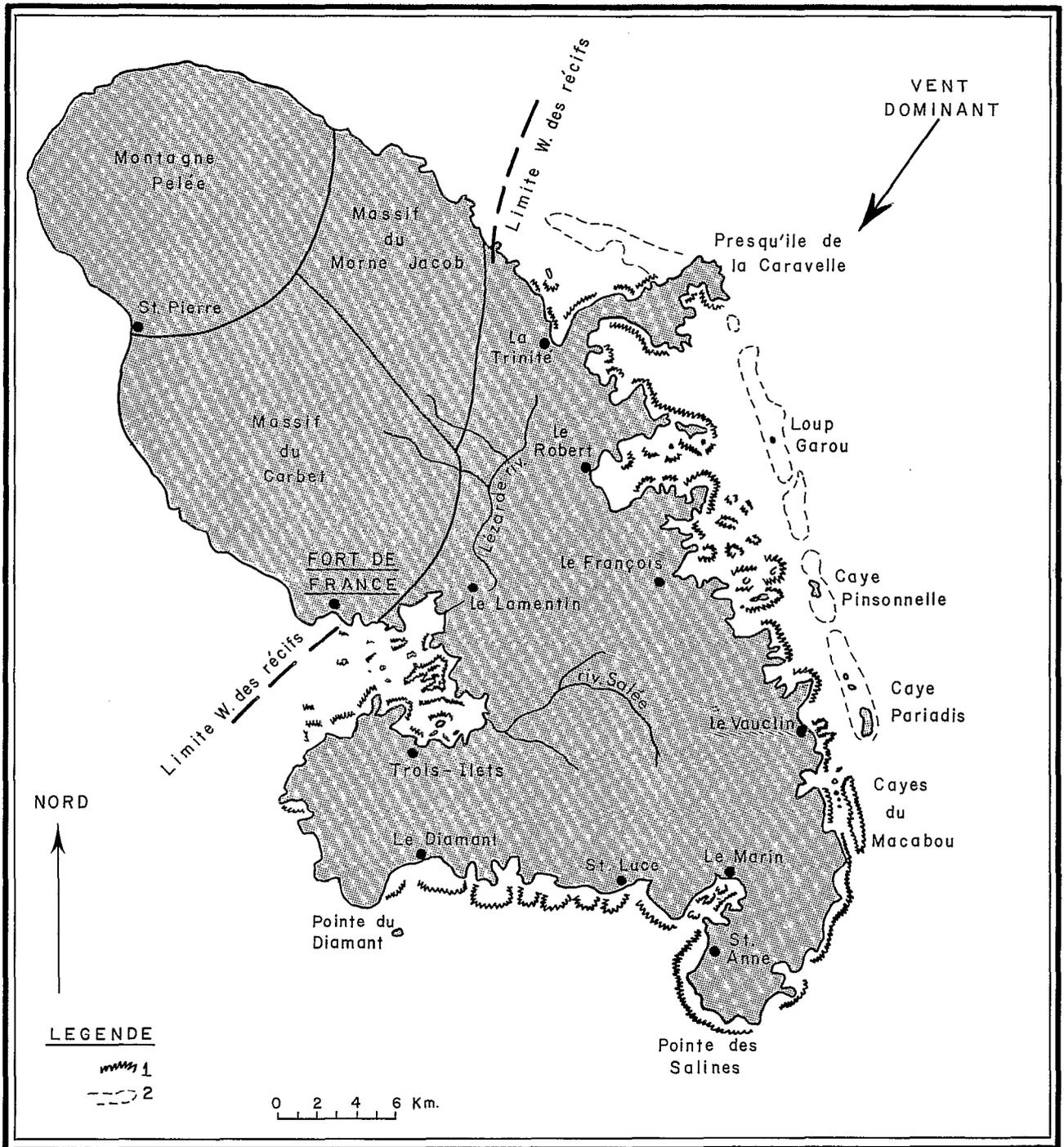


Fig. 1. — Localisation des récifs coralliens à la Martinique. 1 : récifs frangeants et cayes, 2 : récif barrière.

*calcareous (Pariadis and Macabou cays), while others, sampled closer to the coast, include a terrigenous fraction forming up to 25 per cent of the sediment. The clay fraction consists mostly of montmorillonite.*

*The presence of micro-lagoons in the flats, and the drillings in the windward reefs, show that the coral life was plentiful as late as approximately 500 B.P. The increase of the suspended matter content, probably due to man, would have resulted in the development of brown algae and calcareous coatings on the windward reefs, and in the impoverishment of coral life around the island as a whole: the outer slopes show to-day, besides very living places, others where coral life is almost extinct, with coral heads upon which calcareous coatings and colonization by sea-urchins (Diadema) are in progress.*

## 1. GÉNÉRALITÉS

Située entre 14°23' et 14°52' de latitude nord, dans les petites Antilles, la Martinique est une île entièrement volcanique, de 110 kilomètres carrés de superficie, longue de 60 kilomètres du nord-ouest au sud-est et large en moyenne de 20 kilomètres. Elle comprend une partie ancienne (Éocène et Oligocène), au sud et au sud-est, et une partie plus récente (Miocène à actuel), au nord. La partie ancienne présente un relief assez confus de collines accidentées ne dépassant pas en général 300 à 400 mètres de hauteur (la Montagne du Vauclin, sommet le plus élevé, culmine à 504 mètres), façonnées dans des basaltes, andésites, dacites, et labradorites (roches massives de coulées ou de cheminées, brèches volcaniques et tufs), émergeant d'un recouvrement partiel par des tufs éoliens plus récents d'âge pliocène. Ces roches volcaniques anciennes incluent des passées sédimentaires marines très localisées, comme les calcaires silicifiés et les calcaires massifs de l'anse Macabou considérés comme éocènes. La partie septentrionale de la Martinique, au nord de la baie de Fort-de-France et de la presqu'île de la Caravelle, est de construction plus récente, et se divise en trois grands massifs, le massif du Morne Jacob, d'âge miocène, le massif du Carbet, d'âge pliocène, enfin tout au nord la Montagne Pelée, d'âge quaternaire à actuel.

La répartition des récifs coralliens est strictement calquée sur cette disposition géologique. Ils n'existent en effet que dans la partie ancienne de l'île, et sont totalement absents des secteurs littoraux septentrionaux dépendant des trois grands massifs précédemment cités.

L'absence de récifs sur les rivages de la Montagne Pelée, dont les éruptions récentes (1902, 1928) sont bien connues, n'a rien qui doive étonner. Pour les rivages du Carbet et du Morne Jacob on peut invoquer une subsidence trop rapide des socles récifaux pré-flandriens, s'ils ont jamais existé, pour que ces derniers aient pu être réutilisés par la construction flandrienne; entre Fort-de-France et Saint-Pierre, il existe cependant une vie corallienne, en

massifs isolés, mais pas d'éléments de plateaux récifaux.

Dans la partie sud-est de la Martinique, de construction volcanique ancienne, la subsidence n'est pas non plus à exclure, si l'on veut expliquer la présence du récif de type barrière largement développé de part et d'autre de la presqu'île de la Caravelle. Mais en tout état de cause cette subsidence n'est pas prouvée, et semble même partiellement contredite par la présence de passées marines dans la série volcanique ancienne, et surtout par l'affleurement le long du littoral de calcaires soulevés récents contenant des coquilles marines jusqu'à 20 mètres d'altitude (îlets à Tois Roux, îlet Hardy, îlets aux Chiens, Petite Anse Macabou) dans l'extrême sud-est de l'île.

La croissance et la morphologie des récifs coralliens est aussi conditionnée par l'exposition. Les vents du secteur est (alizé) sont très largement prédominants (voir le tableau), de telle sorte que l'île possède une façade au vent, la façade orientale, exposée aux grandes houles océaniques. C'est sur cette façade que se trouve la barrière, et les plus beaux récifs frangeants. La grande houle d'est contourne l'extrémité méridionale de la Martinique (Pointe des Salines), mais ne pénètre plus que très atténuée dans la baie de Fort-de-France, où existent des récifs, mais morphologiquement très différents de ceux situés « au vent ».

Au point de vue pluviométrique c'est l'extrémité méridionale de l'île qui est la moins arrosée (0,5 mètres de moyenne pluviométrique annuelle à Sainte-Anne); le climat y est semi-aride avec des rivières temporaires. A partir du Vauclin la pluviosité augmente progressivement vers le nord, jusqu'à atteindre 7 mètres sur les hautes pentes du Carbet et du Morne Jacob qui portent une « rain-forest » à fougères arborescentes.

Il faut enfin signaler que la Martinique peut être frappée par les cyclones tropicaux (« hurricanes »), en provenance de l'est, pendant la saison chaude.

La turbidité des eaux est très variable. Au fond de la Baie de Fort-de-France, en face du Lamentin,

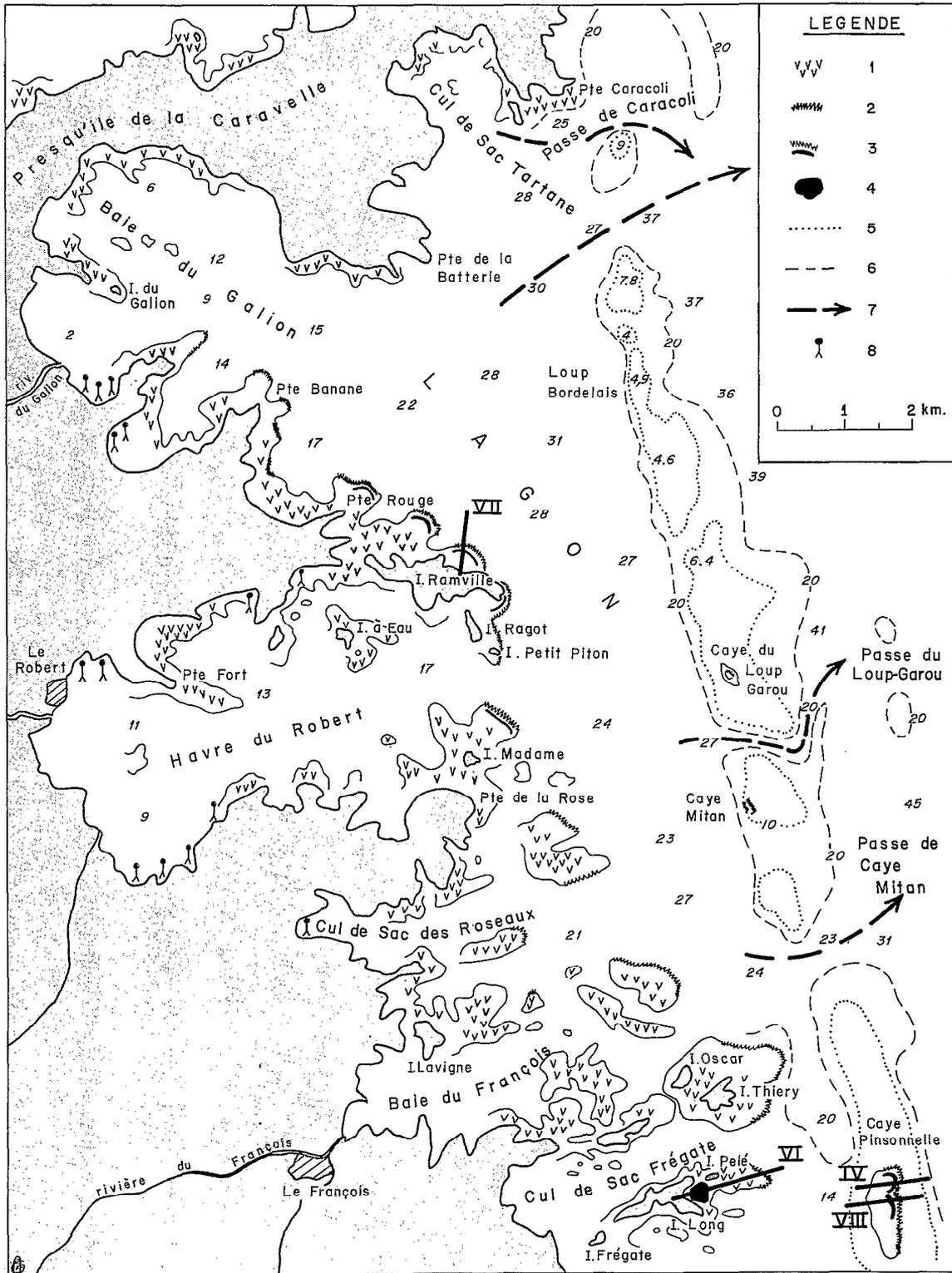


Fig. 2. — Les récifs au vent au sud de la presqu'île de la Caravelle. 1 : platurs avec herbier à Phanérogames, 2 : fronts récifaux les plus exposés aux grands déferlements, 3 : crête algaire, 4 : micro-lagon inclus, 5 : isobathe de  $-10$  m, 6 : isobathe de  $-20$  m, 7 : principaux passages fluviaux pré-flandriens, 8 : mangrove. Les cotes bathymétriques sont en mètres.

Vitesse moyenne (m/s) et fréquence (pour cent par directions) des vents au sol à Fort-de-France. (Moyennes de 4 observations quotidiennes à 0 h, 06 h, 12 h et 18 h.)

|                        | janv.    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | déc. | année |    |
|------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|----|
| Directions             | N.....   | 4   | 2   | 3   | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   | 3   | 4   | 3    | 2     |    |
|                        | NNE..... | 13  | 15  | 10  | 3   | 2   | 2   | 3   | 8   | 8   | 12  | 10   | 8     |    |
|                        | NE.....  | 32  | 34  | 30  | 20  | 12  | 15  | 17  | 26  | 31  | 34  | 37   | 27    |    |
|                        | ENE..... | 37  | 38  | 36  | 42  | 44  | 48  | 54  | 36  | 29  | 23  | 25   | 31    | 37 |
|                        | E.....   | 5   | 5   | 10  | 26  | 30  | 28  | 15  | 17  | 16  | 14  | 12   | 9     | 16 |
|                        | ESE..... | 2   | 1   | 1   | 2   | 4   | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   | 2    | 2     | 2  |
| SE.....                | 1        | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 3   | 1    | 2     |    |
| SSE.....               | 1        | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1    | 1     |    |
| Autres directions..... | 3        | 1   | 5   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 4   | 3   | 1   | 1    | 2     |    |
| Calme.....             | 2        | 1   | 3   | 1   | 3   | 1   | 2   | 4   | 5   | 7   | 5   | 1    | 3     |    |
| Vitesse moyenne.....   | 6,9      | 8,0 | 7,2 | 8,3 | 6,9 | 8,9 | 7,4 | 5,9 | 5,3 | 6,0 | 6,4 | 8,1  | 7,1   |    |

« Monographies de la Météorologie Nationale. N° 15. Note sur la climatologie des Antilles et de la Guyane Française » par G. CAMPAN, ocl. 1959 Paris.

la visibilité était de 3 à 8 mètres lors de notre passage en novembre 1974. Les eaux sont aussi souvent très troubles sur la façade au vent de la Martinique, la turbidité dépendant, sur la pente externe du récif barrière, de l'importance des déferlements ; dans le lagon elle variait entre 4 et 10 mètres. Par contre on observe des eaux relativement claires dans la partie sud de l'île, allant jusqu'à 15 mètres ou davantage à Sainte-Anne et en face de la pointe du Diamant.

Le marnage est très faible, avec des dénivellations de l'ordre de 70 cm par marée de vive eau moyenne.

La bathymétrie est caractérisée par une chute brutale des fonds du côté ouest, sur la fosse caraïbe profonde de 4000 mètres. Du côté oriental la côte est précédée au contraire par un vaste plateau sous-marin peu profond jusqu'à plus de 20 milles au large, équivalent immergé probable de la Grande Terre en Guadeloupe.

Les récifs de la Martinique, et spécialement les récifs au vent, nous sont apparus très différents des récifs du sud-ouest de l'Océan Indien ou du Pacifique, répondant parfois mal à l'idée que l'on se fait généralement d'un récif corallien. Il y a moins d'espèces de coraux ici que dans l'Indo-Pacifique, ce qui est dû à un certain isolement de la région caraïbe. Mais la différence tient surtout à l'importance des constructions dues aux algues calcaires encroûtantes, et à la surface occupée sur les platurs les plus battues par les algues brunes molles, et spécialement *Sargassum*. D'autre part, alors que dans l'Indo-Pacifique on peut parcourir à pieds à basse-mer la plus grande partie des platurs coralliennes, ici ces platurs sont souvent immergées sous 1 à 3 mètres d'eau, et seuls émergent d'étroits éléments de crêtes construites par les algues calcaires encroûtantes. Le faible développement des crêtes détriques externes,

et la quasi-absence de têtes de nègres, nous semble aussi étonnante particulièrement sur la façade au vent, battue en permanence par une houle puissante et exposée aux cyclones.

L'essentiel de l'étude de terrain a porté sur les récifs du secteur oriental, dont le récif barrière, et sur les récifs du fond de la baie de Fort-de-France, qui nous ont paru de prime abord devoir être les plus intéressants.

## 2. LES RÉCIFS AU VENT

C'est sur la côte orientale de la Martinique, exposée à l'alizé, que l'on observe le plus grand développement des formations coralliennes. Ce littoral est extrêmement battu, surtout entre décembre et juillet, période où l'alizé souffle le plus fort. On sait, de plus, que la Martinique est localisée dans un secteur où l'alizé connaît son intensité maximale. Même en novembre, époque de notre mission, le récif barrière était battu par des vagues dépassant un mètre au déferlement, et il n'y a eu que deux jours assez calmes pour permettre des observations sur les pentes externes du récif barrière.

Ce secteur a déjà été étudié par W. H. ADEY, P. J. ADEY, R. BURKE et L. KAUFMAN (1977), qui ont effectué dans les récifs un certain nombre de carottages, et donnent une description exhaustive de la faune de Madréporaires et d'Algues. Dans un article antérieur publié à la Geological Society of America, et consacré aux crêtes algaires et aux récifs barrières de l'est des Caraïbes, W. H. ADEY et R. BURKE (1976) avaient déjà donné une description plus rapide du récif barrière de la Martinique.

L'un des principaux intérêts des récifs au vent de la Martinique est l'importance qu'y jouent les

algues calcaires encroûtantes. Les espèces dominantes sont, près de la surface et en milieu éclairé, *Porolithon pachydermum*, *Neogoniolithon megacarpum*, et *Lithopyllum congestum*. En milieu abrité de la lumière croissent *Neogoniolithon accretum*, *Hydrolithon borgeseni* et parfois *Lithothamnium rupile* et *Paragoniolithon solubile*. Ce sont essentiellement ces espèces qui constituent les crêtes algaires. On trouve aussi *Hydrolithon borgeseni* et *Neogoniolithon mamillare* encroûtant principalement les têtes de corail mort ou les accumulations de débris coralliens. L'importance des encroûtements algaires calcaires a déjà été signalée en d'autres points des Antilles, en particulier à Sainte-Croix (ADEY 1975; ADEY et VASSAR 1975; CONNOR et ADEY 1975) et à Barbuda et Nevis (W. H. ADEY et R. BURKE 1976). De véritables crêtes algaires existent aussi à la Désirade et à Marie Galante (M. PETIT et R. BATTISTINI, sous presse).

Une autre différence avec les récifs coralliens de l'Océan Indien réside dans l'importance des surfaces couvertes par les algues brunes souples, en particulier sur substrat dur et dans les parties des récifs encroûtés par les algues calcaires. Ce sont les Sargasses qui tiennent le plus de place (*Sargassum platycarpum*, *S. vulgare*), mais on trouve aussi en abondance diverses *Laurencia*, *Gracilaria*, *Dictyopteris* et *Dictyota*.

Comme à Madagascar, les herbiers à algues vertes couvrent des surfaces notables sur substrat sableux ou sablo-coquillier, dans les parties centrales et internes des plateaux coralliennes, et dans le fond des lagons (lagon Macabou) jusqu'à des profondeurs allant au moins jusqu'à 8-10 mètres. Les deux principales espèces sont *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*.

Les espèces de coraux les plus courantes (W. H. ADEY *et al.*, 1977) appartiennent aux genres *Acropora* (*A. palmata* très abondant, *A. cervicornis* rare alors qu'il abonde à la Guadeloupe par exemple), *Porites* (*astreoides*, *divaricata*, *furcata*), *Montastrea* (*annularis*, *cavernosa*), *Millepora* (*alcicornis*, *squarrosa*, *complanata*), *Siderastrea* (*radians*, *siderea*), *Diploria* (*strigosa*, *clivosa*, *labyrinthiformis*). On a aussi recensé *Meandrina meandrites*, *Agaricia agaricoides*, *Flavia fraguum*, *Astrangia solitaria*, *Phyllangia americana*, *Oculina valenciennesi*, *Dendrogyra cylindrus*, *Dichoceonia stokesii*, *Scolymia lacera*, *Mussa angulosa*, *Isophyllastrea rigida*, *Isophyllia sinuosa*, *Mycetophyllia lamarckiana*, *Eusmilia fastigata*, et *Stylaster roseus*. Soit au total 30 espèces.

La côte orientale est divisée en deux par l'avancée de la presqu'île de la Caravelle. Notre étude a porté essentiellement sur le secteur au sud de cette presqu'île, le long duquel se développe le récif barrière. Néanmoins une rapide reconnaissance a été aussi

effectuée sur les récifs situés au nord de cette presqu'île.

Sur la côte nord-est de la Martinique, au nord de la presqu'île de la Caravelle, un récif frangeant

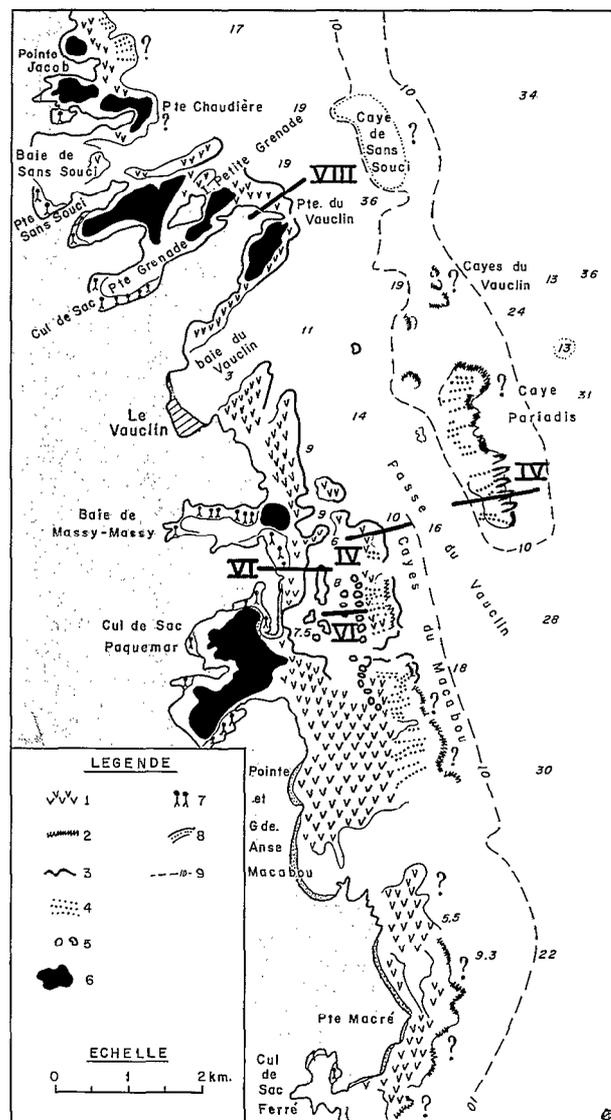


Fig. 3. — Les récifs au vent entre la baie de Sans Souci et le Cul-de-Sac Ferré. 1 : herbier à Phanérogames, 2 : fronts récifaux les plus exposés aux grands déferlements (d'après les photographies aériennes verticales et obliques, et l'étude de terrain), 3 : pentes externes avec vie corallienne relativement florissante. Les points d'interrogation indiquent les secteurs non examinés. 4 : trainées de matériaux détritiques, 5 : « coral knolls », 6 : micro-lagon inclus, 7 : mangrove, 8 : cordon de plage sableux, 9 : isobathe de  $-10$  m. Les cotes bathymétriques sont en mètres.

apparaît à partir de la pointe Lahoussaye, au sud de Sainte-Marie. Il en existe des éléments en face de Petite Rivière Salée, à la Pointe de la Batterie, en face de la Trinité, ainsi que sur la côte septentrionale de la presqu'île de la Caravelle, mais à l'exclusion de l'extrémité de cette presqu'île, dont les rivages abrupts (Pointe du Diable, Pointe de la Table) sont dépourvus de récifs. Il s'agit d'un récif frangeant toujours étroit (moins de 400 mètres de largeur), avec des taches d'herbier dans la partie interne, mais dont le caractère essentiel est la présence, du côté externe de la plature, d'une crête détritique de débris coralliens généralement bien développée et fort nette, localement affleurante, ce qui est exceptionnel à la Martinique. Au nord de la Trinité, en face de l'anse Cosmy, cette crête détritique présente l'aspect classique dentelé, avec traînées de débris perpendiculaires à la bordure, sous couverture d'algues brunes (surtout *Sargassum*). Cette même disposition se retrouve de l'autre côté de la baie de la Trinité dans le récif situé à l'ouest de la pointe de la Batterie. Dans l'anse Tartane la crête détritique est moins bien individualisée, et la partie externe de la plature est sous deux mètres d'eau, avec taches d'herbier de *Thalassia* et « patates » de corail en mélange (*Porites porites*, *P. forcata*).

Au sud de l'îlet Saint-Aubin, il existe un élément isolé de plature corallienne séparé de la côte par des profondeurs d'une dizaine de mètres, avec une petite accumulation de sable et de graviers coralliens sous le vent en caye submersible.

Le récif barrière, largement développé surtout au sud de la presqu'île de la Caravelle, se prolonge sur une dizaine de kilomètres au nord de cette presqu'île, séparé de la côte par des profondeurs de 20 à 35 mètres. Il s'agit de hauts fonds sur une largeur d'environ un kilomètre, recouverts par 5 à 10 mètres d'eau, subaffleurant en un seul point. le Loup Ministre. Nous avons seulement survolé cette partie septentrionale du récif barrière de la Martinique, et ne l'avons pas étudiée.

C'est au sud de la presqu'île de la Caravelle, et entre cette presqu'île et la pointe des Salines, que se trouve le secteur le plus riche en récifs de la Martinique. On y trouve un récif barrière, long de 25 kilomètres, séparé de la côte par 3 à 8 kilomètres et par des profondeurs pouvant atteindre une trentaine de mètres ; dans la partie interne du lagon, une prolifération de récifs frangeants accrochés aux pointes et aux multiples îles, ainsi que des éléments de platures isolées, en position semi-abritée derrière le récif barrière ; enfin, au sud du Vauclin, un récif intermédiaire, le récif de Macabou, de mode battu, passant au sud à un récif frangeant lui aussi exposé directement à la grande houle d'alizé.

## 2.1. Le récif barrière

Il s'agit d'une zone rectiligne de hauts fonds, large de 1 à 2 kilomètres, développée sur environ 25 kilomètres du nord au sud entre l'extrémité de la presqu'île de la Caravelle (pointe Caracoli) et le Vauclin, et séparée de la côte par des profondeurs plus importantes au nord (entre 25 et 30 mètres), plus faibles au sud (entre 12 et 25 mètres). La barrière est en général recouverte par 5 à 10 mètres d'eau, à l'exception d'un certain nombre de « cayes » elles-mêmes toujours submergées (caye du Sans Souci), ou émergeant seulement d'une cinquantaine de centimètres et très localement, dans les grands déferlements, grâce à une crête algaire subaffleurante (caye Pinsonnelle, caye Pariadis, caye du Vauclin, caye Mitan). Il convient de préciser ici que le terme de « caye », très largement utilisé à la Martinique, désigne toute plature corallienne isolée, même s'il s'agit d'éléments de platures rocheuses ou de crêtes algaires sans éléments détritiques (caye du Vauclin), et n'émergeant pas. Seul le Loup Garou, dans la partie septentrionale de la barrière, est une véritable « caye » de sable et de débris coralliens insubmersibles, telle qu'on l'entend dans le véritable sens accordé à ce terme en géomorphologie corallienne.

Seules ont pu être examinées au sol la caye Pinsonnelle et la caye Pariadis.

### LA CAYE PINSONNELLE

Cette caye, située en face de Saint-François, a une forme générale en haricot, avec une longueur d'environ 1400 mètres et une largeur de 500 à 700 mètres. Nous n'avons examiné que sa partie septentrionale. La plus grande partie de la caye est immergée à basse-mer sous 2 à 4 mètres d'eau. On ne voit émerger, entre les grands déferlements, et seulement de 50 centimètres à 1 mètre, que la bordure nord et nord-est où se trouve une crête algaire qui donne une ligne étroite de brisants de couleur marron foncé. Cette crête algaire présente, face au large et aux grands déferlements, un tombant vertical ou sub-vertical qui semble se continuer jusqu'à des profondeurs d'au-moins 4 ou 5 mètres. Son dessin est localement rigide, mais avec aussi des rentrants profonds, et sans doute des parties immergées peu profondément en avant du mur principal pouvant occasionner des déferlements (voir la coupe d'après W. H. ADEY *et al.*). Cette formation présente une structure caverneuse, avec des conduits pouvant déboucher sur des trous souffleurs. Le revers de la crête est couvert par un peuplement d'algues brunes (surtout *Sargasses*). La partie centrale et interne de la caye montre de larges affleurements de sable nu, avec des taches de *Thalassia*, et des pieds de

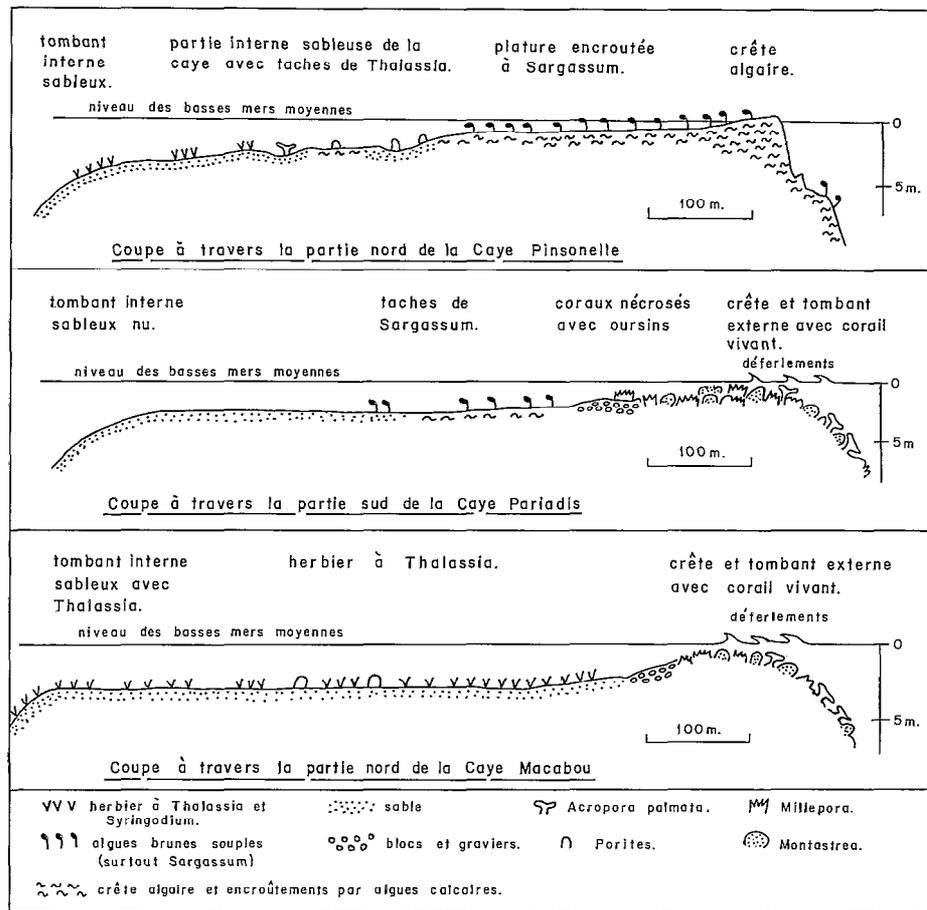


Fig. 4. — Trois coupes à travers les grandes cayes.

coraux isolés (*Porites* et *Acropora palmata*). Toute cette partie est sous 2 à 3 mètres d'eau en moyenne. Enfin la pente interne sur le lagon est aussi sableuse, avec parfois de l'herbier, et sans peuplements de coraux.

#### LA CAYE PARIADIS

Située en face du Vauclin, cette caye termine vers le sud le récif barrière. Elle s'allonge sur un peu plus de 2 kilomètres, avec une largeur moyenne de 600 mètres. Seule la bordure septentrionale de la caye émerge du côté externe dans les grands déferlements sous la forme d'une ligne étroite de brisants rocheux noirs surbaissés qui sont des éléments de crête algaire couverts par des Sargasses et d'autres algues brunes. Le reste de la caye est sous 2 à 4 mètres d'eau. Dans la partie sud, où il n'existe pas d'éléments venant en émergence en l'absence de crête

algair, on peut distinguer la zonation transversale suivante :

(a) la pente externe dans les grands déferlements, qui n'a pu être qu'entrevue ;

(b) une plature rocheuse couverte d'oursins noirs à longs piquants (*Diadema*) et des Sargasses sous 2 mètres d'eau en arrière des grands déferlements. Cette plature porte des peuplements de coraux en grandes traînées transversales espacées de 100 à 150 mètres : formes en boules ou en coussinets, parasols, et rares formes branchues. Du côté interne ces traînées coralliennes sont largement nécrosées et colonisées par les oursins. Les coraux vivants subaffleurent, créant de petits déferlements secondaires. Dans sa partie interne, cette plature est rainurée transversalement, avec traînées de sable et de débris coralliens en transit. Entre ces traînées, les peuplements d'algues brunes deviennent plus denses (surtout Sargasses) ;

(c) une zone interne, toujours sous 2 à 4 mètres d'eau, avec grandes taches de sable nu et de branches brisées de corail. Cette zone se termine du côté du lagon par un tombant sableux, raide, sans peuplements coralliens.

Il faut remarquer, ici comme à la caye Pinsonnelle, l'absence de crête détritique externe. On observe seulement de petites accumulations surbaissées et éparées de débris coralliens en arrière du bourrelet externe de corail vivant, qui est la seule partie saillante et subaffleureante du récif.

#### LES CAYES DU VAUCLIN ET DU LOUP GAROU

Les cayes du Vauclin, et d'autres brisants au nord et au nord-ouest de la caye Pariadis, sont des massifs isolés de coraux couronnés généralement par une crête algaire qui émerge de quelques dizaines de centimètres dans les grands déferlements. Plus au nord la caye Mitan semble être du même type.

La caye du Loup Garou, qui n'a pas non plus été examinée au sol, mais survolée à basse altitude, est une vraie caye sableuse ovoïde (au sens morphologique du mot « caye »), de 200 mètres de longueur, culminant à +5 mètres. Elle repose sur une plature rocheuse probablement de corail mort.

Au nord du Loup Garou la barrière est entièrement submergée sous 5 à 10 mètres d'eau. D'après les pêcheurs il n'y a pas, dans ce secteur, de champs coralliens importants, mais surtout des taches de sable et des herbiers. Le faible développement de la vie corallienne semble aussi la règle dans les secteurs méridionaux externes de la barrière, si l'on en croit les indications obtenues tant des pêcheurs sous-marins, que des pêcheurs professionnels du François et du Vauclin.

Un autre trait fondamental de la barrière est son tronçonnement par des passes profondes de 20 à 30 mètres (voir fig. 2), passe de Caracoli, passe du Loup Garou, passe de caye Mitan. La passe du Loup Garou est la plus caractéristique par son étroitesse, et par son aspect coudé qui rappelle la passe de Longogori au sud de Pamanzi dans le récif barrière de Mayotte (GUILCHER *et al.*, 1965) : sans aucun doute il s'agit d'un ancien passage fluvial creusé lors de la régression préflandrienne à travers la barrière pré-Würm, puis ennoyé par la transgression flandrienne.

Dans l'ensemble, la barrière de la Martinique, tant au nord qu'au sud de la presqu'île de la Caravelle, apparaît comme une « barrière ennoyée » assez comparable à la barrière ennoyée des côtes nord-ouest de Madagascar. Sans doute s'agit-il d'une construction pré-Würm dont l'édification n'a pas repris, ou seulement de manière ralentie, au Flandrien. Elle est probablement plus vivante dans sa

partie méridionale où existent les grandes cayes, mais même là on s'étonne de l'absence de levée détritique sur la façade battue de ces « cayes », de l'absence aussi de toute « tête de nègre » comme il en existe habituellement sur les récifs océaniques bien vivants.

#### 2.2. Les récifs frangeants et les bancs coralliens dans le lagon

La disposition des récifs frangeants est commandée par le fait que la ligne de rivage possède un tracé extrêmement découpé avec un grand nombre de pointes et de baies ; il existe de nombreuses petites îles ; ce tracé compliqué résulte de l'ennoiement par la transgression flandrienne d'un relief de collines assez élevées. Les pointes et les îles sont généralement rocheuses et escarpées, tandis qu'on observe un remblaiement des fonds des baies avec souvent des mangroves. Les roches venant en affleurement le long de la ligne de rivage sont surtout des lufs de différents âges, des basaltes, et des brèches volcaniques variées.

Si l'on peut douter de la vitalité de la barrière au Flandrien, ici par contre la construction flandrienne a fait proliférer les récifs qui s'accrochent à toutes les pointes, et frangent tous les secteurs du rivage à l'exception des fonds de baies (voir fig. 2 et 3).

Bien développées, parfois sur une largeur de l'ordre du kilomètre, les platurs portent sur presque toute leur surface de vastes herbiers à *Thalassia*, souvent striés (herbiers entre le Vauclin et la pointe Théogène, de l'Îlet Thiery et des Bancs du François, etc.). En général, les taches de sable sont en creux de 20 à 50 centimètres par rapport aux peuplements d'herbier. Étant donné que la barrière ne constitue qu'un abri relatif et laisse largement passer la houle, les plus externes de ces récifs sont battus par d'assez gros déferlements : entre la pointe Banane et l'île Ragoy ; récif de l'île Madame ; bancs externes du François, récif des îlets Thiery et Oscar ; récifs de la pointe Chaudière et de la pointe du Vauclin. Si les herbiers de la partie interne demeurent à marée basse immergés sous quelques décimètres à deux mètres d'eau, il existe souvent sur le bord de ces récifs un bourrelet externe d'origine détritique, avec du sable et des débris coralliens, plus ou moins encroûtés par les algues calcaires, qui subaffleure ou parfois affleure même de quelques centimètres ; cette crête détritique embryonnaire qui n'existe qu'en certains endroits, et qui ne présente jamais l'aspect d'une véritable levée avec traînées transversales, porte des peuplements d'algues brunes avec prédominance des Sargasses. Un autre trait est l'absence généralisée de gros blocs détritiques de corail du type « tête de nègre ». La richesse

en corail vivant des tombants externes est très variable, mais il est sûr qu'en certains endroits, tout au moins de part et d'autre de la baie du Vauclin, certains secteurs portent de nombreux massifs vivants, souvent jointifs : on s'étonne d'autant plus de l'absence de têtes de nègres. L'abondance des bancs isolés, souvent de forme allongée, et des pâtes de plus petite taille (« coral knolls ») témoigne aussi de l'intensité de la vie corallienne dans le lagon. Il est probable toutefois que la vie corallienne a dû être plus active à une époque récente, car là où nous avons pu faire des observations (baie du Galion, Cul-de-Sac Frégate, et abords du Vauclin), on voit aussi beaucoup de massifs de corail mort depuis peu de temps, en voie de colonisation par des algues et des oursins.

Alors que les récifs frangeants de la partie sud du lagon sont en position relativement abritée, ceux de la partie nord, entre le Havre Saint Robert et la baie des Galions, sont de mode très battu, la grande houle passant ici par-dessus la barrière immergée. C'est la raison pour laquelle les récifs de la pointe Rouge, de l'île Ramville et de l'île Ragot sont les seuls à posséder une véritable crête algaire, comparable à celle des cayes de la barrière.

Un trait intéressant et original du point de vue géomorphologique tient dans le fait qu'au cours de leur croissance, essentiellement à partir des pointes, les récifs frangeants ont parfois enclavé des parties profondes correspondant généralement à des fonds de baies, qui se trouvent maintenant complètement isolées du large par de vastes plateaux couverts d'herbier. Le secteur le plus riche en inclusions de cette sorte, du type « micro-lagon », est celui situé entre la pointe du Cerisier et la baie du Vauclin (voir fig. 3). Une telle évolution a été favorisée, dans ce secteur, par un tracé original du littoral extrêmement découpé, avec un grand nombre de pointes allongées et de baies profondes. Au sud du Vauclin, le Cul-de-Sac Paquemar est enclavé de la sorte ; il existe une profonde mare en face de la baie de Massy-Massy, qui a la même origine. Alors que l'herbier qui les sépare du large subaffleure, ces mares ou « micro-lagons » ont des profondeurs qui peuvent atteindre 6 à 8 mètres, avec généralement un fond de sable vaseux.

Le récif de l'Îlet Long, en face du Cul-de-Sac Frégate, possède une telle inclusion subcirculaire profonde de 7 à 8 mètres, et d'environ 250 mètres de diamètre. On n'y trouve aucune vie corallienne, et le fond est constitué par un sable très fin vaseux nu (voir échantillon 7, *infra*). La plature qui l'enserme entièrement est au contraire sableuse (voir échantillon 6, *infra*), et porte un herbier à *Thalassia* sous 10 centimètres à 1 mètre d'eau. Le récif possède une ébauche de crête détritique externe couverte de Sargasses.

Dans l'inclusion du Cul-de-Sac Paquemar, la drague a rapporté de --5 mètres un sable très fin vaseux, sans couverture d'herbier.

#### LES RÉCIFS DE L'ÎLE RAMVILLE ET DE LA POINTE ROUGE

Ces récifs, situés dans la partie nord du lagon, sont du type à crête algale (voir fig. 7, d'après W. H. ADEY *et al.*). La crête émerge d'une cinquantaine de centimètres entre les déferlements. Elle présente du côté externe un tombant brutal, sub-vertical, sans peuplements coralliens. Le revers porte une couverture de Sargasses immergée sous 1,5 mètre d'eau environ. Entre l'île Ramville et la Pointe Rouge s'étendent en position plus interne de vastes herbiers à *Thalassia*.

#### LE RÉCIF DE L'ÎLE LONG

Situé en face du Cul-de-Sac Frégate, ce récif présente la zonation suivante :

(a) une pente externe avec des massifs parfois jointifs de coraux vivants (*Millepora*, *Montastrea*, *Porites*) ;

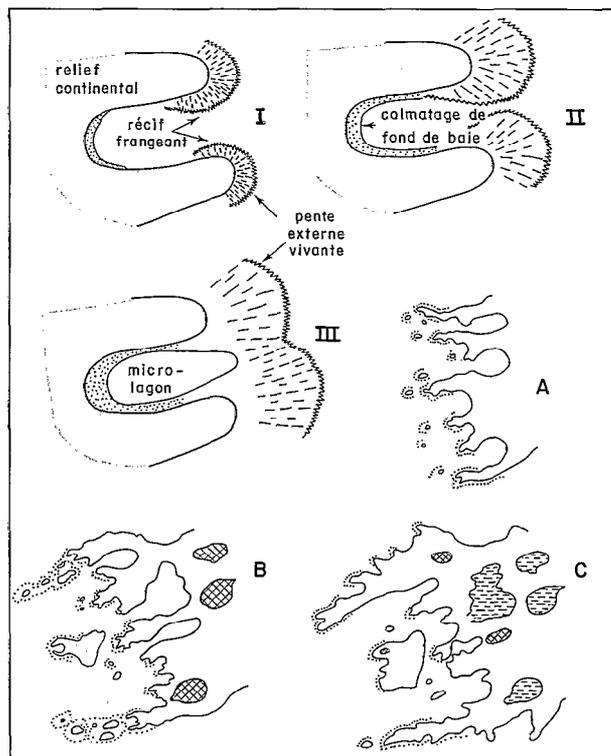


Fig. 5. — Processus de formation des micro-lagons inclus. I à III : dans les récifs frangeants de la côte au vent. A à D : au fond de la baie de Fort-de-France (en pointillés : vie corallienne active).

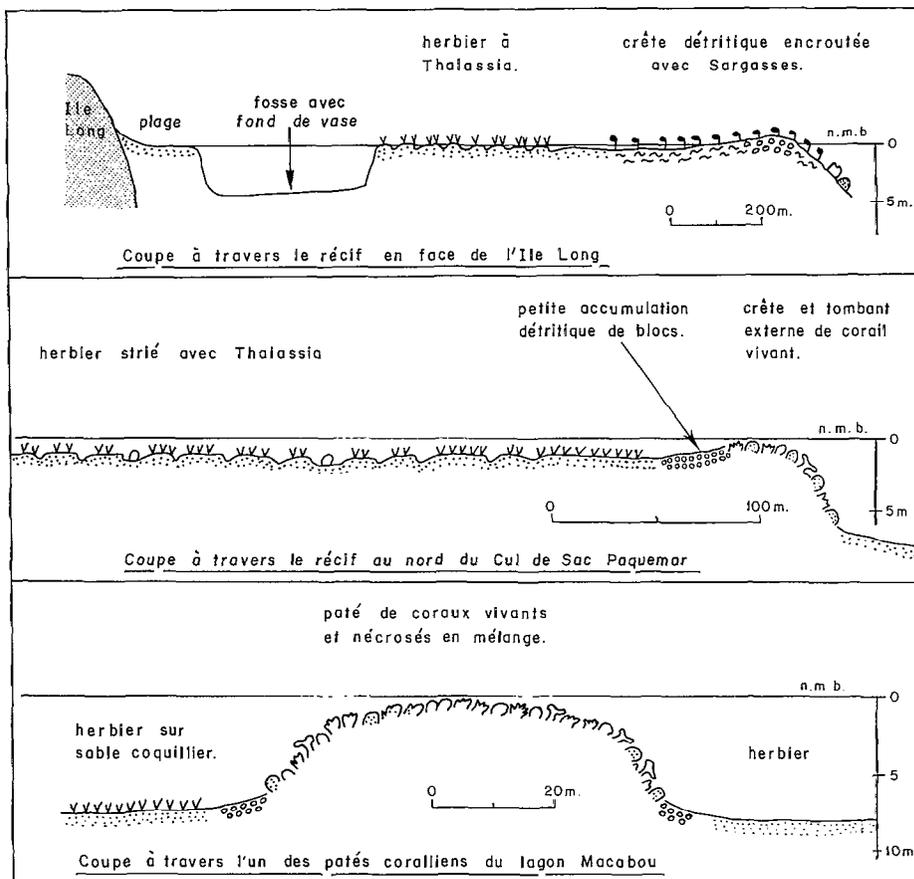


Fig. 6. — Trois coupes à travers les récifs du sud-est de la Martinique (côte au vent). Mêmes figurés que la figure 4.

(b) une ébauche de levée déritique externe subaffleurante, avec encroûtements calcaires, et couverture de *Sargasses* ;

(c) un vaste herbier strié à *Thalassia*, émergeant à basse mer du côté interne ;

(d) une fosse (micro-lagon inclus) profonde de 5 à 6 mètres, à bords raides sans coraux, et fond de vase sans couverture d'algues.

#### LE RÉCIF DE LA POINTE DU VAUCLIN

Ce récif présente une pente externe raide avec de denses peuplements de *Millepora*, *Montastrea*, *Porites* et *Acropora palmata*. La zonation est comparable à celle du récif précédent avec une ébauche de levée externe partiellement encroûtée couverte d'algues brunes, qui subaffleure dans les déferlements, et vers la terre un herbier à *Thalassia* immergé sous 1 à 2 mètres d'eau à basse mer.

#### LE RÉCIF DU VAUCLIN

Situé au sud de l'entrée de la baie du Vauclin, ce récif présente :

(a) une pente externe très vivante (nombreuses espèces de coraux en mélange) qui monte jusqu'au niveau de basse-mer, constituant une levée externe de gros massifs de coraux sur laquelle brisent les déferlements ;

(b) des petites accumulations de débris coralliens non encroûtés, qui s'appuient aux massifs de coraux du côté interne, en contrebas de ces derniers, mais sans constituer de véritable levée déritique ;

(c) un très vaste herbier strié à *Thalassia*, immergé sous 1 mètre d'eau, avec des colonies isolées de *Porites*, et qui va jusqu'à la plage.

#### 2.3. Les cayes et le lagon Macabou

Ce secteur, qui a été examiné assez en détail au sol, est celui où a été observée la vie corallienne

la plus florissante, tant sur la pente externe que dans le lagon.

Le récif Macabou (cayes Macabou de la carte marine) ne fait pas partie de la barrière décrite précédemment : il n'est pas en effet dans le prolongement de la caye Pariadis, dont le sépare une large passe profonde de 16 mètres, mais se trouve nettement décalé vers la terre par rapport à cette dernière. Il est en fait la continuation septentrionale du récif frangeant de l'extrême sud-est, qui décolle vers le nord et passe à un récif de type intermédiaire en face des anses Macabou et du Cul-de-Sac Paquemar, séparé de la terre par ce qu'on peut appeler au choix un lagon peu profond, ou un profond chenal d'embarcations.

Dans sa partie nord, le récif présente la zonation suivante :

(a) une longue pente externe (environ 300 mètres de largeur) avec beaucoup de corail vivant, présentant par endroits une ébauche de structure en peigne (spurs and grooves). Vers —8 mètres on passe à des fonds de sable.

(b) Dans la partie interne des déferlements, les coraux vivants, d'espèces variées, viennent subaffleurer, formant une couverture parfois à 100 %. Certains massifs en subaffleurement sont en voie de recouvrement par des algues calcaires mais il n'y a pas de véritable bourrelet algair émergeant. Il n'en va pas de même plus au sud où se développe une véritable crête algair émergeant de plusieurs dizaines de centimètres, sur laquelle les vagues déferlent.

(c) Il n'existe pas de véritable levée détritique de débris, ni de têtes de nègre, mais immédiatement en arrière de ces massifs de coraux vivants s'étend un herbier à *Syringodium* sur matériel détritique (voir échantillon 10, *infra*), recouvert par 2 à 4 mètres d'eau. Cette zone, large d'une centaine de mètres, est traversée par de longues traînées transversales détritiques filiformes non encore fixées, qui apparaissent en blanc sur la photographie aérienne verticale.

(d) Il n'y a pas de tombant interne, mais l'herbier devient de plus en plus profond de manière progressive du côté du lagon. L'herbier tapisse aussi entièrement le fond du lagon, profond dans sa partie nord de 8 à 10 mètres, sur sable fin vaseux coquillier (voir échantillons 11, 12 et 15, *infra*). Dans la partie centrale du lagon, on trouve en mélange dans l'herbier *Syringodium* et *Thalassia*.

Le fait le plus intéressant est la présence dans le lagon d'un grand nombre de petits pâtés coralliens (« coral knolls »), dont la plupart, environ une

douzaine, sont parfaitement alignés dans la partie externe du lagon. Ils apparaissent comme autant de petites taches plus claires sur la photographie aérienne verticale. Ces petits massifs, souvent parfaitement circulaires, de 50 à 150 mètres de diamètre, sont entièrement formés par des massifs de coraux, surtout à petites branches, jointifs jusqu'à leur sommet qui subaffleure, occasionnant de petits déferlements. Il n'y a pas d'accumulations de sable ou de débris. Dans certains cas des surfaces plus ou moins importantes montrent une nécrose très récente, avec colonisation par des oursins et des algues calcaires. Ces « coral knolls » dominant de 5 à 8 mètres le fond du lagon uniformément couvert, comme nous l'avons dit, par l'herbier.

#### 2.4. Le récif frangeant de l'extrême sud-est

A partir de la Grande Anse Macabou et en allant vers le Sud, le récif frangeant est quasi continu jusqu'à la Pointe des Salines, avec une largeur de 100 à 400 mètres. Il s'accroche à plusieurs îlots de roches volcaniques (basaltes à l'îlet Cabrits) ou de grès calcaires marins quaternaires (îlet à Tois Roux, îlets aux Chiens), qu'il enserre. Localement il enclave des parties plus profondes en « micro-lagons » comme entre l'îlet Chevalier, constitué de labradorites, et la côte (micro-lagon de Cap Chevalier), et comme la baie des Anglais.

La pente externe du récif n'a pas été examinée, mais seulement les platurs au Cul-de-Sac Ferré et au sud de la Pointe Ferré. Ces platurs n'émergent nulle part, et sont recouvertes par 0,5 à 3 mètres d'eau. Elles portent de vastes herbiers à *Thalassia*, souvent striés (les micro-mares sableuses étroites et allongées perpendiculairement à la direction d'incidence des vagues sont alors en creux de 20 à 50 centimètres par rapport à l'herbier), mais aussi de grandes étendues de sable corallien nu sans herbier. La côte est bordée presque tout du long depuis les anses Macabou par de belles plages de sable (ce n'est pas le cas plus au nord), à l'exception du Cul-de-Sac Ferré, de la baie de Cap Chevalier et de la baie des Anglais, qui sont sablo-vaseux avec de la mangrove.

Un autre trait caractéristique de ce secteur récifal est l'existence généralisée d'un bourrelet algair externe, émergeant de quelques dizaines de centimètres (c'est la seule partie émergée des récifs), sur lequel brisent les grands déferlements. Un profil (fig. 7, d'après W. H. ADEY *et al.*, 1977) montre l'aspect de cette crête et du récif en face des îles Lézard, à 20 kilomètres de la Pointe des Salines, extrémité méridionale de la Martinique.

2.5. Les données des sondages

Une dizaine de sondages, avec carottages, ont été effectués par W. H. ADEY *et al.* (1977), à travers la caye Pinsonnelle et les récifs de la Pointe du Vauclin, des îles Lézard et de l'île Ramville. Le sondage le plus profond a été mené jusqu'à 13 mètres à la caye Pinsonnelle. Ces sondages montrent que la construction récifale flandrienne, et la crête algaire, ne dépassent jamais une dizaine de mètres d'épaisseur ; il s'agit même le plus souvent d'un revêtement encore plus mince (2 à 3 mètres à la pointe du Vauclin), recouvrant des sables calcaires qui constituent l'ossature tant de la caye Pinsonnelle, élément de la barrière, que des récifs frangeants.

Le second enseignement est l'importance d'*Acropora palmata* dans la phase initiale de construction des récifs. Trois datations par la méthode C<sup>14</sup> ont été effectuées sur *A. palmata*, deux au récif de la Pointe du Vauclin (560 ans et 1670 ans B.P.), une à la caye Pinsonnelle (2110 ans B.P.). Il apparaît d'autre part que la construction des crêtes algaires se poursuit depuis au moins 2000 ans. A une époque récente, que les auteurs situent aux environs de 500 ans, *A. palmata* a disparu de larges secteurs comme agent principal de la construction des récifs,

remplacé par de vastes peuplements d'algues brunes. Ce changement pourrait être dû à une augmentation de la turbidité.

Des sondages plus profonds montreraient probablement que, sous les sables calcaires, le récif barrière actuel est construit sur une barrière plus ancienne pré-Würm, ainsi que cela est généralement le cas. C'est cette ancienne barrière qui a été tronçonnée par le réseau hydrographique durant les régressions würmiennes, donnant les passes actuelles dont l'une au moins, la passe du Loup Garou, a une morphologie fluviale indiscutable ; cette passe correspond à un ancien passage fluvial en canyon à travers l'ancienne barrière exondée.

3. LES RÉCIFS SOUS LE VENT

3.1. Les récifs de la baie de Fort-de-France

La baie de Fort-de-France montre une prolifération des récifs dans le secteur compris entre la pointe Desgras, dans l'axe de l'aérodrome du Lamentin, la pointe du Bout, et Gros Ilet, au Centre de la baie de Génipa. Ce caractère ressort immédiate-

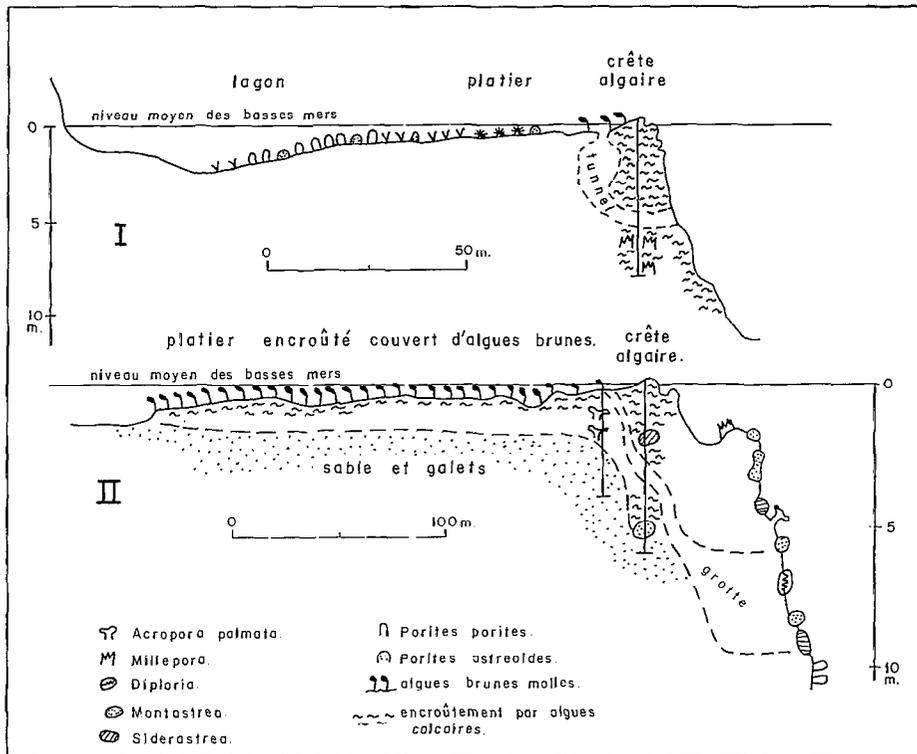


Fig. 7. — Coupes et sondages, d'après W. H. Adey *et alii*, à travers : I, le récif des îles Lézard ; II, le récif de l'île Ramville.

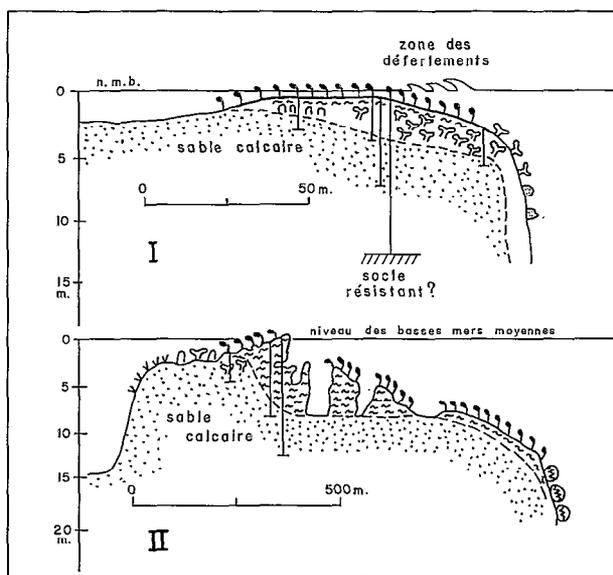


Fig. 8. — Coupes et sondages, d'après W. H. ADEY *et al.*, à travers : I, le récif de la pointe du Vauclin ; II, la caye Pinsonnelle. Mêmes figurés que la figure 7.

ment du simple examen des photographies aériennes, et semble assez surprenant dans ce fond de baie encombré de vastes mangroves, où de plus ne règnent pas les conditions d'agitation des eaux généralement favorables à la croissance des Madréporaires. La très faible amplitude du marnage ne permet pas non plus un renouvellement notable de ces eaux. Autre condition défavorable, la rivière la plus importante de la Martinique, la Lézarde, se jette près de là, au fond de la baie du Lamentin, tandis que la baie de Génipa reçoit les eaux de la Rivière Salée qui draine un assez vaste bassin dans le centre sud de l'île : lors d'un survol en novembre nous avons pu constater que les eaux turbides de ces deux rivières envahissaient une partie du fond du golfe, jusque dans le secteur où existent les récifs. Il est certain toutefois qu'il faut tenir compte de la houle très atténuée qui pénètre dans la baie, ainsi que des vagues locales formées par les vents du secteur ouest, pour comprendre la morphologie de ces récifs, qui est très particulière.

La Sèche de San Justan et la Caye à Vache se présentent comme deux longs éperons à multiples digitations pointés vers le large. Entre ces deux éperons existent d'autres avancées moins importantes, alternant avec des pâtés (« coral knolls »), ou des bancs eux-mêmes ramifiés. Ces récifs dominent des fonds sablo-vaseux de 10 à 15 mètres. Aucune partie ne dépasse à basse mer de la surface du plan d'eau : il n'y a pas en effet de véritables levées détritiques, même si certaines parties externes

subaffleurent sous 30 à 40 centimètres d'eau. Les parties internes sont de vastes herbiers à algues vertes (*Thalassia* et *Syringodium*) sous 50 cm à 1 mètre d'eau, avec des trous hectométriques un peu plus profonds, de 2 à 4 mètres. Il faut remarquer l'absence complète des Sargasses.

Sans aucun doute ces récifs, dans le secteur où ils sont le plus caractéristique, entre le Morne Rouge et la baie de Génipa, ont été à une époque récente extrêmement florissants, même si actuellement ils sont, ainsi que nous verrons, à peu près moribonds. Ce qui en fait l'intérêt, c'est qu'ils ont poussé en éperons ou bras digités, face à la houle, avec de multiples pâtés intercalaires, ce qui a entraîné l'enclavement de portions du fond, avec formation de micro-lagons maintenant inclus dans la plature. L'évolution est semblable à celle qui a été déjà décrite dans le nord-ouest de Madagascar dans la baie Ramanetaka (A. GUILCHER *et al.*, 1958). La figure 9 représente les récifs du fond de la baie de

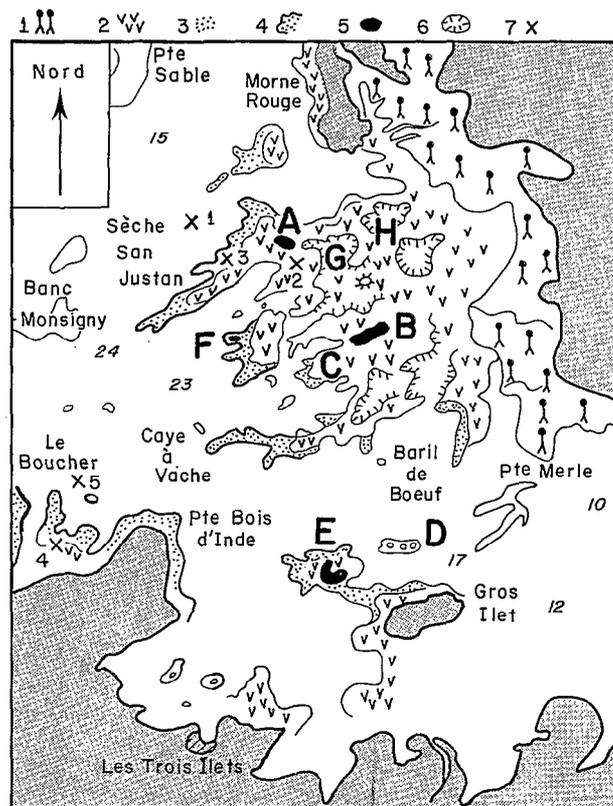


Fig. 9. — Les récifs sous le vent au fond de la baie de Fort-de-France. 1 : mangrove, 2 : herbier à Phanérogames, 3 : plature corallienne avec sable nu, 4 : pente externe avec vic corallienne relativement active, 5 : micro-lagon inclus notablement profond, 6 : ancien micro-lagon inclus remblayé, 7 : localisation des prélèvements de sédiments (numéro de l'échantillon). Les cotes bathymétriques sont en mètres.

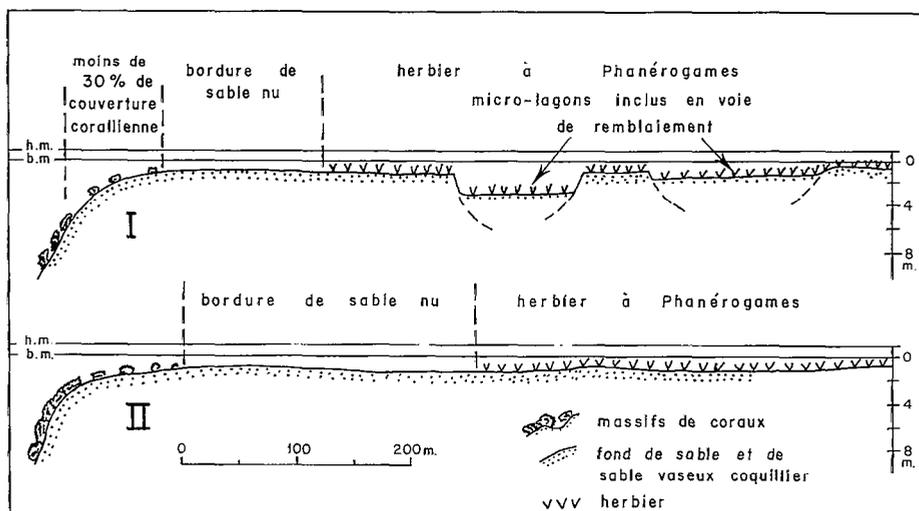


Fig. 10. — Récifs de la côte sous le vent, dans la baie de Fort-de-France. I : profil à travers la Sèche San Justan, II : profil à travers le récif du Boucher.

Fort-de-France, avec des lettres majuscules (de A à H) permettant de localiser les lieux où ont été faites les observations. Des micro-lagons complètement enclavés dans la plature existent en A (Sèche de San Justan) et en B. En C l'enclavement est tout près de se réaliser pour un autre micro-lagon. Un autre exemple est fourni par le récif de Gros Ilet, qui présente un micro-lagon complètement enclavé profond de 7 mètres. D'autres enclaves de plus petites tailles existent tant sur le récif de Gros Ilet, que sur le récif D tout proche. En F, on peut signaler une petite enclave profonde du même type, sur la bordure du récif.

L'examen de la vaste plature, couverte d'herbier, faiblement immergée, large de plus d'un kilomètre, au sud du Morne Rouge, montre qu'elle a été constituée au départ par de multiples bancs coralliens allongés qui se sont anastomosés en enclavant de la même manière des parties plus profondes. Sur la photographie aérienne verticale au 1/45 000 les teintes gris clair correspondent aux herbiers faiblement immergés, sous 50 centimètres à un mètre d'eau ; les parties gris foncé correspondent aux inclusions, plus ou moins comblées par de la vase, portant aussi de l'herbier, avec des profondeurs supérieures à 1 mètre et atteignant généralement 2 à 5 mètres. Le dessin de ces inclusions est extrêmement complexe dans le détail.

Alors que dans la baie Ramanetaka une telle disposition correspond à une vie corallienne intense, l'examen au sol montre ici peu de vie corallienne, même sur les tombants externes. L'examen des inclusions en A, G et H révèle que l'on n'y trouve pas de corail vivant, mais seulement de l'herbier

sur sable vaseux coquillier. L'herbier peu immergé entre ces inclusions a pour substrat le même sédiment (voir échantillon 2, *infra*). Vers la bordure cet herbier devient subaffleurant, mais, comme il a déjà été dit, sans qu'il y ait de véritable crête détritique. Le liseré externe de teinte plus claire visible sur les photographies aériennes correspond au passage à un sédiment plus grossier, mais contenant toujours une fraction sableuse dominante (voir échantillon 3, *infra*), sans couverture d'herbier, mais avec des peuplements épars de petits massifs de coraux vivants ou plus souvent morts. Ce liseré sableux externe, à couverture corallienne faible (généralement moins de 20 %) sous 1 à 3 mètres d'eau, peut atteindre une largeur de 50 à 100 mètres avant un tombant généralement brutal, lui aussi sableux, avec de rares massifs de coraux parfois vivants, souvent entièrement ou partiellement nécrosés. Il n'existe de vie corallienne notable qu'à l'extrémité des digitations les plus externes, où l'on peut voir de gros massifs de coraux assez serrés sur le tombant. Un dragage a été effectué à environ 400 mètres en avant du tombant nord de la Sèche de San Justan (voir échantillon 1, *infra*), donnant un sable coquillier vaseux à une profondeur de -17 mètres.

La même disposition a été observée sur le récif de Gros Ilet, et sur le Banc du Boucher, avec herbier interne faiblement immergé, et liseré et tombant sableux avec têtes éparses de corail. Sur le Banc du Boucher, la zone externe sableuse avec têtes éparses de coraux vivants est beaucoup plus largement développée (200 mètres de longueur), et le tombant externe porte beaucoup plus de coraux vivants, en gros massifs souvent jointifs. Il faut

toutefois noter l'absence à peu près générale des formes branchues, par exemple des *Acropora*.

Des observations précédentes, il ressort qu'à une époque récente correspondant à l'arrivée de la mer flandrienne, et antérieurement au colmatage du fond de la baie, la vie corallienne a été dans tout ce secteur extrêmement florissante. Le colmatage très rapide du fond de la baie par la Lézarde et la Rivière Salée, et l'avancée concomitante des mangroves, a ensuite entraîné la nécrose progressive des récifs les plus internes, en même temps que s'étendaient de vastes herbiers sur sable vaseux coquillier, une vie corallienne notable ne se maintenant qu'à l'extrémité des éperons les plus externes.

### 3.2. Les récifs de la côte sud

Au sud de la baie de Fort-de-France, la péninsule escarpée du Cap Salomon et de la Pointe du Diamant ne porte pas de récifs frangeants, à l'exception d'un petit élément de plature dans la partie septentrionale de l'Anse d'Arlet.

Par contre il existe un récif frangeant, dépassant par endroits un kilomètre de largeur, bien développé sur 18 kilomètres entre la Pointe du Diamant et la Pointe des Salines, dans l'extrême sud de la Martinique. Ce récif présente comme caractère principal d'avoir sa plature immergée sous 2 à 8 mètres d'eau, jusqu'à un tombant brutal sur des profondeurs de 20 à 70 mètres. De vastes herbiers à *Thalassia*, développés surtout en position interne, alternent avec de grosses « patates » de corail vivant, surtout *Porites* et Méandrines. L'herbier ne subaffleure qu'en de rares endroits, correspondant sans doute à des ébauches de crêtes détritiques : à la caye Sainte Luce, en face du Bourg Sainte Luce, et à la caye Mocos en face de l'Anse du Ceron. Le récif est tronçonné transversalement en une demi douzaine d'éléments séparés par des passes très profondes (31 mètres dans la passe de l'Anse des Trois Rivières, 47 mètres en face de la Rivière Pilote, entre 40 et 18 mètres dans la passe de l'Anse du Ceron) qui peuvent être interprétées comme d'anciennes vallées fluviales contemporaines des régressions du Würm, entaillant un ancien récif pré-Würm. La passe du Marin, également étroite et profonde, en face du Cul-de-Sac Marin, doit avoir la même origine.

Le Cul-de-Sac Marin est une baie très abritée d'environ 7 kilomètres sur 5, à entrée étroite à moitié refermée par la pointe du Marin qui est un cordon littoral sableux. La bathymétrie, de 40 à 30 mètres à l'entrée de la baie (passe du Marin), et d'une vingtaine de mètres dans la partie interne de la baie, donne l'image du chevelu hydrographique immergé pré-flandrien branché sur la passe. Les conditions

d'exposition sont sensiblement les mêmes que dans le fond de la baie de Fort-de-France, mais on n'y trouve pas la même prolifération de récifs anastomosés, bien que la vie corallienne y soit actuellement plus florissante. En face du Marin, où ont été faites les observations à terre, s'étendent de vastes herbiers immergés sous 1 à 4 mètres d'eau, subaffleurant dans leur partie externe en « pseudo-cayes » sableuses avec peuplement épars de coraux.

## 4. ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE (avec la collaboration de A. MAREC)

Dix-huit échantillons ont été prélevés, dont cinq dans le domaine sous le vent, au fond de la baie de Fort-de-France (fig. 11) et les autres dans les récifs au vent, deux au récif de l'Îlet Long, en face du François, et onze dans le secteur du Vauclin. Neuf de ces échantillons (nos 1, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 15 et 17) ont été prélevés au cône Berthois, qui présente l'inconvénient de laisser échapper une partie de la fraction la plus fine. La plupart des autres ont été prélevés à la main en plongée.

L'étude calcimétrique et granulométrique a été faite par M<sup>lle</sup> MAREC, ingénieur au C.N.R.S. (Université de Bretagne Occidentale). Nous remercions d'autre part M<sup>me</sup> RICHARD et M. GUEZ, du Laboratoire 141 du C.N.R.S., d'avoir accepté d'identifier les minéraux argileux des échantillons nos 4, 7, 12 et 14.

### 4.1. Liste des échantillons

- N° 1 : Moins 17 mètres, en face de la Sèche San Justan. Sable jaunâtre coquillier, avec de gros débris coquilliers non roulés, et comportant une fraction fine en partie perdue lors de la remontée de l'échantillon ( $< 50 \mu = 6 \%$ ).
- N° 2 : Herbier à *Thalassia* du récif du Lamentin, niveau des plus basses mers. Sable blanc calcaire comportant une partie fine importante, poudreuse à sec, et de nombreux débris coquilliers et coralliens (dont des coquilles entières).
- N° 3 : Bordure externe sableuse du récif du Lamentin à la Sèche San Justan, à moins 1,5 mètre, entre têtes éparses de coraux, sans herbier. Sable moyen (grains volcaniques, grains calcaires mal façonnés, débris coquilliers), graviers et petits blocs de corail.
- N° 4 : Partie centrale de l'herbier à *Thalassia* du récif du Boucher, à moins 1 mètre. Sable fin à moyen, jaunâtre, avec quelques gros débris coquilliers et une fraction très fine importante ( $< 50 \mu = 18 \%$ ).
- N° 5 : Moins 10 mètres, à une centaine de mètres en avant du récif du Boucher. Sable blanc calcaire fin (poudreux à sec) avec une importante fraction hétérométrique coquillière (gros débris coquilliers et coquilles entières). Peu d'éléments noirs.

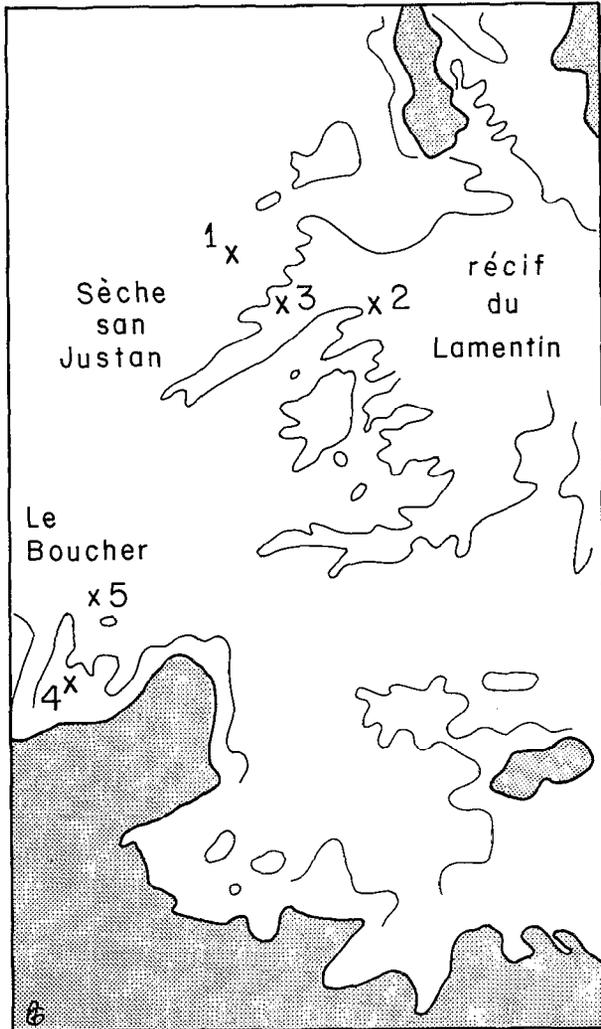


Fig. 11. --- Localisation des échantillons prélevés au fond de la baie de Fort-de-France.

- N° 6 : Partie émergée de l'herbier de l'Îlet Long. Sable blanc très hétérométrique à débris coquilliers.
- N° 7 : Fond du lagon inclus de l'Îlet Long, à moins 5 mètres : sable fin vaseux calcaire (calculimétrie globale 91,3 % ; < 50  $\mu$  = 28 %). Fraction argileuse : montmorillonite.
- N° 8 : Moins 9 mètres, en avant du tombant du récif du Vauclin. Sable fin vaseux calcaire (calculimétrie globale 91,2 % ; < 50  $\mu$  = 16 %) avec nombreux grains noirs volcaniques.
- N° 9 : Partie interne de la caye Pariadis, à moins 2 mètres. Sable blanc moyen à grossier très hétérométrique avec débris coquilliers. Absence d'éléments volcaniques noirs.
- N° 10 : Partie interne du nord de la caye Macabou, herbier à moins 3 mètres. Sable blanc fin à moyen, calcaire, bien trié, avec quelques débris coquilliers.

- N° 11 : Partie centrale du lagon Macabou, à moins 7 mètres. Sable blanc très hétérométrique avec une fraction grossière coquillière. Très peu d'éléments terrigènes (quelques grains noirs ; calculimétrie globale 97,5 %).
- N° 12 : Partie interne du lagon Macabou, à moins 6 mètres, par fond d'herbier. Vase coquillière collante (< 50  $\mu$  = 37 %) surtout calcaire (calculimétrie globale = 80,7 %) mais avec une fraction argileuse notable (montmorillonite forte, et traces de kaolinite).
- N° 13 : Lagon inclus du Cul-de-Sac Paquemar, à moins 5 mètres. Sable fin vaseux calcaire (calculimétrie globale = 89,6 % ; < 50  $\mu$  = 12 %) avec une fraction argileuse notable.
- N° 14 : Partie interne de l'herbier du récif de Paquemar, à moins 2 mètres. Sable fin vaseux à débris coquillier, surtout calcaire (calculimétrie globale = 86 % ; < 50  $\mu$  = 22 %), mais avec une fraction argileuse notable (montmorillonite forte, traces de kaolinite).
- N° 15 : Partie interne du lagon Macabou, en face du tombant du récif de Paquemar, à moins 8 mètres, sans herbier. Sable fin à moyen, gris (nombreux grains noirs volcaniques), calcaire mais sans débris coquilliers reconnaissables (calculimétrie globale 93,3 %).

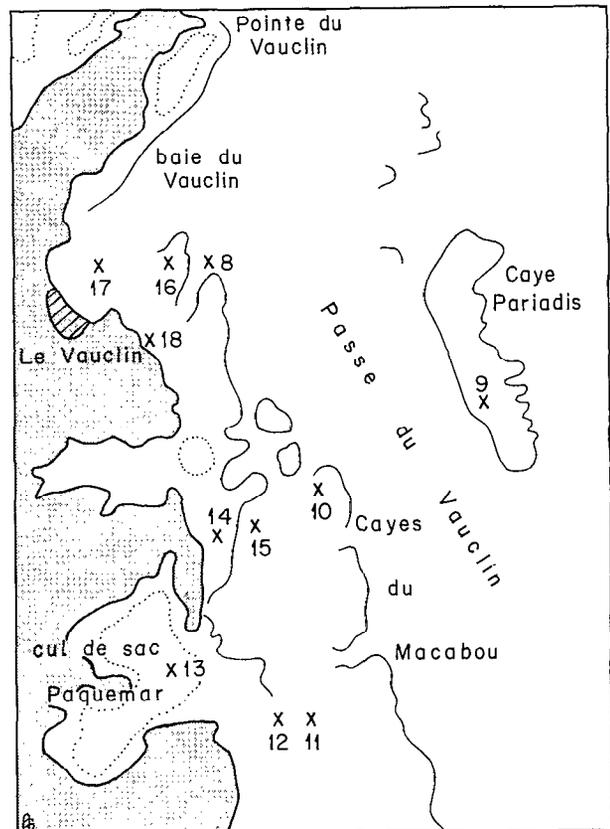


Fig. 12. Localisation des échantillons prélevés dans le secteur du Vauclin. En pointillés : micro-lagons inclus.

N° 16 : Partie externe de l'herbier du récif du Vauclin, prélèvement dans une tache sableuse en creux à moins 2 mètres au milieu de l'herbier. Sable blanc très hétérométrique avec de nombreux grains noirs volcaniques, et une importante fraction grossière de débris coquilliers. Calcimétrie globale = 95 %.

N° 17 : Fond de la baie du Vauclin, à moins 5 mètres. Sable fin à moyen coquillier gris, à très nombreux grains noirs volcaniques, et quelques très gros débris coquilliers. Calcimétrie globale : 75,3 %.

N° 18 : Plage au sud du Vauclin. Sable blanc moyen calcaire avec quelques éléments noirs volcaniques. Calcimétrie globale = 94,1 %.

#### 4.2. Granulométrie

Le tableau suivant donne, pour chaque échantillon, le pourcentage en poids de la fraction inférieure à 50  $\mu$ , la médiane (en millimètres) et l'indice de Trask.

| Numéro de l'échantillon | % < 50 $\mu$ | Md mm | Indice de Trask |
|-------------------------|--------------|-------|-----------------|
| 1                       | 6            | 0,772 | 2,80            |
| 2                       | 1            | 0,422 | 1,71            |
| 3                       | —            | 0,518 | 1,63            |
| 4                       | 18           | 0,367 | 2,29            |
| 5                       | 1            | 0,620 | 1,98            |
| 6                       | —            | 0,636 | 1,73            |
| 7                       | 28           | 0,164 |                 |
| 8                       | 16           | 0,178 | 1,79            |
| 9                       | —            | 1,080 | 2,10            |
| 10                      | —            | 0,406 | 1,50            |
| 11                      | —            | 0,840 | 1,64            |
| 12                      | 37           | 0,170 |                 |
| 13                      | 12           | 0,220 | 1,86            |
| 14                      | 22           | 0,392 | 3,34            |
| 15                      | —            | 0,345 | 1,65            |
| 16                      | —            | 1,450 | 1,92            |
| 17                      | 3            | 0,312 | 1,98            |
| 18                      | —            | 0,775 | 1,22            |
| 19                      | —            | 0,405 | 1,32            |

Neuf échantillons ne comportent pas de fraction très fine inférieure à 50  $\mu$ . Il faut tenir compte, pour l'ensemble des échantillons dragués ou même prélevés sous l'eau, du fait qu'une partie souvent importante de cette fraction disparaît au moment du prélèvement. Le caractère très hétérométrique de certains échantillons est dû à la présence de débris coralliens ou coquilliers variés, fréquente dans les sédiments d'herbiers, ainsi que sur les bordures et les pentes externes des récifs.

#### 4.3. Calcimétrie

La calcimétrie a été effectuée, pour chaque échantillon, d'une part sur la fraction supérieure à 50  $\mu$  (première colonne), d'autre part sur celle inférieure à 50  $\mu$  (deuxième colonne). La troisième colonne rappelle le pourcentage pondéral de la fraction inférieure à 50  $\mu$ , par rapport à l'ensemble de l'échantillon. Enfin, dans la quatrième colonne figure le pourcentage de calcaire pour l'ensemble de l'échantillon (calcimétrie globale). Les chiffres entre parenthèses ne sont qu'approximatifs, la fraction inférieure à 50  $\mu$ , trop faible, n'ayant pas été prise en considération.

| Numéro de l'échantillon | > 50 $\mu$ % | < 50 $\mu$ % | (%) | Globale % |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|-----------|
| 1                       | 95,0         | 28,3         | 6   | 90,9      |
| 2                       | 95,8         |              | 1   | (95,0)    |
| 3                       | 95,8         |              |     | 95,8      |
| 4                       | 95,8         | 50,0         | 18  | 87,5      |
| 5                       | 96,6         |              | 1   | (96,0)    |
| 6                       | 95,8         |              |     | 95,8      |
| 7                       | 95,8         | 80,0         | 28  | 91,3      |
| 8                       | 94,1         | 76,6         | 16  | 91,2      |
| 9                       | 97,5         |              |     | 97,5      |
| 10                      | 97,5         |              |     | 97,5      |
| 11                      | 97,5         |              |     | 97,5      |
| 12                      | 90,0         | 65,0         | 37  | 80,7      |
| 13                      | 93,3         | 63,3         | 12  | 89,6      |
| 14                      | 90,8         | 69,1         | 22  | 96,0      |
| 15                      | 93,3         |              |     | 93,3      |
| 16                      | 95,0         |              |     | 95,0      |
| 17                      | 76,6         | 35,8         | 3   | 75,3      |
| 18                      | 94,1         |              |     | 94,1      |
| 19                      | 74,1         |              |     | 74,1      |

#### 4.4. Détermination des minéraux argileux

Cette détermination a été effectuée au diffractomètre, au Laboratoire 141 du C.N.R.S., sur quatre échantillons ayant une fraction argileuse notable :

|    |                     |                         |
|----|---------------------|-------------------------|
| 4  | kaolinite moyenne   | montmorillonite moyenne |
| 7  |                     | montmorillonite faible  |
| 12 | traces de kaolinite | montmorillonite forte   |
| 14 | traces de kaolinite | montmorillonite forte.  |

Il n'est pas possible, étant donné le petit nombre des échantillons d'une part, et la localisation des prélèvements dans seulement quelques secteurs (surtout le secteur du Vauclin pour les récifs au vent), d'autre part, de se faire une idée générale de la sédimentologie. Le grand lagon en particulier,

à cause de ses profondeurs importantes, a été complètement laissé de côté. Les résultats obtenus donnent cependant d'utiles indications sur l'importance des apports terrigènes dans les secteurs étudiés. La décomposition des roches volcaniques constituant l'île fournit surtout des argiles. Il n'affleure des roches calcaires en bordure de mer (calcaires soulevés récents) qu'à l'extrémité méridionale de la côte au vent, et encore de manière très locale (Ilets aux Chiens, Ilet Hardy, Ilet à Tois Roux). Il est étonnant dans ces conditions que tous les échantillons recueillis contiennent plus de 75 % de calcaire, que l'on peut considérer surtout comme d'origine biologique. Comme cela est normal, les parties les plus externes de la construction corallienne sont les plus exemptes d'apports terrigènes (caye Pariadis et caye Macabou avec 97 % de calcaire). De même les parties externes des récifs frangeants (95 % sur le récif du Vauclin). Mais les parties internes, portant les herbiers, sont elles-mêmes constituées surtout de matériaux biogènes. Il en va de même pour le fond du lagon Macabou, et même pour les micro-lagons inclus, pour lesquels on s'attendrait à une importante sédimentation terrigène. Pour les deux micro-lagons inclus de l'Ilet Long et du Cul-de-Sac Paquemar, la fraction inférieure à 50  $\mu$  est elle-même constituée respectivement par 80 % et 63,3 % de calcaire. Même dans ce cas, les apports spécifiquement terrigène restent relativement faibles.

La même constatation vaut pour les récifs du fond de la baie de Fort-de-France, avec des échantillons dont la calcimétrie globale est partout supérieure à 87,5 %, et pour trois échantillons sur cinq supérieure à 90 %. Étant donné l'importance des apports argileux en suspension des rivières, et la forte turbidité constatée des eaux littorales en particulier en fond de baie, on pouvait s'attendre à trouver des fonds surtout argileux dans la baie de Fort-de-France. Or l'échantillon 1, prélevé à moins 17 mètres, contient 90,9 % de calcaire.

Ces premiers résultats ont besoin d'être confirmés par de nouveaux prélèvements beaucoup plus nombreux et mieux répartis. Ils s'accordent mal toutefois avec l'idée d'une vie corallienne récemment gênée par une augmentation des influences terrigènes, idée qui nous semble pourtant fondamentale si l'on veut expliquer l'évolution et l'aspect actuel des récifs.

## CONCLUSION

Les récifs au vent de la Martinique appartiennent à un type de récifs très particulier. Nous allons essayer de résumer leurs caractères propres, en faisant ressortir les différences avec les récifs du

sud-ouest de l'Océan Indien, et en particulier ceux de Madagascar.

L'intensité de la vie corallienne semble très variable selon les endroits. Certaines pentes externes montrent une couverture de coraux vivants proche de 100 % (partie nord du récif Macabou). D'autres secteurs paraissent par contre à peu près morts. Plusieurs témoignages de pêcheurs font état de vastes parties de la barrière immergée pratiquement sans coraux, avec seulement des fonds de sable (mais cela aurait besoin d'être vérifié). Les sondages révèlent que les peuplements d'*Acropora palmata* ont été jadis beaucoup plus étendus qu'aujourd'hui, jouant un rôle essentiel dans la construction des récifs. De nombreuses observations montrent de larges secteurs où la vie corallienne est en voie de disparition, les massifs nécrosés de coraux étant progressivement colonisés par les oursins (*Diadema*) ou encroûtés par les algues calcaires. Il semble indiscutable que la réduction de la vie corallienne décelée aux environs de 500 ans B.P. (ADEY, *et al.*, 1977) se poursuit actuellement, sans doute sous l'influence d'une augmentation de la turbidité d'origine humaine, qui n'apparaît pourtant pas nettement dans l'étude des sédiments.

L'importance des surfaces couvertes par les algues brunes, et spécialement les Sargasses, pourrait, d'après W. H. ADEY être liée à cette forte turbidité. Dans de nombreux cas les Sargasses auraient pris la place des peuplements coralliens moribonds puis encroûtés. Cette importance des peuplements d'algues brunes de grande taille sur les plateaux récifales et dans la partie supérieure des pentes externes constitue l'une des différences fondamentales avec les récifs du sud-ouest de l'Océan Indien, où les algues brunes ne couvrent que des surfaces très réduites. S'ils sont liés à une forte turbidité, il faut noter que ces peuplements exigent surtout une grande agitation des eaux : on ne les retrouve pas en effet au fond de la baie de Fort-de-France, où les eaux sont encore plus turbides mais beaucoup moins agitées.

Le caractère le plus notable des récifs au vent de la Martinique, qui les distingue de la manière la plus radicale des récifs du sud-ouest de l'Océan Indien, réside dans l'importance des encroûtements algaires calcaires menant à l'édification de crêtes algaires. Il arrive à Madagascar que certains récifs très battus montrent une certaine importance des encroûtements calcaires, en particulier dans le sud-ouest de Madagascar (R. BATTISTINI 1960), mais on n'y trouve jamais de véritable crête algairienne (alors qu'il y en a dans certains atolls du Pacifique). A la Martinique, cette crête construite par les algues calcaires représente le trait dominant de la morphologie des récifs les plus exposés à la grande houle ; dans ces récifs, elle est la seule partie qui émerge

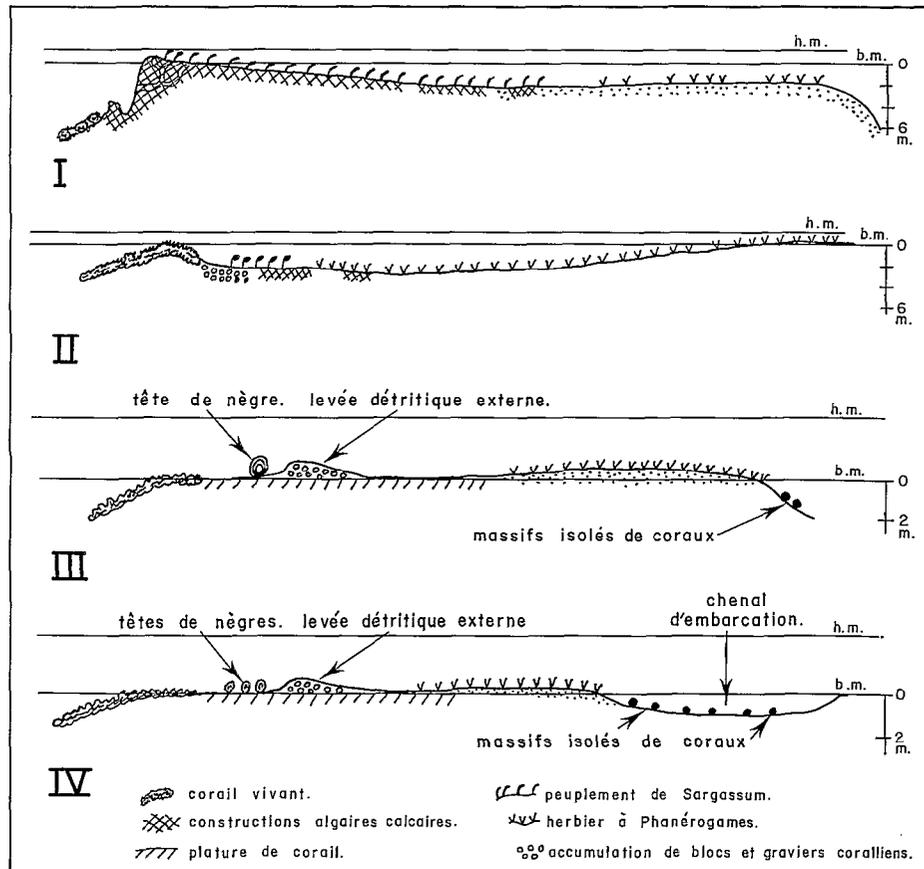


Fig. 13. — Récifs coralliens martiniquais (I et II) et malgaches (II et IV). I : caye Pinsonnelle. II : récif frangeant entre le Vauclin et Paquemar. III : récif barrière de Tuléar. IV : récif frangeant à Nosy Bé.

(ce qui n'est pas le cas dans le Pacifique, où la crête algale émerge à basse mer, mais aussi la plus grande partie des platurs). Ce caractère n'est pas récent, puisque les sondages montrent que la crête algale existait déjà il y a 2000 ans. Mais il est probable que les encroûtements calcaires se sont étendus depuis 500 ans, prenant la place en particulier d'anciens peuplements coralliens sur le bord externe des récifs (en particulier des peuplements d'*Acropora palmata* rencontrés par les sondages sous ces encroûtements).

Un autre caractère des récifs martiniquais est l'absence quasi générale de véritable levée détritique externe de blocs, surprenante pour des récifs aussi battus. C'est là encore une différence avec les récifs de la région malgache, où l'existence de telles levées est un caractère constant des récifs les plus exposés à la grande houle ; généralement, c'est cette levée qui constitue la partie la plus saillante du récif, dominant parfois, dans les récifs de la région de Tuléar, de 1 à 1,5 mètre le niveau des basses mers

de vive eau, et de presque autant la partie interne de la plature corallienne. A Madagascar, la partie externe de la plature, en avant de la levée, porte aussi de gros quartiers de corail, basculés et transportés là par les houles plus fortes (en particulier lors des cyclones), qualifiés de têtes de nègres, certaines pouvant dépasser plusieurs mètres cubes. Nous n'en avons pas trouvé un seul exemple à la Martinique, même sur les récifs les plus exposés. La Martinique est exposée pourtant, comme Madagascar, à des cyclones capables d'engendrer des houles exceptionnellement puissantes. La faible alimentation en blocs et graviers des levées détritiques externes martiniquaises, qui demeurent toujours embryonnaires, peut être mise en relation avec une vie corallienne généralement peu florissante sur les pentes externes bien que, nous l'avons vu, cela ne soit pas le cas partout. On comprend mal toutefois l'absence totale de têtes de nègres.

Une autre différence avec les récifs de la région malgache, déroutante pour le chercheur qui aborde

pour la première fois les récifs du monde caraïbe, est l'immersion quasi générale à basse mer des platères coralliennes, même dans leur partie interne couverte par les herbiers à Phanérogames. A Madagascar et dans les îles voisines l'étude des platères coralliennes se fait à pied ; les éléments de levées détritiques et les herbiers découvrent largement, et il est rare qu'ailleurs, par marée de vive eau, la plature soit recouverte par plus de 50 cm d'eau (à l'exception du chenal d'embarcations des récifs frangeants, lorsqu'il existe). A la Martinique au contraire les platères coralliennes, y compris les espaces d'herbiers, sont généralement immergées à mer basse sous 1 à 2 mètres d'eau, ce qui oblige à les parcourir à la nage ou en bateau. Cette différence est difficilement explicable. On ne peut invoquer les différences de marnage : dans la région de Tamatave, sur la côte est de Madagascar, où le marnage est voisin de celui de Fort-de-France, les platères coralliennes affleurent largement ; il en est de même dans les atolls du Pacifique. Une meilleure explication pourrait être une alimentation insuffisante en matériaux détritiques des platères, ayant retardé leur exhaussement.

Enfin l'un des caractères les plus intéressants de la morphologie des récifs frangeants de la Martinique et de leur évolution est sans conteste la fréquence des lagons inclus. Ces formes sont

fréquentes tant dans les récifs frangeants de la façade au vent, que dans ceux de la baie de Fort-de-France. Ils obligent à admettre que dans leur phase initiale de croissance ces récifs ont été beaucoup plus vivants et actifs qu'ils ne le sont aujourd'hui.

## REMERCIEMENTS

Le présent travail a pu être réalisé grâce à une subvention du C.N.R.S. (E.R.A. 345). Quinze jours ont été passés sur le terrain en novembre 1974. Nous remercions M. VAUCHER, architecte, qui nous a conduit avec son bateau personnel, sur les récifs situés en face du Robert et du François. La location d'un bateau de pêche au Vauclin nous a permis d'étudier la partie sud du récif barrière et du lagon. Nos remerciements vont aussi à M. JOURDAIN, qui nous a mené, à bord d'un bateau du Club Nautique de Fort-de-France, sur les récifs situés en face du Lamentin et dans la baie de Genipa. Un survol de l'ensemble des récifs, à l'exclusion de ceux situés au nord de la presqu'île de la Caravelle, a pu être effectué sur un avion de l'aéroclub du Lamentin. Un certain nombre de dragages ont été effectués à partir d'embarcations légères, jusqu'à des profondeurs d'une dizaine de mètres ; la drague utilisée était du type « cône Berthois ».

*Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M. le 5 juillet 1978.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ADEY (W. H.), 1975. -- The algal ridges and coral reefs of St Croix : their structure and Holocene development. *Atoll Res. Bull.* 187 : 1-67.
- ADEY (W. H.), ADEY (P. J.), BURKE (R.) et KAUFMAN (L.), 1977. -- The holocene reef systems of eastern Martinique, French West Indies. *Atoll Res. Bull.*, n° 218, 40 p., 14 fig.
- ADEY (W. H.) et BURKE (R.), 1976. -- Holocene bioherms (algal ridges and bank-barrier reefs) of the eastern Caribbean. *Geol. Soc. Amer. Bull.* ; v. 87 : 95-109, 16 fig.
- ADEY (W. H.) et VASSAR (J. M.), 1975. Succession and accretion rates in Caribbean crustose corallines : *Phycologia*, v. 14 : 55-70.
- BATTISTINI (R.), 1960. -- Quelques aspects de la morphologie du littoral mikeya (côte sud-ouest de Madagascar). *Bull. d'Inform. du C.O.E.C.*, XII<sup>e</sup> année, n° 8, 19 fig.
- CONNOR (J.) et ADEY (W. H.), 1975. -- The benthic algal composition, standing crop and productivity of a Caribbean algal ridge. *Atoll Research Bull.*
- GUILCHER (A.), BERTHOIS (L.), BATTISTINI (R.) et FOURMANOIR (P.), 1958. -- Les récifs coralliens des îles Radama et de la baie Ramanetaka (côte nord-ouest de Madagascar). Étude géomorphologique et sédimentologique. *Mém. I.R.S.M.*, série F, tome 2 : 177-199, 33 fig.
- GUILCHER (A.), BERTHOIS (L.), LE CALVEZ (Y.), BATTISTINI (R.) et CROSNIER (A.), 1965. -- Les récifs coralliens et le lagon de l'île Mayotte (archipel des Comores, Océan Indien), Géomorphologie, Sédimentologie, Hydrologie, Foraminifères. *Mém. O.R.S.T.O.M.*, n° 11, Paris, 210 p., 86 fig.
- PETIT (M.) et BATTISTINI (R.), sous presse. -- Récifs coralliens, constructions algaires et arrécifes à la Guadeloupe, Marie Galante et la Désirade. *Atoll Res. Bull.*