
téthys, supplément 2, 1971 1-76, octobre 1971

Station Marine d'Endoume

13 - Marseille 7^e - FRANCE

Sommaire

CLAUSADE M., GRAVIER N., PICARD J., PICHON M., ROMAN M.-L., THOMASSIN S., VASSEUR P., VIVIEN M., WEYDERT P. - Morphologie des récifs coralliens de la région de Tuléar (Madagascar) : Eléments de terminologie récifale. [Coral reef morphology in the vicinity of Tuléar (Madagascar) : Contribution to a coral reef terminologie].

téthys

1971
Station Marine d'Endoume

La STATION MARINE D'ENDOUME et le CENTRE D'OCEANOGRAPHIE de MARSEILLE reçoivent dans la mesure des places disponibles les chercheurs avancés de toutes nationalités désireux de poursuivre des travaux de Biologie marine, de Géologie marine, d'Océanographie, et qui adressent dans ce but une demande au Directeur.

Un Cours d'Océanographie est organisé de novembre à juin, et l'Université délivre le titre de Docteur en Océanographie (Doctorat de Spécialité).

Téthys, périodique de la Station Marine d'Endoume paraît à raison de quatre fascicules par an et renferme des travaux élaborés tant par le personnel de la Station marine que par les chercheurs permanents ou de passage.

téthys

supplément 2

Comité de lecture

Prof. BocQUET C.	France
Dr CARRUTHERS N.J.	Grande Bretagne
Prof. FONTAINE M.	France
Prof. LONGHURST A.R.	U.S.A.
Prof. PERES J.M.	France
Prof. SEIBOLD E.	Allemagne fédérale
Prof. TCHERNIA P.	France
Dr CARRUTHERS N.J.	Grande Bretagne
Prof. FONTAINE M.	France
Prof. LONGHURST A.R.	U.S.A.
Prof. PERES J.M.	France
Prof. SEIBOLD E.	Allemagne fédérale
Prof. TCHERNIA P.	France
Prof. TEISSIER G.	France
Prof. TORTONESE E.	Italie

MORPHOLOGIE DES RÉCIFS CORALLIENS
DE LA RÉGION DE TULÉAR (MADAGASCAR)
ÉLÉMENTS DE TERMINOLOGIE RÉCIFALE

DE LA RÉGION DE TULÉAR (MADAGASCAR)
ÉLÉMENTS DE TERMINOLOGIE RÉCIFALE

CORAL REEF MORPHOLOGY
IN THE VICINITY OF TULEAR (MADAGASCAR)
CONTRIBUTION TO A CORAL REEF TERMINOLOGY

ECHANGE SOUHAITÉ - EXCHANGE WILL BE APPRECIATED

Adresser toute la correspondance concernant Téthys à :

Monsieur le Directeur
de la Station marine d'Endoume
Rue de la Batterie des Lions
13 - MARSEILLE 7
France

Station Marine d'Endoume

MORPHOLOGIE DES RÉCIFS CORALLIENS
DE LA RÉGION DE TULÉAR (MADAGASCAR)
ÉLÉMENTS DE TERMINOLOGIE RÉCIFALE

CORAL REEF MORPHOLOGY
IN THE VICINITY OF TULEAR (MADAGASCAR)
CONTRIBUTION TO A CORAL REEF TERMINOLOGY

Par

Mireille CLAUSADE, Nicole GRAVIER, Jacques PICARD, Michel PICHON, Marie-Louise ROMAN,
Bernard THOMASSIN, Pierre VASSEUR, Mireille VIVIEN et Pierre WEYDERT

Station marine d'Endoume et Centre d'Océanographie, rue de la Batterie des Lions, 13 - Marseille 7, France

• Le texte anglais a été établi avec la collaboration de R. THOMAS (Laboratoire de langues, Unité expérimentale et pluridisciplinaire de Luminy).

Ce travail a été effectué dans le cadre de l'Expédition Internationale dans l'Océan Indien. La phase finale des recherches a pu être réalisée grâce au contrat n° A 6590242 avec le Programme Biologique International (section Productivité Marine), et avec l'aide du Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.).

• The **english** text has been written out with the cooperation of R. **THOMAS** (Laboratory of foreign languages, Unité expérimentale et pluridisciplinaire de Luminy).

This work represents a part of the French program for the International Indian Ocean Expedition. The final phase of the study was supported by contract n° A 6590242 with the International Biological Program (Marine Productivity), with the aid of the French **National Center for Ocean Exploitation** (C.N.E.X.O.).

PRÉAMBULE

par André GUILCHER

Professeur à l'Université de Bretagne Occidentale
Professeur honoraire aux Universités de Paris et de Nancy

Pendant les dix dernières années, un actif groupe de chercheurs marins a étudié avec beaucoup de soin et de précision les récifs coralliens proches de Tuléar, sous la direction des Ors Picard et Pichon, dans le laboratoire fondé par les Professeurs Pérès et Legendre. Bien qu'ils soient situés à une latitude relativement élevée, ces récifs se sont révélés très différenciés dans leur zonation morphologique. Les articles et mémoires publiés jusqu'ici par le groupe de Tuléar constituent ainsi une contribution de grande valeur à la très abondante production des chercheurs français et britanniques sur les récifs de l'Océan Indien occidental durant les années cinquante et soixante. De ce grand enrichissement des connaissances, il résulte que l'on peut désormais faire des comparaisons précises entre ces récifs et ceux, très développés, de l'Océan Pacifique, comme aussi ceux de la Mer des Antilles, plus restreints mais pourtant intéressants.

Du fait de leur différenciation morphologique, les récifs de la région de Tuléar ont paru propices à fournir des éléments à la terminologie récifale. Le groupe de chercheurs de Tuléar pense que, si les termes proposés dans ce mémoire sont avant tout applicables à cette partie de l'Océan Indien, ils peuvent en outre trouver une utilisation dans d'autres régions coralliennes. Avant cet essai terminologique, le milieu physique est défini et caractérisé dans la première partie du mémoire.

Le terminologie récifale est plus complexe que la terminologie littorale concernant des régions autres que coralliennes. La raison principale en est que les processus biologiques jouent un rôle éminent dans l'édification des récifs, tandis que, dans les autres régions, de tels processus sont beaucoup plus subordonnés dans l'élaboration des formes côtières. Ainsi, les systèmes d'éperons et sillons, qui dépendent des conditions de la croissance corallienne et algale dans la zone du déferlement de la houle, introduisent une complication qui n'existe pas dans les pays où le déferlement n'agit que sur des sédiments meubles. Il est vrai que, hors du domaine récifal, des influences biologiques se font encore sentir, et sont parfois de nature à créer des trottoirs ou bourrelets, ou à influencer

FOREWORD

by André GUILCHER

Professor at the University of Western Brittany
Professor Emeritus at the Universities of Paris and Nancy

During the last ten years, an active team of marine scientists has studied with much care and accuracy the coral reefs in the vicinity of Tulear under Drs Picard's and Pichon's leadership, in the laboratory founded by Professors Pérès and Legendre. Although situated at a comparatively high latitude, these reefs have proved to be highly differentiated in their morphological zonation. The papers published so far by the Tulear team are thus a most valuable contribution of the impressive output of French and British scientists on the Western Indian Ocean reefs during the fifties and the sixties. As a consequence of this large improvement in knowledge, accurate comparisons are now possible with the well-developed reefs of the Pacific Ocean, and with the smaller, although interesting, reefs of the Caribbean Sea.

Owing to their morphological differentiation, the reefs around Tulear have seemed appropriate to provide a contribution to reef terminology. The terms proposed in this paper, primarily valid for this part of the Indian Ocean, can be extended, in Tulear scientists' opinion, to the other coral areas. Before this attempt is made, the physical environment is defined and reviewed in the first part of the paper.

Reef terminology is more complicated than coastal terminology referring to seas outside the coral belt. The main reason of this is that biological processes have a tremendous influence in reef building, whereas in other areas such processes play a distinctly smaller part in coastal morphology elaboration. Spur and groove systems exemplify this idea, as depending on conditions of coral and algae growth in the surf zone, thus creating a complication which does not exist in countries where the surf acts only on loose sediments. Outside the coral reefs, biological influences still exist and are sometimes able to create special benches or rims, or to influence sedimentation, but they remain, as

la sédimentation ; d'une façon générale, elles y sont cependant accessoires. Là où les facteurs ou forces en actions sont plus nombreux, il n'est pas étonnant que des formes plus spéciales soient élaborées: d'où la nécessité de termes spéciaux.

C'est pour cela que la contribution du groupe de Tuléar est particulièrement bienvenue. Il reste encore beaucoup à faire pour améliorer la terminologie récifale en utilisant des observations de valeur dans des régions propices comme celle-ci. L'intérêt de ces propositions semble double : d'une part, diversifier les termes en usage ; d'autre part, donner l'occasion de discussions fructueuses d'où sortiront une précision plus grande et une clarification. Si certains des termes anglais ou français qu'on trouvera ci-après donnaient lieu à de telles discussions, et n'étaient pas acceptés sans modification, une meilleure compréhension des formes en dériverait à coup sûr.

Et il serait excellent que la poursuite des recherches au laboratoire de Tuléar, tant sur le pourtour de Madagascar que dans d'autres îles voisines, conduisît à d'autres publications analogues.

a whole, subordinate. From more numerous efficient factors or forces, it is not surprising that more special forms result, deserving special terms.

This is why the Tulear team contribution is most welcome. We have still to improve greatly our reef terminology with accurate observations in such adequate areas. The purpose of these proposals is not only to increase the bulk of terms ; it is also to give rise to fruitful discussions which finally will precise the knowledge and make the descriptions more clear. If some of the English or French terms that are found hereafter would be criticized, and not accepted without modification, a better understanding of the features would undoubtedly result.

It would be excellent that the continuation of the researches at Tulear laboratory around Madagascar and on other islands in the vicinity would lead to other publications of the same kind.

SOMMAIRE

		Préface par le Prof. A. Guilcher
Résumé	9	
1^e Partie		
GENERALITES SUR LE MILIEU NATUREL ET LES RECIFS CORALLIENS		
1	INTRODUCTION	11
2	LES FACTEURS DU MILIEU	11
	Cadre géologique	11
	Vents et houles	12
	Marées et courants de marée	13
	Températures et pluviométrie.	14
3	LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DES RECIFS CORALLIENS DE LA REGION DE TULEAR	14
	- Les récifs de la Baie de Tuléar	15
	- Les récifs littoraux du Fiherenana à Ifaty	16
	Les récifs de la Baie de Ranobé.	16
2^e Partie		
ELEMENTS DE TERMINOLOGIE RECIFALE		
1	EDIFICE RECIFAL	21
2	PENTE EXTERNE	21
3	PLATIER RECIFAL	31
	- Avec levée détritique	31
	Platier externe	31
	Levée détritique	39
	- en dômes	39
	- en remparts	40
	Platier interne	43
	- formations construites	43
	- accumulations sédimentaires	48
	Sans levée détritique	53
	Particularités morphologiques du platier récifal.	54
4	PENTE INTERNE	59
5	LAGON, CHENAL POSTRECIFAL	59
	Lagon	60
	- Formations coralliennes de lagon.	60
	Bibliographie	67
	Index alphabétique	71
	Index numérique	73

CONTENTS

		Foreword, by Prof. A. Guilcher
Abstract	9	
Part 1		
THE ENVIRONMENTAL FACTORS AND GENERAL SETTING OF THE CORAL REEFS		
1	INTRODUCTION	11
2	THE ENVIRONMENTAL FACTORS	11
	Geological frame	11
	Winds and swells	12
	Tides and tide currents	13
	Temperatures and rainfalls	14
3	LOCALISATION AND PHYSIOGRAPHY OF CORAL REEFS IN THE VICINITY OF TULEAR	14
	- Coral reefs of Tuléar Bay	15
	- The shore reefs between the Fiherenana river and Ifaty	16
	Coral reefs of Ranobé Bay	16
Part 2		
TENTATIVE REEF TERMINOLOGY		
1	REEF TRACf	21
2	OUTER SLOPE	21
3	REEF FLAT	31
	- With boulder tract	31
	Outer reef flat	31
	Boulder tract	39
	- crag-and-tail boulder bank	39
	- boulder rampart	40
	Inner reef flat	43
	- coral-built formations	43
	- sedimentary accumulations	48
	Without boulder tract	53
	Morphological singularities of the coral reef flat	54
4	INNER SLOPE	59
5	LAGOON OR BACKREEF CHANNEL	59
	Lagoon	60
	- Lagoon coral formations	60
	Bibliography	67
	Alphabetic index	69
	Numerical index	73

RÉSUMÉ

Une étude détaillée de morphologie a été effectuée sur les récifs coralliens de la région de Tuléar (S.W. de Madagascar). La première partie du travail expose les données concernant les facteurs du milieu (cadre géologique, vents et houles, marées et courants de marée, températures et pluviométrie), ainsi que les principales caractéristiques géographiques des récifs étudiés.

Dans la seconde partie est proposée une terminologie recouvrant soixante huit éléments morphologiques distincts, observés sur les récifs coralliens de Tuléar. Chacun de ces éléments morphologiques fait l'objet d'une brève description qui est considérée comme ayant valeur de définition.

ABSTRACT

A detailed morphological study of coral reefs has been carried out in the vicinity of Tuléar (S.W. of Madagascar). In the first part of the work, the environmental factors (geological frame, winds and swells, tides and tide currents, temperatures and rainfalls are described, as well as the major geographical characteristics of the coral reefs.

The second part of the work is a tentative terminology applying to 68 different morphological features of coral reefs in Tuléar. Each of these morphological features is briefly described. The description of each named feature is considered here as its definition.

1^{ère} PARTIE
GÉNÉRALITÉS
SUR LE MILIEU NATUREL
ET LES RÉCIFS CORALLIENS

1 - INTRODUCTION

L'étude de la morphologie des récifs coralliens de la région de Tuléar a été abordée dès 1961 **lors des premiers travaux entrepris sur les édifices** récifaux de cette région. Des terminologies particulières, rendant compte de la morphologie de différents secteurs récifaux avaient été alors **utilisées par certains d'entre nous. A la suite** d'une mission commune, effectuée en 1969 dans le cadre du Programme Biologique International (P.B.I.), il nous est apparu nécessaire d'unifier et de compléter la terminologie employée: un inventaire des *formes du relief des récifs coralliens* a été dressé, une nomenclature fut établie, et **une définition donnée pour chacune des expressions employées. De façon à conserver aux termes** qui ont été définis la valeur la plus générale, **nous avons évité, dans toute la mesure du possible, de faire appel aux processus biologiques ou géologiques de genèse des formes actuellement observées à la surface d'un récif. De même, l'évolution dans le temps des éléments morphologiques n'a pas été abordée. Certains des termes employés n'ont pas exactement la même signification suivant que l'on considère le point de vue structural ou le point de vue purement morphologique. Il convient de rappeler ici que nous nous sommes attachés essentiellement à décrire l'état de surface des récifs coralliens** et que seul le point de vue morphologique a donc été envisagé.

2 - LES FACTEURS DU MILIEU
CADRE GÉOLOGIQUE

La structure géologique du littoral de la région de Tuléar (fig. 1) est simple: l'arrière-pays

PART 1
THE ENVIRONMENT FACTORS
AND GENERAL SETTING
OF THE CORAL REEFS

1 - INTRODUCTION

Morphological studies of coral reefs in the vicinity of Tuléar were started in 1961, when the first studies on coral reefs were undertaken in that area. Specific terminologies, dealing with the morphology of various reefs were then used by some of us. After an expedition involving the whole team, in 1969, and sponsored by the International Biological Program (I.B.P.), the **need for a standardized and improved terminology** became obvious: the inventory of *the relief shapes on coral reefs* was then drawn up, a nomenclature was established and a definition was given for each word to be used. In order to preserve the widest use to the terms thus defined, we have voluntarily avoided, as far as possible, to take into account the biological or geological genesis processes of the structures which are to be observed, at present, on the **surface of a coral reef. In the same way, the subsequent evolution of the morphological features has not been approached. Some of the words which are defined below have not exactly the same signification according to whether we consider the structural aspect or the purely morphological one. We must recall that we paid special attention to the description of the surface conditions of coral reefs, and that, consequently, only the one morphological aspect has been considered here.**

2 - THE ENVIRONMENTAL FACTORS
GEOLOGICAL FRAME

The geological structure of the littoral in the vicinity of Tuléar (fig. 1) is simple: an inland

est constitué par un plateau constitué de calcaires éocènes marins (plateau Belomotra) large d'environ 50 km au parallèle de Tuléar ; son altitude est de 200 à 300 m. Les fleuves, temporaires comme le Fiherenana, ou permanents comme l'Onilahy, l'ont entaillé en de larges vallées pour le traverser (fig. 2). La bordure occidentale de cet ensemble se présente sous l'aspect d'une côte de 150 à 200 m de haut, formant localement une cuesta. Cette côte matérialise le tracé d'une grande faille bordière à regard Ouest. Son rejet est de 200 à 250 m comme l'ont montré des sondages effectués par la Société des Pétroles de Madagascar en 1960 dans la région de Tuléar.

La plaine côtière constitue la seconde unité géologique de cette région ; elle s'est aménagée sur le secteur effondré. Elle est constituée de dépôts quaternaires très diversifiés dans leurs détails. Il existe des relations étroites entre les épisodes climatiques qui sont à l'origine de leur genèse et l'évolution des formations récifales au cours des temps quaternaires (Battistini, 1964 ; Weydert, 1968 a). Dans le secteur de l'estuaire de l'Onilahy et de la Baie de Saint Augustin (point singulier de la côte sud), la faille bordière du plateau éocène atteint le littoral : la pointe Barn Hill correspond à l'escarpement de faille disséqué par l'érosion marine. La conséquence de cette disposition est que la largeur de la plaine côtière (plaine de Tuléar) augmente au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Nord. Dans la région sud le littoral est entaillé dans les éboulis de pente de la côte éocène ; puis vers le Nord, les rivages de la Baie de Tuléar, puis de la Baie de Ranobé, s'infléchissent vers le Nord-Ouest alors que la direction de la faille bordière est S.S.W.-N.N.E. Les alluvions du Fiherenana recouvrent largement les dépôts quaternaires de la plaine côtière au Nord de la ville de Tuléar. Ils ont progressé en direction du large et ennoyé des formations récifales. Ce secteur côtier affaissé se prolonge sous la mer par un précontinent étroit (largeur de 3 à 4 milles), sur le rebord et à la surface duquel se sont édifiées, en plusieurs étapes, les formations récifales qui font l'objet de la présente étude morphologique.

VENTS ET HOULES

La côte sud-ouest de Madagascar est protégée des Alizés du Sud-Est par la masse de l'île. Dans la région de Tuléar, les vents dominants soufflent du secteur sud-ouest pendant la plus grande partie de l'année. Ils sont parfois violents en saison fraîche, surtout l'après-midi, où ils se

plateau, about 50 km wide at the latitude of Tuléar (plateau Belomotra), is constituted of eocene marine limestones. Its altitude ranges from 200 to 300 m. Temporary rivers (such as the Fiherenana) or permanent rivers (such as the Onilahy) have notched large valleys in their course through the plateau (fig. 2). The western limit of that unit is a slope, 150-200 m high, which takes the shape of a cuesta in some places. This slope materializes the place of a great bounding fault, with a westward underthrow side. The fault throw ranges from 200 to 250 m, as proved by the borings made in 1960 by the Malagasy Petroleum Society, in the vicinity of Tuléar.

The coastal plain, located in the lower or sunk sector, is the second geological unit of this region. It is constituted of quaternary deposits, very diversified in their details. Close connections occur between the climatic episodes corresponding to their genesis and the coral reef evolution during the quaternary (Battistini, 1964 ; Weydert, 1968 a). In the vicinity of the Onilahy estuary (in the Bay of Saint Augustin, which is a peculiar feature on the southwest coast), the fault bounding the eocene plateau reaches the shore: Barn-Hill bill corresponds to the fault escarpment, dissected by the marine erosion. Owing to that particularity, the width of the coastal plain (Tuléar plain), increases northwards: in the southern sector the shore is shaped in the shade of the eocene slope. Northwards, the shore of Tuléar Bay, then of Ranobé Bay, bends towards the Northwest whereas the fault direction is S.S.W.-N.N.E. The Fiherenana alluvions widely spread over the quaternary deposits of the coastal plain, north of the town of Tuléar. They progressed seaward and embedded some reef structures. This low coastal sector extends under the sea and becomes a narrow continental shelf (3-4 nautical miles wide). On its edge and on its surface, coral reefs, the morphology of which we study in this paper, were built in several stages.

WINDS AND SWELLS

The southwest coast of Madagascar is protected from the S.E. trade winds by the highlands. In the region of Tuléar, the southwest winds blow during the major part of the year. They are frequently very strong, especially during the cool season, in the afternoon, where they are

E

a

wind)
rough sea,
sent the
t winds
gin can
region.
portant
s more
teorolo-
part of

d only
rer, by
ge of a
or on
aggrava-
heavy
on and
on the

le tides
e maxi-
3,2 m.
g tides,
Jurs. It
idsj low
D.

est con:
res éoc
d'enviro
altitude
raires
comme
vallées
occident
l'aspect
formant
rialise 1
regard 4
comme
la Sociê
dans la

La p.
géologi
sur le :
dépôts
détails.
épisodes
genèse e
cours di
Weydert
de l'On:
(point si
du plat,
Barn Hi
disséqué
de cette
plaine c
fur et
Nord. D
dans les
puis ver
Tuléar,
sent ver
fame bo
Fiherena
ternaires
de Tulé
large et
teur côt
un précc
sur le r
édifiées,
fales qui
phologi

VENT,

La côt
des Aliz
Dans la
souftlent
grande p.
en saison

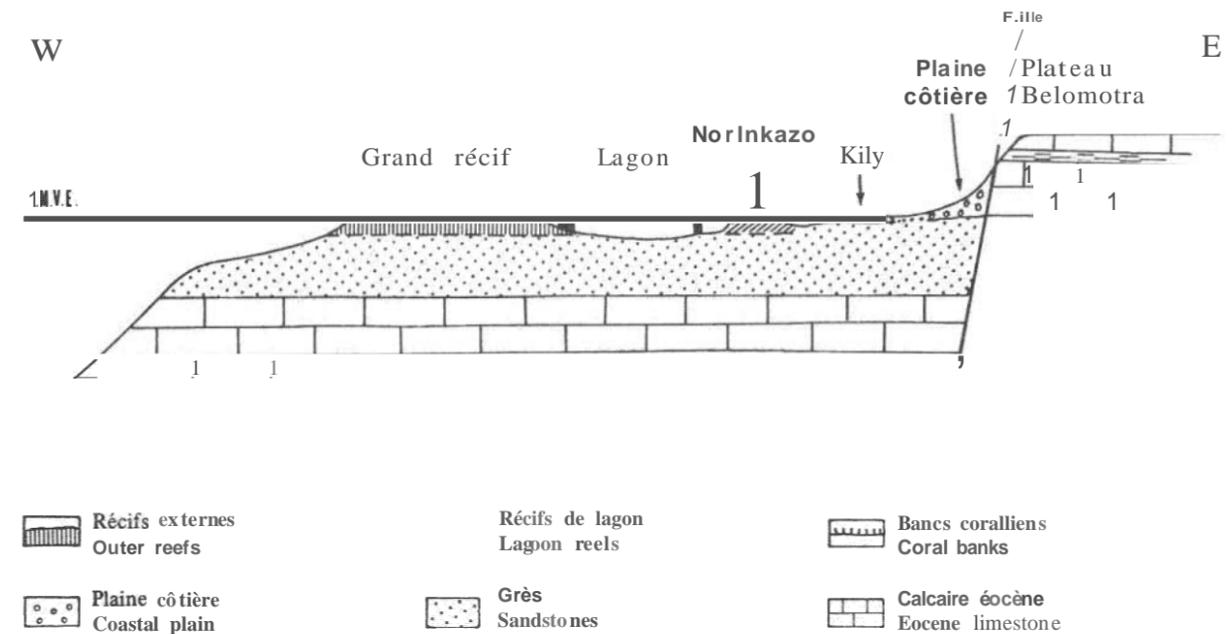


Figure 2 — Coupe géologique schématique de la Baie de Tuléar (selon la latitude 23° 28' Sud).
Figure 2 - Schematic geological cross section of Tuléar Bay (23° 28'S latitude).

renforcent par effet de brise thermique. Ces vents de secteur sud-ouest soulèvent une mer agitée, même sur les plans d'eau (lagons) situés entre les récifs et le littoral. En l'absence de vent du Sud-Ouest, les côtes de la région de Tuléar demeurent soumises à l'action d'une houle d'origine lointaine, présentant des caractères océaniques très nets: grande amplitude et grande longueur d'onde. Cette houle peut être plus ou moins importante en fonction du régime météorologique général sévissant dans le Sud du Canal de Mozambique.

La région de Tuléar, enfin, n'est directement affectée par les dépressions cycloniques de l'été austral que de façon exceptionnelle. Cependant, le passage d'un cyclone dans les parages de Madagascar, ou sur le Canal de Mozambique, peut entraîner une aggravation de l'état de la mer qui se traduit par l'établissement d'une houle dont les caractéristiques et la direction dépendent de la trajectoire suivie par la dépression.

MAREES ET COURANTS DE MAREE

Les côtes de la région de Tuléar sont soumises à des marées de type semi-diurne. L'amplitude maximale (correspondant aux grandes vives-eaux d'équinoxes) est de 3,20 m. Durant les basses mers de vives-eaux, le platier des formations coralliennes peut donc émerger pendant 2 h 1/2 à 3 heures. Il est à noter que les basses mers de

reinforced by a sea breeze (thermic wind) effect. These southwest winds raise a rough sea, even in lagoons or boat channels, between the reef and the shore. When the southwest winds are lacking, a heavy swell of cernate origin can be observed on the coast of the Tuléar region. It is a typical open sea swell with important amplitude and wave length. The swell is more or less heavy, according to the general meteorological situation occurring in the southern part of the Mozambique channel.

Lastly, the Tuléar region is affected only exceptionally, during the austral summer, by cyclonic depressions. However, the passage of a hurricane in the vicinity of Madagascar, or on the Mozambique channel, leads to an aggravation of the sea state for several days. A heavy swell is then to be noticed, the direction and the characteristics of which depend upon the hurricane path.

TIDES AND TIDE CURRENTS

On the coast of the Tuléar region, the tides are of the regular semi-diurnal type. The maximum range, during extreme spring tides is 3,2 m. At low water, during the extreme spring tides, the coral reef flat emerges for 2 1/2-3 hours. It is to be noticed that during these periods, low tides occur at noon and at midnight or so,

vives-eaux se produisent aux environs du milieu de la journée et du milieu de la nuit.

L'amplitude des marées entraîne l'existence des courants de flot et de jusant au voisinage du littoral et sur les récifs coralliens, où ils sont particulièrement vifs. Sur les récifs le système des courants de marée est complexe ; leur direction générale est perpendiculaire au littoral. Dans les **lagons** ou chenaux postrécifaux, la vitesse des courants de marées peut dépasser un nœud, et ils deviennent très violents dans les passes et au voisinage de celles-ci.

TEMPERATURES ET PLUVIOMETRIE

Le littoral de la région de Tuléar est caractérisé par un climat tropical aride, avec alternance d'une saison chaude (novembre à avril) et d'une saison fraîche (mai à octobre). Les amplitudes de variations thermiques annuelles et diurnes (en saison fraîche) sont importantes. La pluviosité annuelle n'est que de 350 mm environ, et les pluies sont très irrégulièrement réparties dans l'année. L'essentiel des précipitations s'observe en décembre-janvier, et les mois les plus secs sont juillet et août. Ces conditions climatiques entraînent l'existence, dans la région, d'une formation végétale particulière : le bush à xérophytes.

Les températures de surface des eaux littorales sont, en moyenne, les suivantes : été 27,5°C, hiver 22,5°C. Les températures sont donc suffisamment élevées, même en hiver, pour permettre une croissance normale des coraux. Par ailleurs, l'écart annuel de température n'excède pas 5°C, ce qui est une condition indispensable pour le développement important des Madréporaires.

3 - LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DES RECIFS CORALLIENS DE LA REGION DE TULEAR

Les limites géographiques des formations récifales étudiées sont matérialisées par l'estuaire de l'Onilahy au Sud (latitude 23° 35'S) et l'estuaire de la Manombo au Nord (latitude 22° 38'S) (fig. 1). Les récifs coralliens de cette région se divisent en trois grands ensembles:

- Les récifs de la Baie de Tuléar, dans la partie méridionale;
- Les récifs littoraux du Fiherenana à la région d'Ifaty, dans le secteur central ;
- Les récifs de la Baie de Ranobé, dans la partie septentrionale.

Owing to the important tidal range, strong flow-tide and ebb-tide currents are to be observed close to the shore and on coral reefs, where they are particularly strong. On coral reef flats, the tide current system is complex. Their main direction is roughly perpendicular to the shore line. In the lagoons or back-reef channels, the tide current speed is frequently beyond one knot and they are extremely strong in passes and in their vicinity.

TEMPERATURES AND RAINFALLS

In the region of Tuléar the climate is typically tropical arid, with a hot season (November to April) alternating with a cool season (May to October). The range of annual and of diurnal variations of the temperature (the latter in cool season) is important. The total annual rainfall is only about 350 mm and is very irregularly distributed around the year. Most of the rainfalls are to be observed in December and January, and the dryer months are July and August. These special climatic conditions account for the occurrence of a peculiar vegetation in the Tuléar region : the xerophytic bush.

The average surface temperatures of the littoral sea water are: summer 27.5°C, winter 22.5°C. The temperatures are high enough, even in winter, to allow a normal coral growth. Furthermore, the mean annual temperature range does not exceed 5°C, and this is a necessary condition for an important development of Scleractinian corals.

3 - LOCALISATION AND PHYSIOGRAPHY OF CORAL REEFS IN THE VICINITY OF TULEAR

The geographical limits of the coral reefs which we have investigated are defined by the estuaries of the river Onilahy, in the South (23° 35'S. latitude) and of the river Manombo in the North (22° 38'S latitude) (fig. 1). In this region coral reefs can be divided into three major groups :

- Coral reefs of Tuléar Bay, in the southern sector ;
- Shore reefs from the Fiherenana to the vicinity of Ifaty, in the central part ;
- Coral reefs of Ranobé Bay in the northern sector.

LES RECIFS CORALLIENS DE LA BAIE DE TULEAR

A l'exception du récif côtier de Sarodrano, les formations coralliennes de la Baie de Tuléar, peuvent être classées en trois catégories: récif externe, récifs internes, et bancs coralliens.

Le récif externe

Le récif externe comprend le "Grand Récif" de Tuléar, auquel on peut ajouter l'îlot de Nosy Tafara vers le Sud. Le "Grand Récif" s'étend sur une longueur de 18 km et sa largeur varie de 1 100 à 2 900 m. Il s'agit d'un récif totalement séparé du rivage, établi à proximité de la bordure précontinentale, et limitant matériellement la Baie de Tuléar, côté du large. Celle-ci a donc la signification d'un lagon ou chenal postrécifal. Elle communique avec la mer par deux passes situées entre les extrémités nord et sud du "Grand Récif" et le littoral voisin. Du fait de cette topographie, les courants de marée dans le lagon sont essentiellement parallèles au rivage.

Les récifs internes

Les récifs internes occupent la partie méridionale de la Baie de Tuléar. Ils se composent de trois appareils qui sont, du Nord au Sud: Beloza, Dimadimatsy, Norinkazo. Ils sont séparés de la côte par un chenal littoral dont la profondeur est de 2 m environ et la largeur de 1 km. Ces récifs s'opposent par leurs caractères morphologiques au "Grand Récif" : ils sont parfaitement isolés les uns des autres par des passes de 300 m de large environ et 4 à 5 m de profondeur. Ces passes grossièrement perpendiculaires au littoral sont parcourues par de vifs courants, et ont la signification de chenaux de marée. Les récifs internes s'opposent également au "Grand Récif" par le contour lobé et non régularisé de leur bordure frontale.

Les bancs coralliens

Au Nord des récifs internes, la partie médiane de la Baie de Tuléar est occupée par deux bancs gréseux (Mareana et Ankilibé) découvrant à basse mer. Sur ces bancs, un fort apport de sédiments d'origine terrigène semble avoir entravé le développement récent des coraux: on observe seulement une juxtaposition de massifs isolés, sans aucune coalescence. Il ne s'agit donc pas, actuellement, de formations *récifales* mais simplement *coralliennes*.

Le récif de Sarodrano

A l'extrémité sud de la Baie de Tuléar, un

CORAL REEFS OF TULEAR BAY

The shore reef of Sarodrano excepted, the coral formations of Tuléar Bay can be divided into three types: outer reef, inner reefs, coral banks.

The outer reef

The outer reef includes: the "Grand Récif" to which we can add Nosy Tafara islet southward. The "Grand Récif" stretches over a length of 10 nautical miles and its width varies between 1,100 and 2,900 m. It is completely separated from the shore and lies close to the edge of continental shelf, where it forms the seaward limit of Tuléar Bay. Consequently, the latter has the morphological significance of a lagoon or backreef channel. It is connected to the open sea through two passes localized between the northern and the southern ends of the "Grand Récif" and the neighbouring coast. Owing to that topography, the tide currents in the lagoon are chiefly parallel to the shore.

The inner reefs

The inner reefs lie in the southern part of Tuléar Bay. They are composed of three units, which are from South to North: Beloza, Dimadimatsy, Norinkazo. They are separated from the shore by a littoral channel, about 2 m deep, at most, and 1 km wide. The morphological characters of these reefs (which are about 1 000 m in both length and width) are in contrast with that of the "Grand Récif": They are separated from each other by passes, about 300 m wide and 4-5 m deep. These passes are roughly perpendicular to the shore line. Strong currents run through them, and they can be considered as tideways. The inner reefs are also in contrast with the "Grand Récif" since their seaward edge has a lobate and non-regularized outline.

The coral banks

North of the inner reefs, in the central part of Tuléar Bay, lie two sandstone banks (Mareana and Ankilibé) which emerge at low tide. On these banks an important deposit of sediments of terrigenous origin seems to have inhibited any recent coral growth. Only a juxtaposition of isolated coral heads, without any connection between them can be observed. They are not, at present, *true coral reefs*, but merely *coral banks*.

Sarodrano reef

At the southern end of Tuléar Bay, a coastal

récif côtier borde, vers le large, la presqu'île constituée par la flèche sableuse de Sarodrano. Bien qu'étant topographiquement différent du récif externe, (car directement relié à la côte), le récif de Sarodrano présente avec ces derniers des caractères morphologiques et bionomiques communs. Ceci résulte du mode ballu auxquels sont soumis tous ces récifs.

LES RECIFS UTIORAUX DU FIHERENANA A IFATY

Au Nord de la Baie de Tuléar, le littoral est bordé par un récif corallien en continuité directe avec le rivage. Ce récif est d'abord très étroit, en raison de la transgression sur le platier des dépôts sédimentaires du Fiherenana. Vers le Nord, il devient plus large (1 300 m environ), puis, à partir de la région d'Ifaty, il se sépare du rivage pour constituer la Baie de Ranobé. Il est à noter que les dépôts terrigènes plus ou moins fins, dus au Fiherenana, peuvent être observés sur ce récif côtier jusqu'au niveau de la Baie de Ranobé.

LES RECIFS DE LA BAIE DE RANOBE

Comme pour la Baie de Tuléar, les récifs de la Baie de Ranobé appartiennent à trois catégories : récifs externes, récifs de lagon et bancs coralliens.

Les récifs externes

Les récifs externes limitent vers le large la Baie de Ranobé, laquelle a donc, comme la Baie de Tuléar, la signification d'un lagon ou chenal postrécifal. Ces récifs externes, dont la largeur moyenne est de l'ordre de 2 000 m, viennent s'appuyer sur le littoral aux deux extrémités nord (fleuve Manombo) et sud (région d'Ifaty) de la Baie de Ranobé. Contrairement à ce que l'on observe dans la Baie de Tuléar, il n'y a donc pas de passe aux extrémités du dispositif. Les passes, au nombre de deux, interrompent la continuité de l'édifice corallien externe qui se trouve ainsi constitué de trois éléments. Du fait de cette topographie, les courants de marée sont surtout sensibles au voisinage des passes, et leur résultante est grossièrement perpendiculaire au littoral.

Les récifs de lagon

Les récifs du lagon de la Baie de Ranobé ont des dimensions analogues à celles des récifs internes de la Baie de Tuléar (1 000 m environ).

reef bounds the seaward side of Sarodrano peninsula, which is constituted by a sand spit. Being established in continuity with the shore, Sarodrano reef is from a topographic standpoint, different from the outer reef, but shows morphological and bionomical features in common with the latter. This is a consequence of the rough sea to which all these reefs are exposed.

THE SHORE REEFS BETWEEN THE FIHERENANA RIVER AT IFATY

North of Tuléar Bay, the coast is bounded by a coral reef attached to the shore. Therefore there is no backreef or boat channel. The reef is at first very narrow, owing to the transgression of the Fiherenana sedimentary deposits on the reef flat. Northward, it becomes wider (about 1 300 m), then, in the vicinity of Ifaty, it severs from the shore, at the southern end of Ranobé Bay. It is to be noticed that the more or less silty terrigenous deposits, originating from the Fiherenana river, can be observed on that coastal reef as far as Ifaty.

CORAL REEFS OF RANOBE BAY

As for Tuléar Bay, the coral reefs of Ranobé Bay belong to three different types : outer reefs, lagoon reefs and coral banks.

The outer reefs

The outer reefs represent the seaward limit of Ranobé Bay, which is consequently considered as a lagoon or backreef channel, as is also the case for Tuléar Bay. These outer reefs, the average width of which is about 2000 m, are connected to the shore at the northern (Manombo) and southern ends (vicinity of Ifaty) of Ranobé Bay. Consequently, and contrary to what is observed in Tuléar Bay, there are no passes at the ends of this reef tract. The passes, which are two, break the continuity of the outer reef, which is therefore constituted of three distinct units. Owing to that topography, the tide currents are noticeable chiefly in the passes and nearby. Their resultant is roughly perpendicular to the shore.

The lagoon reefs

The lagoon reefs of Ranobé Bay have a similar size to that of the inner reefs in Tuléar Bay (about 1 000 m). Just as the latter, they lie

Comme ces derniers, ils sont **localisés** dans la partie interne de la Baie, proche du littoral, mais ils sont parfaitement isolés et donc relativement distants les uns des autres.

Les bancs coralliens

La partie interne de la Baie de Ranobé semble également être encombrée de bancs avec une couverture corallienne très dispersée. La topographie et la morphologie de ces bancs sont encore mal connues. Leur soubassement paraît être constitué dans la plupart des cas par une dalle de grès quaternaire ou une formation de type grès de plage.

in the inner part of the Bay, close to the shore, but they are well separated from each other, somewhat scattered, and then lie apart.

The coral banks

The inner part of Ranobé Bay seems to be encumbered by banks with a scattered coral cover. The topography and morphology of these banks is still imperfectly known. In most cases their basement is made of a quaternary sandstone bed, or of a structure of the beach-rock type.

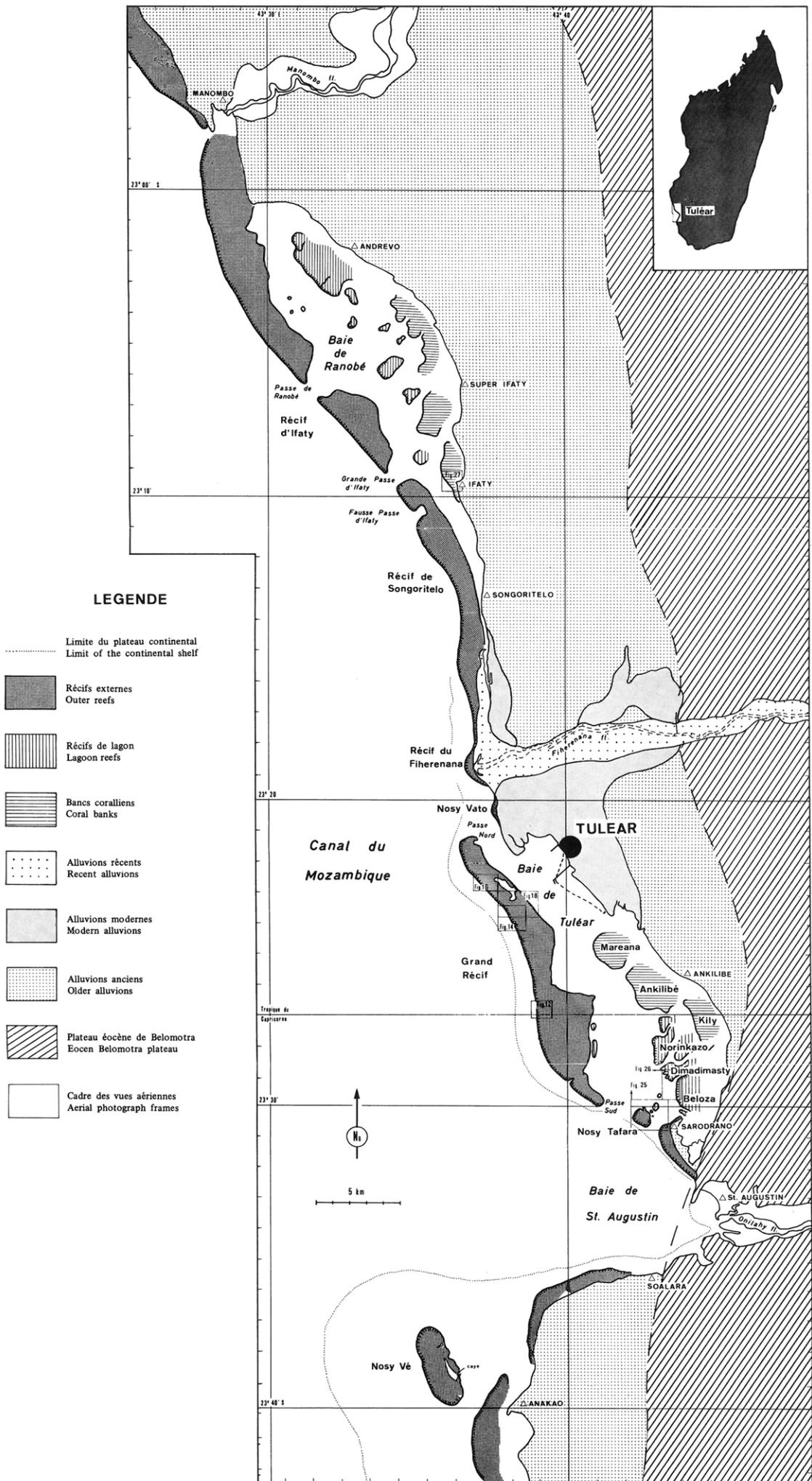


Figure 1 - Les récifs coralliens de la région de Tuléar (schéma topographique).
 Figure 1 - The coral reefs in the vicinity of Tuléar (geographical map).

2^{ème} PARTIE

TERMINOLOGIE RÉCIFALE

L'étude morphologique des récifs coralliens de la région de Tuléar est présentée sous forme **d'une liste de termes ou d'expressions servant chacun à désigner une forme du relief ou une formation caractéristique des récifs coralliens. Dans toute la mesure du possible nous avons adopté la nomenclature déjà employée dans les travaux de morphologie récifale. Cependant, certains termes ont été utilisés dans des sens différents, ou pour désigner des formations distinctes, par les divers auteurs. Pour cette raison, et afin d'éviter toute confusion, nous avons jugé nécessaire de donner une définition pour chacun des termes et chacune des expressions employées.** Ces définitions se présentent sous la forme de brèves descriptions, pour lesquelles n'ont été retenues que les particularités les plus caractéristiques de chaque entité morphologique. Il a par ailleurs été nécessaire d'introduire dans le domaine des récifs coralliens un certain nombre d'expressions nouvelles ou de termes nouveaux lesquels sont, pour la plupart, tirés du vocabulaire en usage dans diverses branches de la géographie et de la géologie.

Ce travail est essentiellement une analyse morphologique des récifs coralliens de la région de Tuléar; il présente donc un caractère local. Cependant, la terminologie ainsi mise au point pour cette région peut être utilisée pour la description morphologique des autres récifs de Madagascar, et dans une certaine mesure, de la plupart des récifs de l'océan indopacifique. Bien qu'elle ne prétende pas, à l'origine, être une tentative d'uniformisation et de généralisation de la terminologie récifale, la présente étude représente cependant une contribution dans ce domaine, contribution qui pourrait utilement servir de point de départ à des travaux ultérieurs et conduire à une utilisation plus vaste de la nomenclature proposée ci-dessous.

Les termes et expressions utilisés, ainsi que les définitions qui leur correspondent, ont été numérotés de façon continue (nombres entre crochets) de [1] à [68], le long d'une coupe transversale allant du large vers le rivage (ou vers l'intérieur du lagon).

PART 2

TENTATIVE REEF TERMINOLOGY

The list of terms or of expressions given below summarizes the results of morphological studies on coral reefs in the vicinity of Tuléar. Each of the terms or expressions is used to name a characteristic feature or a relief shape on coral reefs. As far as possible, we have adopted the terminology employed earlier in previous studies on reef morphology. However, some of the terms were utilized with different significations, or to name distinct features by several authors. For that reason, and in order to avoid any confusion, we thought it necessary to give a definition for each of the terms and each of the expressions to be used. These definitions appear as short descriptions in which only the most typical characteristics of each morphological feature were taken into account. Moreover it proved to be necessary to bring in the field of coral reefs some new expressions or new words which are mostly drawn from the vocabulary commonly admitted in various branches of geological and geographical sciences.

This work is chiefly a morphological analysis of coral reefs in the vicinity of Tuléar and therefore has a local interest. However, the terminology thus worked out in that region applies to morphological description of other reefs in Madagascar and, to some extent, of most of the Indopacific coral reefs. Though initially this study does not pretend to be a tentative standardization and generalization of coral reef terminology, it represents nevertheless a contribution in that field. The present work could usefully serve as basis for further researches which could lead to a more universal use of the terms suggested hereinafter.

The terms and expressions which we have employed, as well as the corresponding definitions are numbered (numbers between square brackets) from [1] to [68], along a cross section through a coral reef, from the open sea towards the shore (or the center of the lagoon).

Lorsque, dans une définition, il est fait appel à un terme qui sera lui-même défini ultérieurement, celui-ci est suivi de J'indication entre crochets du numéro d'ordre de sa propre définition. Dans toutes les énumérations, les termes faisant l'objet d'une définition ultérieure ont été soulignés.

Cette terminologie est complétée par un index alphabétique et un index numérique qui permettent de retrouver rapidement la définition de l'un quelconque des termes employés.

When in a definition a term which will be subsequently defined is utilized, the latter is followed by the number (between square brackets) corresponding to its own definition. In every enumeration the morphological terms which are to be defined subsequently are underlined.

This terminology is completed by an alphabetical index and by a numerical index, which make possible a rapid reference to the definition of any of the terms employed in this work.

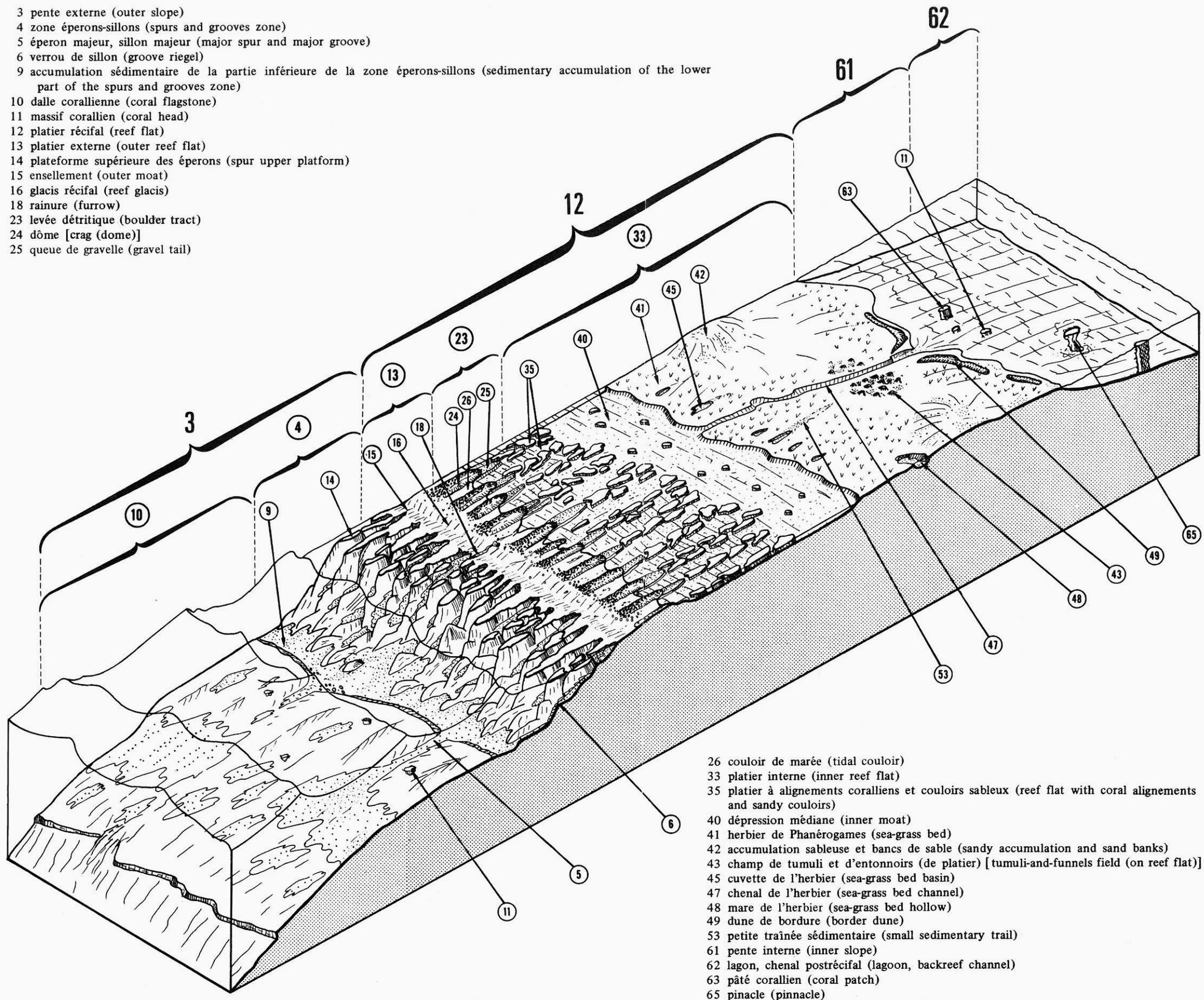
the one
f tracts),
and, on
s coming
er as the
eef tract
st severe

the reef
of spring

rai reef,
a varia-
le up of
ry depo-

of some
;

- 3 pente externe (outer slope)
- 4 zone éperons-sillons (spurs and grooves zone)
- 5 éperon majeur, sillon majeur (major spur and major groove)
- 6 verrou de sillon (groove riegel)
- 9 accumulation sédimentaire de la partie inférieure de la zone éperons-sillons (sedimentary accumulation of the lower part of the spurs and grooves zone)
- 10 dalle corallienne (coral flagstone)
- 11 massif corallien (coral head)
- 12 platier récifal (reef flat)
- 13 platier externe (outer reef flat)
- 14 plateforme supérieure des éperons (spur upper platform)
- 15 ensellement (outer moat)
- 16 glacis récifal (reef glacis)
- 18 rainure (furrow)
- 23 levée détritique (boulder tract)
- 24 dôme [crag (dome)]
- 25 queue de gravelle (gravel tail)



- 26 couloir de marée (tidal couloir)
- 33 platier interne (inner reef flat)
- 35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef flat with coral alignments and sandy couloirs)
- 40 dépression médiane (inner moat)
- 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)
- 42 accumulation sableuse et bancs de sable (sandy accumulation and sand banks)
- 43 champ de tumuli et d'entonnoirs (de platier) [tumuli-and-funnels field (on reef flat)]
- 45 cuvette de l'herbier (sea-grass bed basin)
- 47 chenal de l'herbier (sea-grass bed channel)
- 48 mare de l'herbier (sea-grass bed hollow)
- 49 dune de bordure (border dune)
- 53 petite traînée sédimentaire (small sedimentary trail)
- 61 pente interne (inner slope)
- 62 lagon, chenal postrécifal (lagoon, backreef channel)
- 63 pâte corallien (coral patch)
- 65 pinacle (pinnacle)

Figure 3 - Bloc diagramme schématique d'un récif corallien de la région de Tuléar ("Grand Récif"). Croquis sans échelle.

Figure 3 - Perspective sketch diagram of a coral reef in Tuléar Bay (The "Grand Récif"). Drawing not to scale.

Lorsqu
à un ter
ment, c

Da
faisant l',
soulignés.

Cette
alphabéti.
tent de
l'un queh

1 — EDIFICE RECIFAL

[1] Edifice récifal :

Le complexe récifal comprend: d'une part les formations construites (ou édifices récifaux) qui **peuvent ou non émerger et, d'autre part, les dépôts sédimentaires qui en proviennent. On considère comme partie antérieure de l'édifice récifal celle qui est soumise au mode le plus battu** (fig. 3).

[2] Front récifal:

Enveloppe du contour externe du platier récifal [12] au niveau des **basses mers de vives-eaux.**

II — PENTE EXTERNE

[3] Pente externe :

Partie antérieure immergée d'un récif, en pente vers le large et de déclivité variable. Elle est constituée de formations coralliennes et de dépôts sédimentaires à dominance biodétritique.

[4] Zone éperons-sillons :

Partie supérieure de la pente externe de **certaines récifs, constituée de crêtes construites, les éperons.** alignés plus ou moins perpendiculairement au front du récif et alternant avec des *sillons* dont le fond est nu ou irrégulièrement tapissé de blocs et de sédiments biodétritiques. Les parois latérales des éperons peuvent être en **encorbellement, verticales ou en pente plus ou moins douce. Des anastomoses et des jonctions peuvent se produire entre les éperons et entre les sillons** (fig. 4 et 5).

[5] Eperon majeur et sillon majeur :

Dans la zone éperons-sillons, la coalescence de **plusieurs éperons, par anastomose, réduction ou comblement partiel des sillons intermédiaires, aboutit, dans la partie inférieure, à la formation d'un éperon majeur. Les éperons majeurs sont séparés par des sillons dont certains, plus importants que les autres, les sillons majeurs, sont généralement en connexion avec un vallonement plus marqué de la dalle corallienne** [10].

1 - CORAL REEF TRACT

[1J] Coral reef tract :

The coral reef complex includes on the one hand the coral reef formations (or reef tracts), which may emerge at low tide or not, and, on the other hand, the sedimentary deposits coming **from the reef constructions. We consider as the fore part or outer part of the coral reef tract that one which is exposed to the most severe sea conditions** (fig. 3).

[2] Reef front :

The envelope of the outer outline of the reef fiat [12], at the level of the low water of spring tides.

II - OUTER SLOPE

[3] Outer slope :

The immersed fore part of a coral reef, sloping towards the open sea, and with a variable declivity. The outer slope is made up of coral-built formations and of sedimentary deposits, mostly of skeletal origin.

[4] Spurs and grooves zone :

The upper part of the outer slope of some reefs, made of coral-built crests — **the spurs**— roughly perpendicular to the reef front, and alternating with *grooves*, the floor of which is bare or irregularly hanged with blocks or sediments of skeletal origin. The sidewalls of the spurs **can be overhanging, vertical, or sloping more or less sharply. Anastomosis and junctions** may occur between the spurs and between the grooves (fig. 4, 5).

[5] Major spur and major groove :

In the spurs and grooves zone, the coalescence of several spurs, by anastomosis, by reduction or by partial filling up of the intermediate grooves leads to the formation of a major spur. The major spurs are separated by grooves, **some of which are more important** than the others - the *major grooves*— and generally connected with a marked depression of the coral flagstone [10].

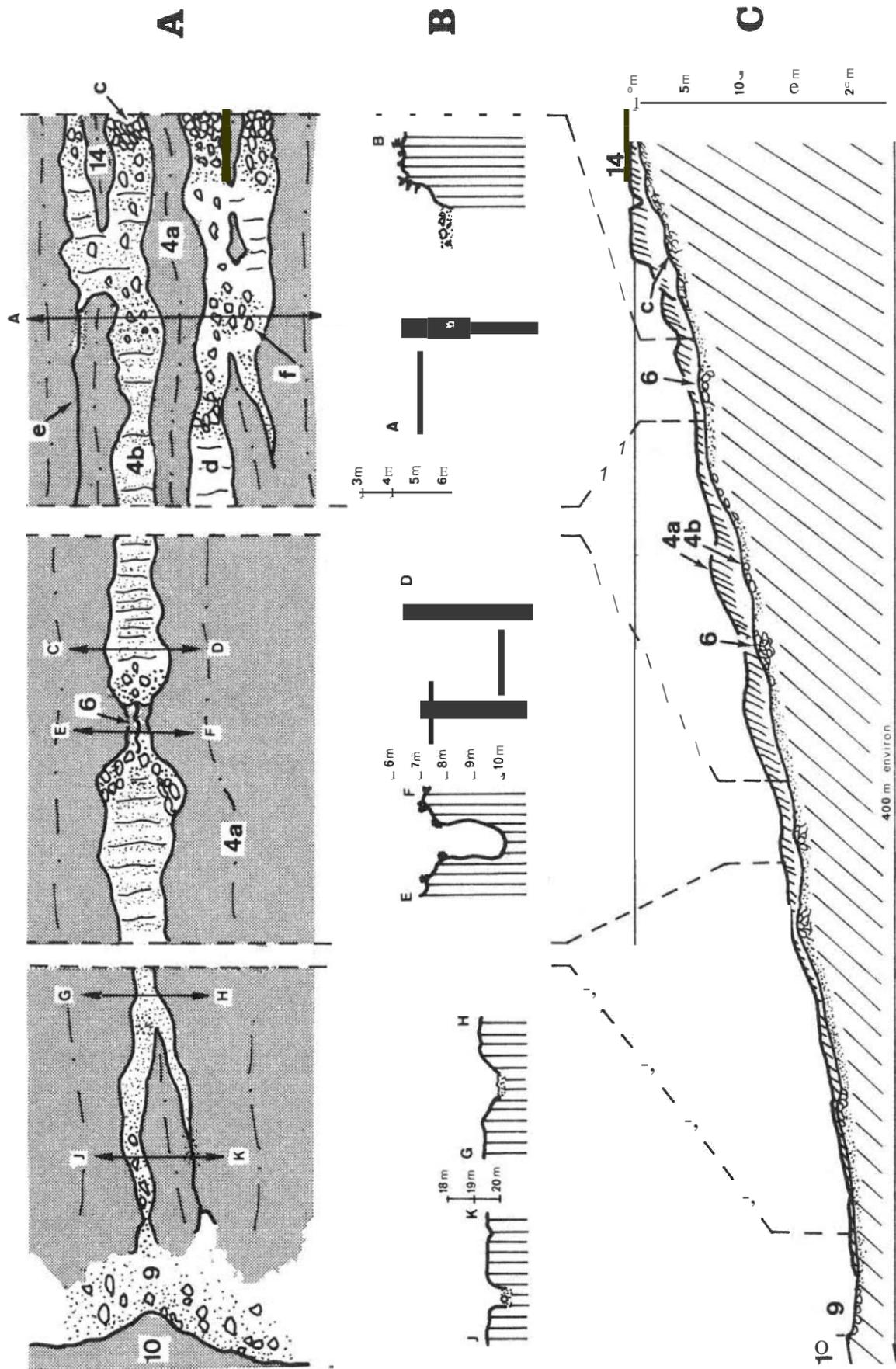


Figure 4 - Schéma de la zone éperons-sillons ("Grand Récif"). Figure 4 - Diagram of the spurs and grooves zone ("Grand Récif").

A - Vue en plan. A - Plan view.
 B - Coupes transversales à différents niveaux. B - Cross sections at various depths.
 C - Profil longitudinal. C - Long profile.

- 4 zone éperons-sillons (4a : éperon, 4b : sillon) [spurs and grooves zone (4a : spur, 4b groove)]
- 6 verrou de sillon (groove riegel)
- 9 accumulation sédimentaire de la partie inférieure de la zone éperons-sillons (sedimentary accumulation of the lower part of the spurs and grooves zone)
- 10 dalle corallienne (coral flagstone)
- 14 plateforme supérieure des éperons (spur upper platform)
- c pavage de blocs (block pavement)
- d ripple-marks (ripple-marks)
- e sillon obturé (filled up groove)
- f blocs ensablés (sand-embedded stones)

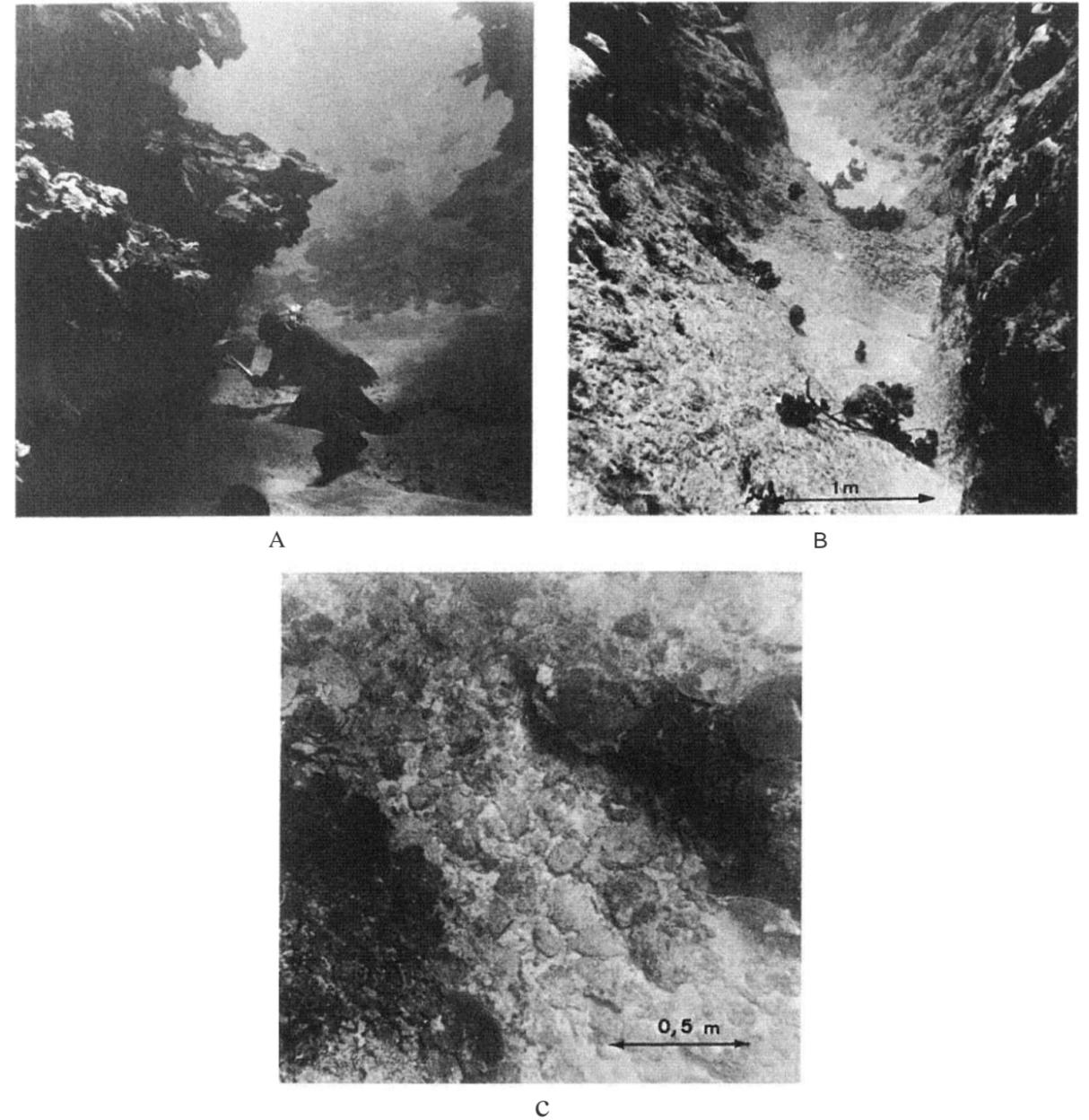


Figure 5 - Zone éperons-sillons.

A - Sillon à paroi en encorbellement (Récif externe d'Ifaty, S. de la Fausse Passe, profondeur: 10 ml.
 B - Sillon érodé ("Grand Récif", profondeur : 15 ml.
 C - Pavage de blocs de la partie amont d'un sillon (N. "Grand Récif", profondeur : 5 ml.

Figure 5 - Spurs and grooves zone.

A - Groove with overhanging sidewall (Ifaty outer reef, South of the wrong passe, depth : 10 ml.
 B - Eroded groove (S. "Grand Récif", depth : 15 ml.
 C - Block pavement in the upper part of a groove (N. "Grand Récif". depth: 5 ml.

[6] Verrous des sillons :

Amas ou chaos de blocs colmatés et soudés par **concrétionnement organogène secondaire**, constituant des seuils qui interrompent le profil général d'un sillon et isolent des cuvettes tapissées de sédiment meuble. Une dénivellation de **plusieurs mètres peut exister entre deux cuvettes successives**.

[7] Tunnel **récifal** :

Grande cavité de 20 à 50 m de long sur 2 à 5 m de diamètre environ, située en arrière d'un sillon et pouvant s'étendre sous le platier externe [13] ou son équivalent, depuis la plateforme supérieure des éperons [14] jusqu'à la limite interne du radier [15]. Cette cavité résulte de la **coalescence des parois supérieures de deux éperons consécutifs, recouvrant progressivement le sillon par un toit**. Elle communique avec la surface du platier par des cheminées, des trous souffleurs et des fissures de jaillissement [17] (fig. 6, 7 et 8).

[8J] Boyau obscur récifal :

Cavité d'une dizaine de mètres de long sur 1,5 m de diamètre, généralement située dans le prolongement d'un tunnel récifal ou latéralement. Une telle cavité peut également s'ouvrir dans les parois des criques externes [22] et des vasques témoins [21] du platier externe [13]. **Contrairement aux tunnels récifaux, les boyaux obscurs ne communiquent pas directement avec la surface du platier externe** (fig. 7).

[9] Accumulation sédimentaire de la partie **inférieure de la zone éperons-sillons** :

Zone d'accumulation de sédiment grossier (sable, maërl, blocs) dont la largeur peut atteindre une vingtaine de mètres et qui s'étale **parallèlement au front récifal, entre le ressaut de la dalle corallienne [10] et la zone éperons-sillons** dont elle représente la limite inférieure. Cette zone peut faire localement défaut.

[10J] Dalle corallienne :

Formation corallienne en pente vers le large recouverte d'une abondante faune et flore sessile, qui constitue la partie la plus profonde de la pente externe de certains édifices récifaux et **fait suite, vers le bas, à la zone éperons-sillons**,

[6] Groove riegel :

A heap or chaos of blocks clogged up and soldered by a secondary concretioning activity of living organisms, constituting riegels which interrupt the general long profile of a groove, and isolate hollows filled up with sediment. The level of two successive hollows may vary by several meters.

Riegel is the german word for bolt (french : verrou). The german term "riegel" is commonly used by anglo-saxon geomorphologists to describe a peculiar feature of glaciated valleys (which is termed "verrou" by french geomorphologists). We use here "groove riegel" for a very similar feature to be observed in coral reef grooves. In that respect, we do not think that the word riegel perfectly fits as the german translation for "buttress" (french "contrefort") as suggested by Scheer (1959),

[7J] Reef tunnel :

A large cavity, 20-50 m long and 2-5 m in diameter, placed behind a groove and eventually stretching under the outer reef fiat [13] or any equivalent feature, from the spur upper platform [14] to the inner limit of the outer moat [15]. This cavity results from the junction of the upper wall of two consecutive spurs. Reef tunnels are connected with the reef flat surface through surge openings, surge clefts and blowholes [17] (fig. 6, 7, 8).

[8] Reef gallery :

A dark cavity about 10 m long and 1,5 m in diameter, generally running at the end of a reef tunnel or from its sides. This cavity can also open in the walls of the outer creeks [22] and residual pools [21] of the outer reef fiat [13]. Contrarily to the reef tunnels proper, the dark reef galleries have no direct opening towards the outer reef fiat surface (fig. 7).

[9] Sedimentary accumulation of the lower part of the spurs and grooves zone :

Zone of accumulation of coarse sediments (sand, maërl, blocks), about 20 m wide and running parallel to the reef front, between the hump of the coral flagstone [10] and the spurs and grooves zone, of which it represents the lower limit. This zone may be missing in some places.

[10] Coral flagstone :

A feature of organic origin, made of dead corals sloping towards the open sea and covered with an abundant sessile fauna and flora. The coral flagstone represents the deeper part of the outer slope of some coral reef tracts and is the

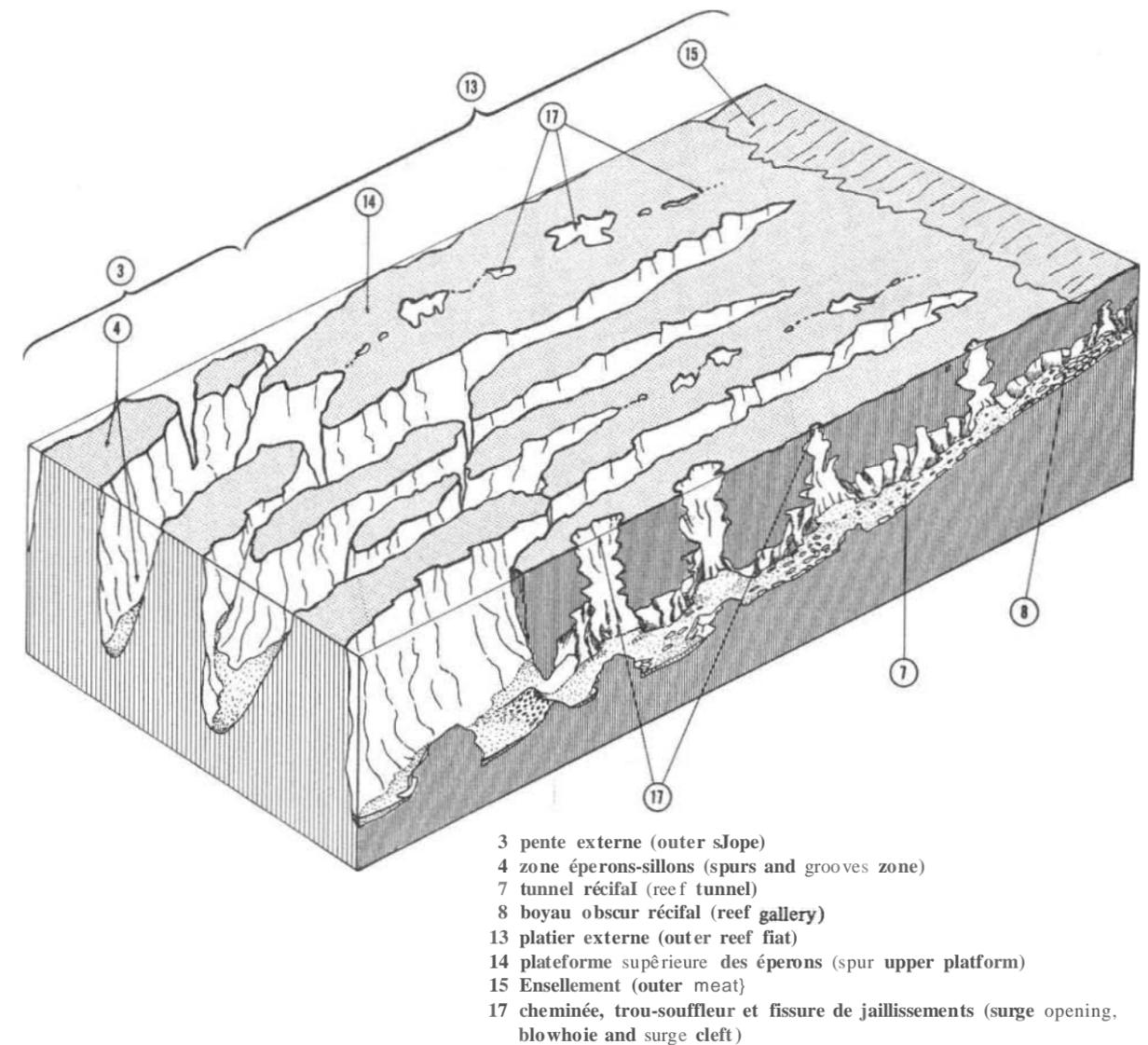


Figure 6 - Bloc diagramme schématique d'un tunnel récifal dans la zone éperons-sillons.
Figure 6 Perspective sketch diagram of a reef tunnel, in the spurs and grooves zone.

Cette dalle, dont la surface est régulière dans les niveaux profonds, présente souvent, dans les niveaux supérieurs, des vallonements perpendiculaires au front récifal ; vers le haut, elle se termine par un ressaut peu marqué tourné vers la zone éperons-sillons. Des dépôts de matériaux meubles : traînées, taches, cuvettes sédimentaires, de nature et de dimensions variées, s'y observent fréquemment.

Certains vallonements, plus marqués que d'autres, interrompent ou réduisent le ressaut ; ils sont jalonnés, en général, par des dépôts sédimentaires plus abondants (fig. 10).

[11J] Massif corallien :

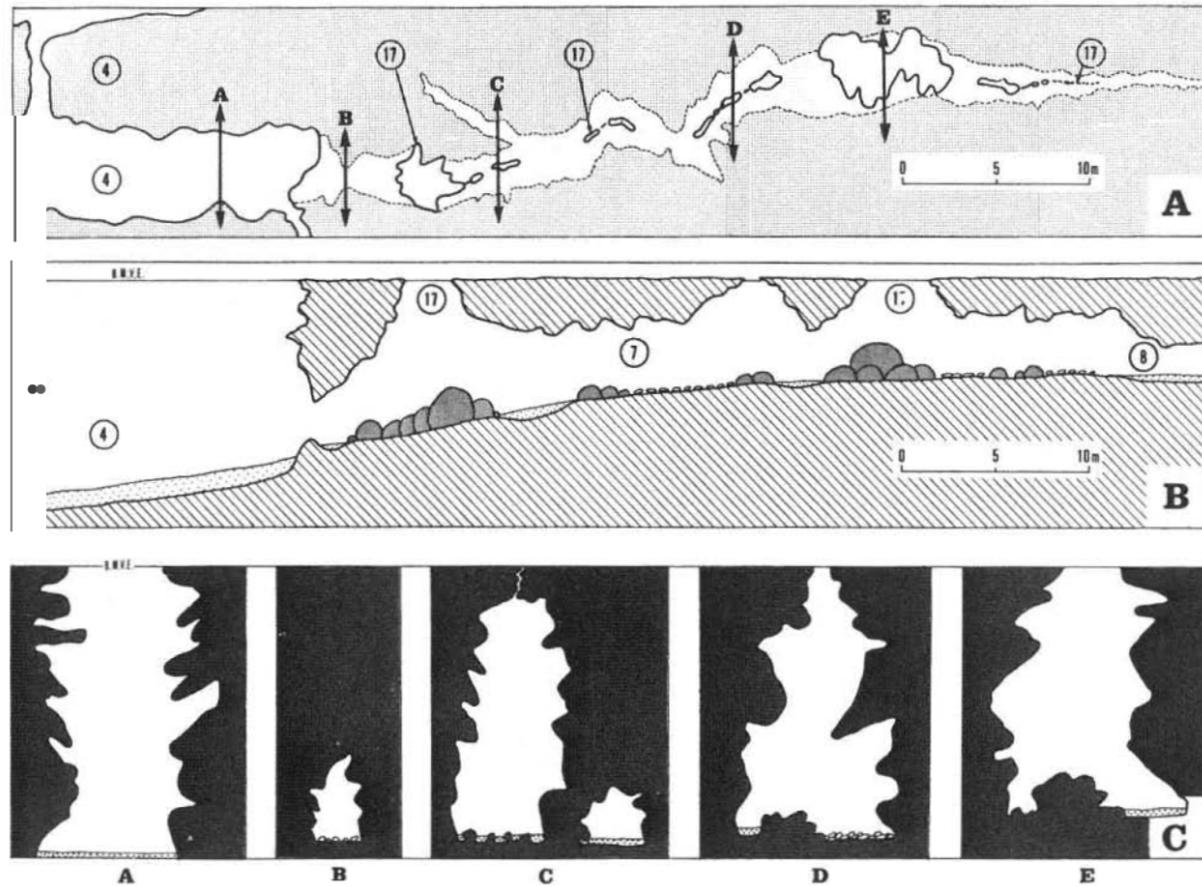
Formation constituée à l'origine d'une ou d'un petit nombre de colonies de Madréporaires

continuation downwards of the spurs and grooves zone. Its surface, which is quite even in the deeper part, often shows undulations perpendicular to the reef front in the upper levels. At the top, the coral flagstone ends into a hump, looking towards the spurs and grooves zone. Sedimentary deposits of various composition and various shapes (sedimentary trails, spots and hollows) can be observed frequently on the coral flagstone.

Some marked undulations interrupt or weaken the flagstone hump. They generally show important sedimentary deposits (fig. 10).

[11] Coral head :

A coral-built formation, originally constituted of one or of a small number of Madreporian



- 4 zone éperons-sillons (spurs and grooves zone)
 7 tunnel récifal (reef tunnel)
 8 boyau obscur récifal (reef gallery)
 17 cheminée, trous-souffleur et fissure de jaillissements (surge opening, blowhole and surge cleft)

Figure 7 — Schéma d'un tunnel récifal et d'un boyau obscur récifal ("Grand Récif", abords de la "Grande Crique").

- A - Vue en plan.
 B - Profil longitudinal.
 C - Coupes transversales à différents niveaux.

Figure 7 - Diagram of a reef tunnel and of a reef gallery ("Grand Récif", near "Grande Crique").

- A - Plan view.
 B - Long profile.
 C - Cross sections at various levels.

très développées dont les dimensions sont en général de l'ordre de quelques mètres et ne dépassent pas une dizaine de mètres. Sur ces massifs coralliens peuvent se développer secondairement des colonies de Madréporaires, plus petites et de formes variées, ainsi que divers Invertébrés sessiles. Les phénomènes de sédimentation et de cimentation ne s'y observent que rarement. Ce type de formation se rencontre aussi bien sur la pente externe que sur la pente interne [61] et dans le lagon [62].

coral colonies which subsequently reach large dimensions (generally a few meters, and up to ten meters). Madreporian coral colonies, smaller and with various shapes, as well as different sessile Invertebrates can settle later on these coral heads. Sedimentation and cementation phenomena are seldom to be observed in coral heads. These formations are found on the outer slope as well as on the inner slope [61] and in the lagoon [62].

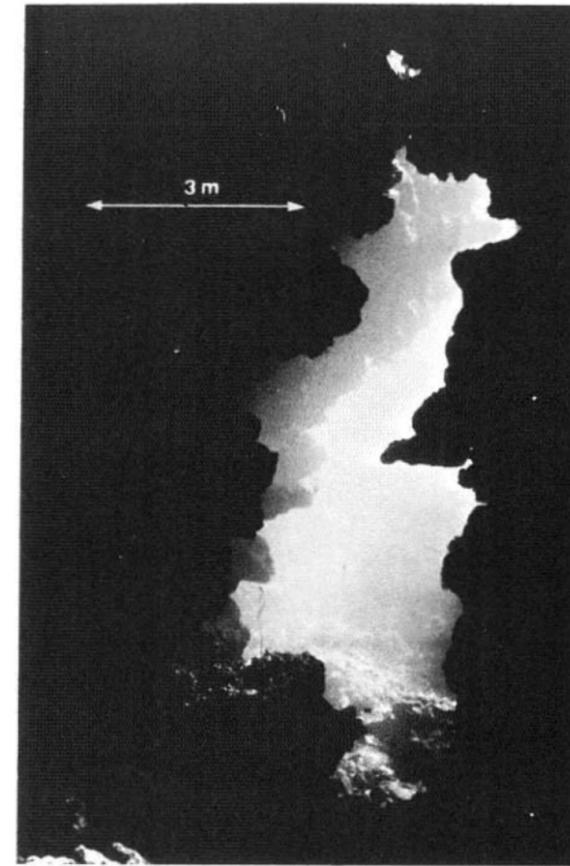


Figure 8 - Tunnel récifal (t'Grand Récif, abords de la "Grande Crique", profondeur : 8 m).

Figure 8 - Reef tunnel ("Grand Récif", near "Grande Crique", depth : 8 m).

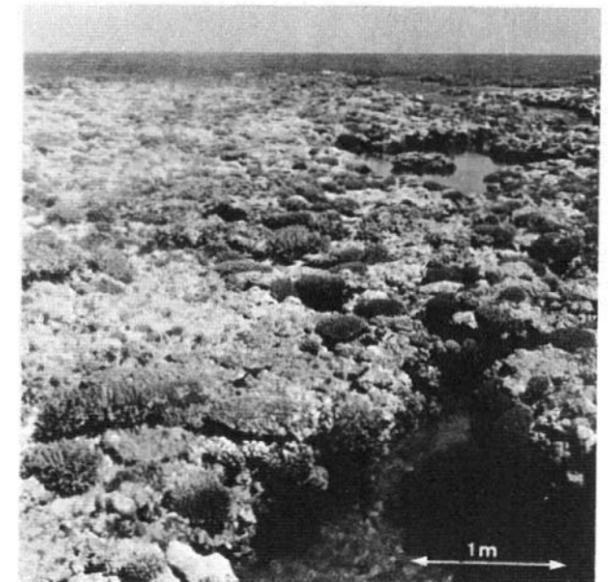
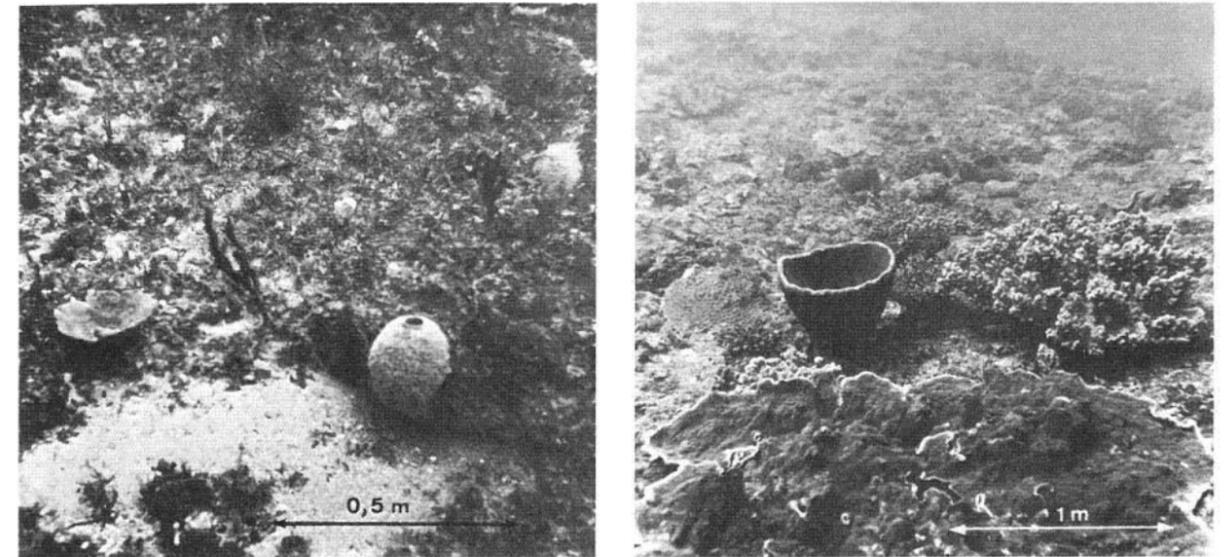


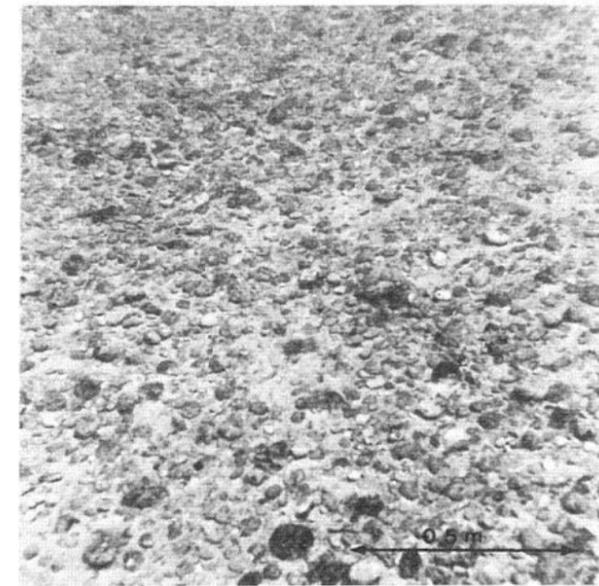
Figure 9 - Cheminées et fissures de jaillissement de la plateforme supérieure des éperons ("Grand Récif", abords de la "Grande Crique").

Figure 9 - Surge openings and surge clefts, on the upper platform tops ("Grand Récif", near "Grande Crique").



A

B



C

Figure 10 - Dalle corallienne.

- A Aspect des plus caractéristiques avec flore et faune sessiles abondantes et variées, et cuvette **sédimentaire** (N. "Grand Récif", profondeur : 36 ml.
 B Aspect avec flore et faune appauvries et grands massifs coralliens (N. "Grand Récif", profondeur: 21 ml.
 C Fond à nodules de Mélobésiées libres dans une cuvette sédimentaire (N. "Grand Récif", profondeur : 32 ml.

Figure 10 - Coral flagstone.

- A Typical view, with abundant and various sessile fauna and flora, and sedimentary hollow (N. "Grand Récif", depth : 36 ml.
 B View with impoverished fauna and flora, and large coral heads (N. "Grand Récif", depth : 21 m).
 C Free rhodoliths nodules in a sedimentary hollow (N. "Grand Récif", depth: 32 ml.

III - PLATIER RECIFAL

III - REEF FLAT

[12] Platier récifal:

Le platier récifal correspond à l'ensemble de la plateforme subhorizontale terminant vers le haut un édifice récifal.

a) Lorsqu'il existe une levée détritique, ou un équivalent morphologique vers, la partie antérieure du platier récifal, celui-ci est alors subdivisé en platier externe en avant, et en platier interne en arrière. Le platier externe, la levée détritique et le platier interne se présentent sous l'aspect de bandes parallèles ou concentriques.

b) En l'absence de levée détritique, le platier récifal n'est pas différencié en platier externe et platier interne, mais des éléments morphologiques définis dans le cadre du premier cas peuvent s'y retrouver, ainsi que d'autres (champ de Madréporaires branchus, bourrelet de Madréporaires branchus et platier de Madréporaires branchus) particuliers à ce type de platier récifal.

- AVEC UNE LEVEE DETRITIQUE

Platier externe

[13J Platier externe :

Partie du platier récifal située en avant de la levée détritique (231 ou de son équivalent morphologique. Le sommet subhorizontal de certains petits îlots coralliens, en avant du platier externe proprement dit et dépendant du même édifice récifal, peut lui être référé (fig. II, 12, 13).

[141 Plateforme supérieure des éperons:

Plateforme antérieure du platier récifal correspondant à la partie supérieure subhorizontale des éperons. Elle présente des avancées continues ou fractionnées s'étirant vers le large. En cas d'oblitération des sillons, la partie postérieure de cette plateforme constitue une bande non interrompue (fig. 6J).

[ISJ Ensellement externe:

Dépression de profondeur toujours inférieure au mètre, parallèle au front récifal, comprise entre la plateforme supérieure des éperons et le glacis récifal [16J. Elle présente un aspect bosselé traduisant l'affaiblissement de l'action des

[12] Reef flat ;

The reef flat corresponds to the whole subhorizontal platform constituting the top of a coral reef structure.

a) When a boulder tract (or a morphological equivalent) is present on the fore part of the reef flat, the latter is divided into an outer reef flat, in front of the boulder tract, and an inner reef flat behind. The outer reef flat, the boulder tract and the inner reef flat appear as concentric or parallel strips.

b) When the boulder tract is lacking, the outer reef flat and the inner reef flat are not individualized, but some of the morphological elements defined in the frame of the previous case can be found again here, together with other morphological features (branched coral field, branched coral rim and branched coral reef flat) peculiar to that type of reef flat.

- WITH BOULDER TRACT

Outer reef flat

[13] Outer reef flat ;

The part of the reef situated in front of the boulder tract [23] or of its morphological equivalent. The subhorizontal top of some small coral islets in front of the outer reef flat proper and belonging to the same reef tract can be included in the same morphological feature (fig. II, 12, 13).

[141 Spur upper platform :

The fore platform of the reef flat, corresponding to the subhorizontal upper part of the spurs. This platform is constituted of continuous or discontinuous heads stretching towards the open sea. When the grooves are filled up, the hinder part of this platform has the shape of an uninterrupted belt (fig. 6).

[IS] Outer moat :

A depression, always less than 1 m deep, parallel to the reef front, lying between the spur upper platform and the reef glacis [16]. Its floor is dented, as a consequence of the reef

organismes constructeurs et la prépondérance de l'action des organismes destructeurs (fig. II et 13).

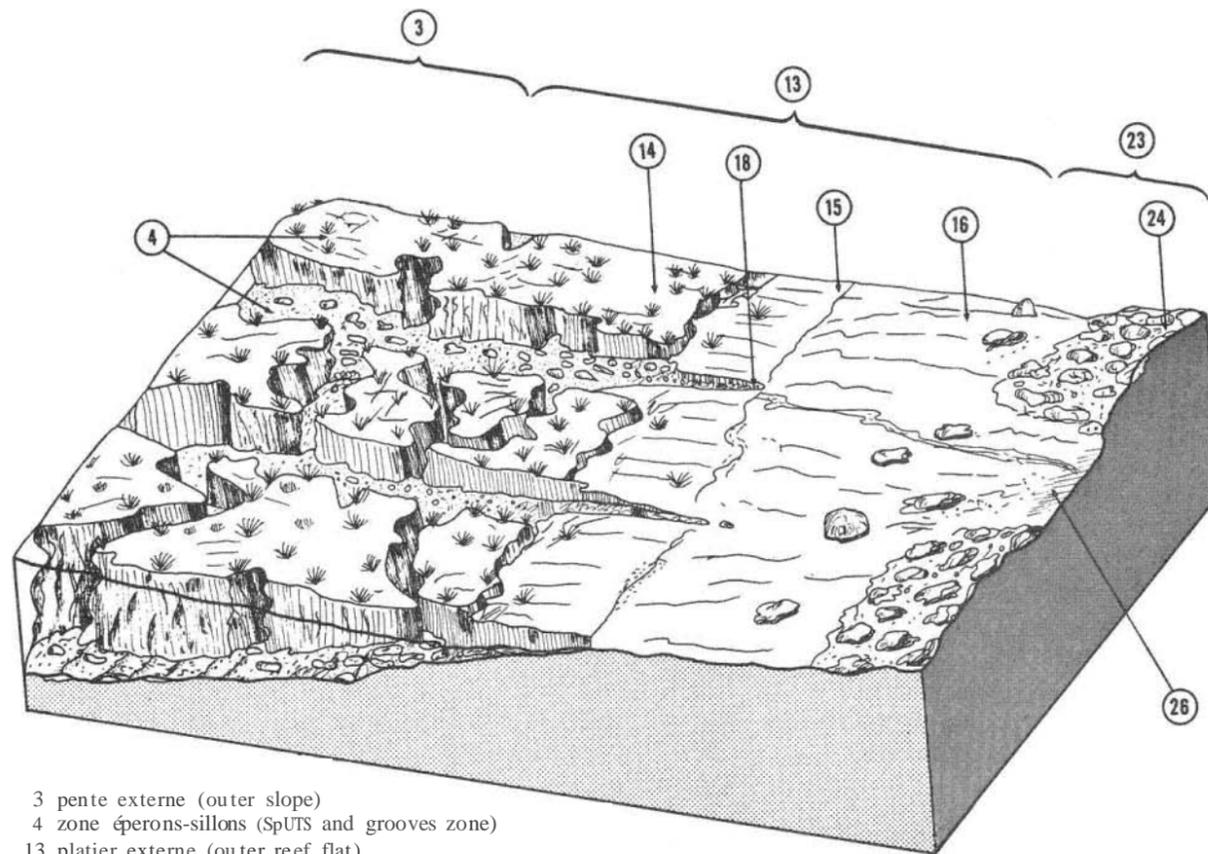
[16] Glacis récifal:

Concrétionnement organogène d'épaisseur variable selon les secteurs, mais toujours plus mince vers l'avant et en faible pente vers le large, continu ou discontinu, dont la surface présente un aspect plus ou moins uni. Ce concrétionnement est en placage sur un soubassement de nature différente (fig. II J).

builders weakened activity and of the preponderance of reef destroying organisms (fig. 11, 13).

[16] Reef glacis :

A layer of organic concretion, slightly inclined seaward, continuous or discontinuous, the thickness of which depends on the location, but is always thinner in the front part. This organic concretion has a more or less even surface, and is laying on a basement of a different constitution (fig. II J).



- 3 pente externe (outer slope)
- 4 zone éperons-sillons (Spurs and grooves zone)
- 13 platier externe (outer reef flat)
- 14 plateforme supérieure des éperons (spur upper platform)
- 15 ensellement externe (outer moat)
- 16 glacis récifal (reef glacis)
- 18 rainure (furrow)
- 23 levée détritique (boulder tract)
- 24 dôme (crag dome)

Figure 11 Bloc diagramme schématique de platier externe.

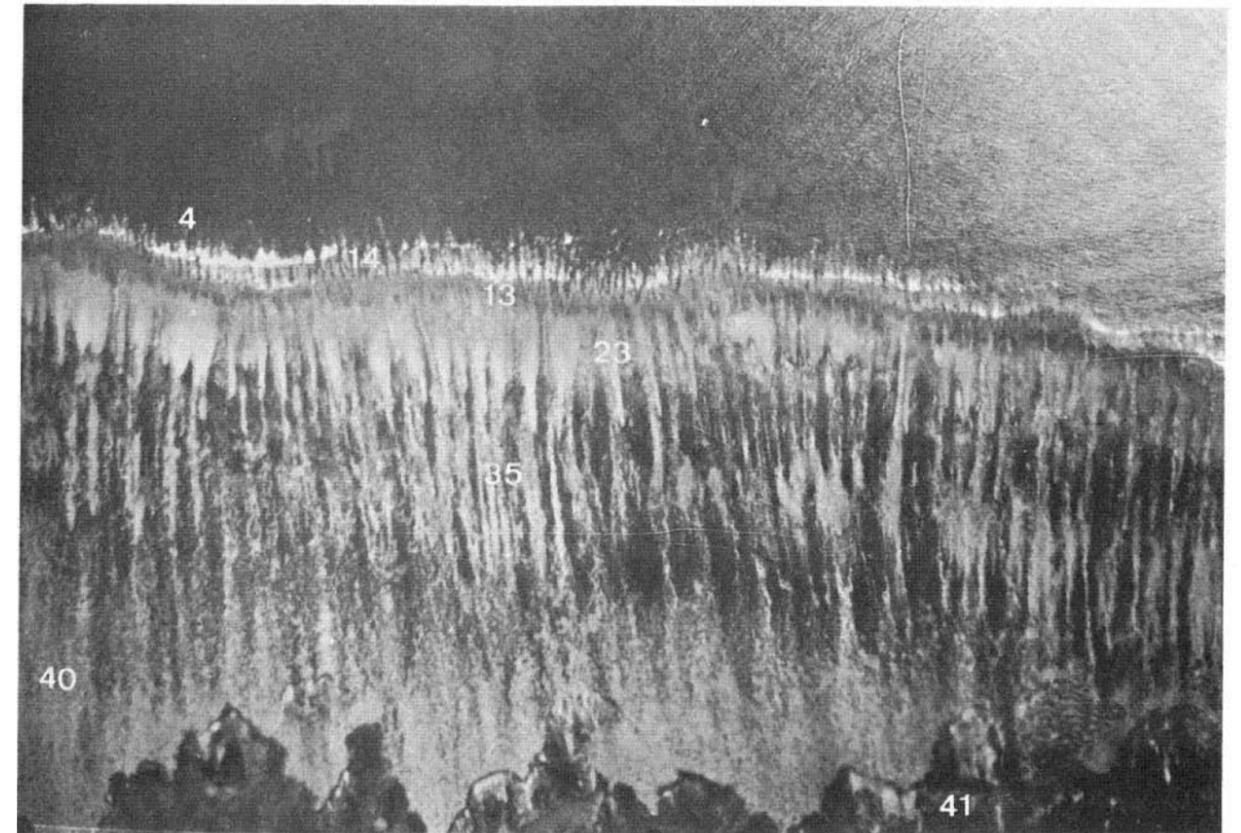
Figure 11 Perspective sketch diagram of an outer reef flat.

[17] Cheminées, trous souffleurs et fissures de jaillissement :

Orifices s'ouvrant sur le platier externe, en communication avec la pente externe par l'intermédiaire de tunnels récifaux et

[17] Snrge openings, blow holes and surge clefts :

Orifices opening on the outer reef flat, connected with the outer slope through the reef tunnels, and where water springs up at low tide



- 4 zone éperons-sillons (spurs and grooves zone)
- 13 platier externe (outer reef flat)
- 14 plateforme supérieure des éperons (spur upper platform)
- 23 levée détritique (boulder tract)
- 35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef flat with coral alignments and sandy couloirs)
- 40 dépression médiane (inner moat)
- 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)

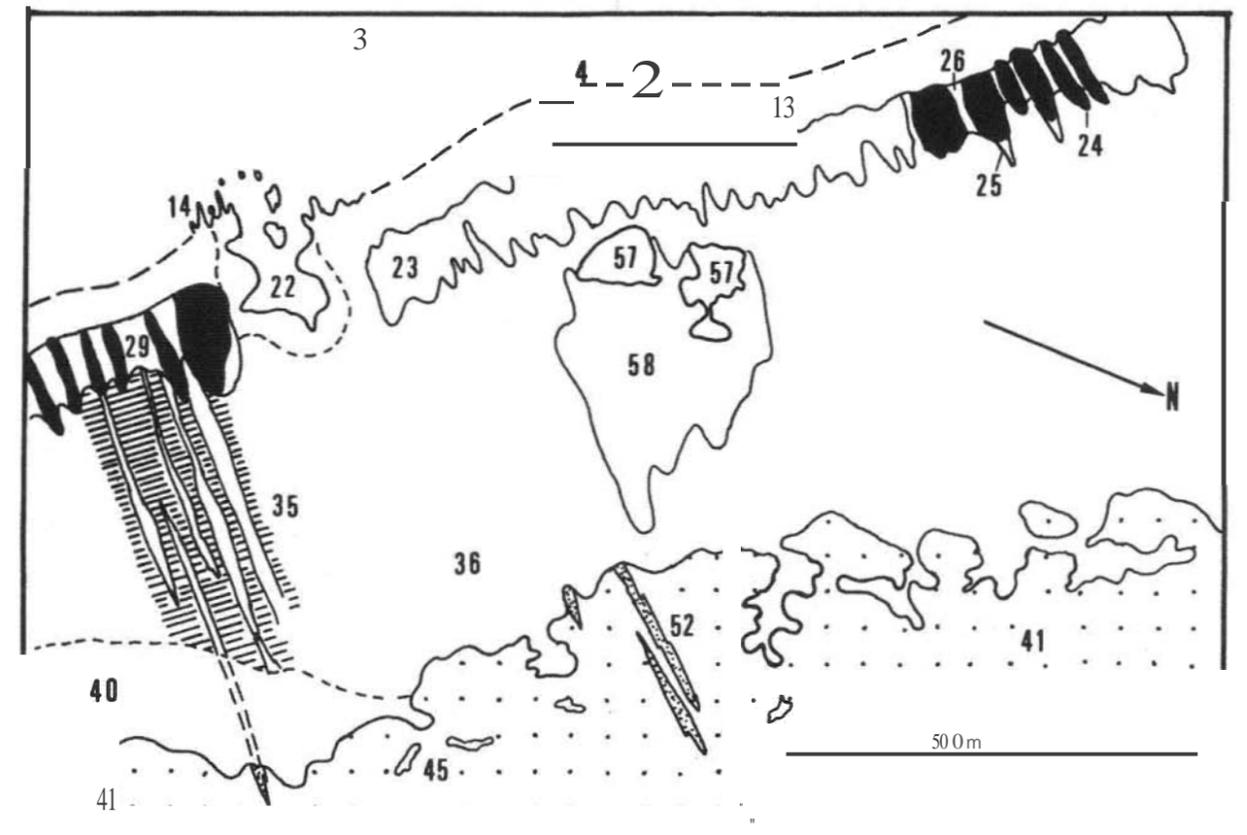
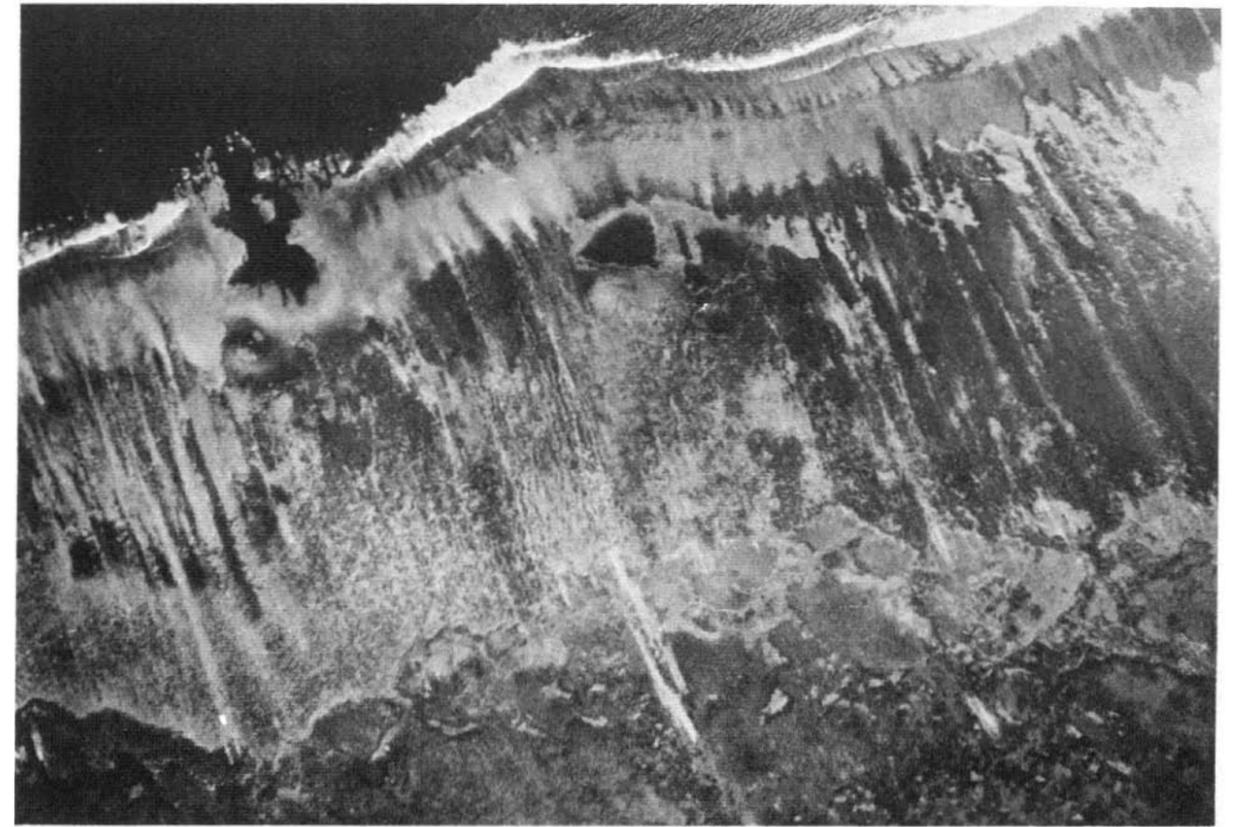
Figure 12 - Partie antérieure du platier récifal ("Grand Récif", S. d'Antseteky). Vue aérienne verticale (échelle : 1/10 000 environ).

Figure 12 - Fore part of the reef fiat ("Grand Récif", South of Antseteky). Vertical aerial photograph (scale : 1/10000).



Figure 13 Platier externe ("Grand Récif", travers d'Ankarandava). Vue générale de l'ensellement externe.

Figure 13 Outer reef fiat ("Grand Récif", latitude of Ankarandava). General view of the outer moat.



- 2 front récifal (reef front)
 3 pente externe (outer slope)
 4 zone éperons-sillons (spurs and grooves zone)
 13 platier externe (outer reef flat)
 14 plateforme supérieure des éperons (spur upper platform)
 22 crique externe (outer creek)
 23 levée détritique (boulder tract)
 24 dôme [crag (dome)]
 25 queue de gravelle (gravel tail)
 26 couloir de marée (tidal couloir)
 29 déversoir de la levée détritique (boulder bank outfall)
 35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef flat with coral alignments and sandy couloirs)
 36 platier à éléments dispersés (reef flat with scattered coral growth)
 40 dépression médiane (inner meat)
 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)
 45 cuvette de l'herbier (sea-grass bed basin)
 52 traînée sédimentaire (sedimentary trail)
 57 vasque et lagon enclavé (reef pool and enclosed lagoon)
 58 platier de colmatage et de remplissage (stopping up and filling up reef flat)

Figure 14 - Partie antérieure du platier récifal ("Grand Récif", "Grande Crique"). Vue aérienne verticale (échelle: 1/10000).

où s'observent des remontées ou des jaillissements d'eau dus aux vagues ; l'ensemble de ces dispositifs tend à s'obturer progressivement par croissance des organismes concrétionnants, surtout active au niveau du platier. Les dimensions de ces orifices sont inférieures à 1 m pour les trous souffleurs et à 5 m au maximum pour les cheminées (fig. 9).

[18] Rainure :

Figure d'érosion sinueuse, sensiblement perpendiculaire au front récifal, qui entaille les structures antérieures du platier sur une profondeur ne dépassant pas 40 cm. Elle est fréquemment en rapport avec une avancée de la levée détritique et se termine généralement dans un sillon (fig. 11).

[19] Marnète d'érosion (en malgache : *horaka*) :

Battistini, 1964, p. 465 : "mare de forme quelconque, souvent arrondie, contenant des gros blocs roulés au fond, et qui évolue comme des marmites d'érosion".

(20) Tranchée (en malgache : *tatatse* ; Battistini, 1964, p. 465) :

Figure d'érosion, étroite (0,5 à 1,5 m) et allongée (20 à 50 m) qui entaille profondément (1,4 à 3 m) tout ou partie du platier externe. **Cette tranchée qui a un tracé en zig-zag est, dans sa direction générale, perpendiculaire au front récifal.**

[21] Vasque témoin :

Elément de sillon ou de crique externe [22] isolé au sein du platier récifal par suite du colmatage par concrétionnement organogène ou par chaos de blocs, ou par les deux réunis. **Cet élément aux parois verticales, de forme généralement allongée perpendiculairement au front récifal, a une largeur maximale de l'ordre d'une dizaine de mètres; sa profondeur peut atteindre 3 m. Sa bordure peut être en encorbellement; le sédiment est peu abondant sur le fond.**

[22] Crique externe :

Echancrure de la partie externe du récif, de forme variable, entaillant l'édifice récifal perpendiculairement au front récifal sur une distance de l'ordre d'une centaine de mètres. Sa largeur moyenne est d'une cinquantaine de mètres et sa profondeur ne dépasse pas une dizaine de mètres. Elle traverse généralement l'ensemble du platier externe ou de son équivalent, modifié par sa présence la zonation du platier situé sur sa bordure et en arrière, et interrompt la levée détritique (fig. 14 et 25).

under wave pressure. These features tend to be progressively obturated because of the active growth, especially at the reef flat level, of reef builders. The dimensions of these orifices are less than 1 m for blow holes and up to 5 m for surge openings (fig. 9).

[18] Furrow:

A sinuous erosion feature roughly perpendicular to the reef front, slotting the fore structure of the reef flat, less than 40 cm deep. It is frequently connected with a heading of the boulder tract and generally ends in a groove (fig. 11).

[19] Erosion pot hole (malagasy : *horaka*) :

The following definition is from Battistini (1964, p.465): basin of any shape, frequently rounded, containing large cobbles rolled over the bottom, and which evolves like an erosion pot hole.

[20] Reef trench (malagasy: *tatatse*, Battistini, 1964, p. 465) :

A narrow (0,5- 1,5 m) and long (20-50 m) erosion feature, deeply (1,5-3 m) cutting the outer reef flat or only a part of the outer reef flat. The reef trench has a zig-zag outline but its general direction is perpendicular to the reef front.

[21] Residual pool :

An element of a groove or of an outer creek [22] , insulated within the reef flat, owing to the filling in by calcareous secretion, a black chaos, or bath. Such an element, with vertical sidewalls has an elongated shape, perpendicular to the reef front, and a maximum width of about 10 m. Its depth may reach 3 m. Its edge is sometimes overhanging. Sediments are scarce on its floor.

[22] Outer creek :

A gap or opening of variable shape in the outer part of the reef, cutting the reef tract perpendicularly to the reef front, on a distance of about 100 m. Its average width is about 50 m and its depth is less than 10 m. An outer creek generally stretches across the whole outer reef flat or its morphological equivalent. The reef flat zonation is perturbed on the edge and behind the outer creek, the latter also interrupting the boulder tract (fig. 14, 25).

III - PLATIER RECIFAL

III - REEF FLAT

[12] Platier récifal:

Le platier récifal correspond à l'ensemble de la plateforme subhorizontale terminant vers le haut un édifice récifal.

a) Lorsqu'il existe une levée détritique, ou un équivalent morphologique vers, la partie antérieure du platier récifal, celui-ci est alors subdivisé en platier externe en avant, et en platier interne en arrière. Le platier externe, la levée détritique et le platier interne se présentent sous l'aspect de bandes parallèles ou concentriques.

b) En l'absence de levée détritique, le platier récifal n'est pas différencié en platier externe et platier interne, mais des éléments morphologiques définis dans le cadre du premier cas peuvent s'y retrouver, ainsi que d'autres (champ de Madréporaires branchus, bourrelet de Madréporaires branchus et platier de Madréporaires branchus) particuliers à ce type de platier récifal.

- AVEC UNE LEVEE DETRITIQUE

Platier externe

[13J] Platier externe :

Partie du platier récifal située en avant de la levée détritique (231 ou de son équivalent morphologique. Le sommet subhorizontal de certains petits îlots coralliens, en avant du platier externe proprement dit et dépendant du même édifice récifal, peut lui être référé (fig. II, 12, 13).

[141] Plateforme supérieure des éperons:

Plateforme antérieure du platier récifal correspondant à la partie supérieure subhorizontale des éperons. Elle présente des avancées continues ou fractionnées s'étirant vers le large. En cas d'oblitération des sillons, la partie postérieure de cette plateforme constitue une bande non interrompue (fig. 6J).

[ISJ] Ensellement externe:

Dépression de profondeur toujours inférieure au mètre, parallèle au front récifal, comprise entre la plateforme supérieure des éperons et le glacis récifal [16J]. Elle présente un aspect bosselé traduisant l'affaiblissement de l'action des

[12] Reef flat ;

The reef flat corresponds to the whole subhorizontal platform constituting the top of a coral reef structure.

a) When a boulder tract (or a morphological equivalent) is present on the fore part of the reef flat, the latter is divided into an outer reef flat, in front of the boulder tract, and an inner reef flat behind. The outer reef flat, the boulder tract and the inner reef flat appear as concentric or parallel strips.

b) When the boulder tract is lacking, the outer reef flat and the inner reef flat are not individualized, but some of the morphological elements defined in the frame of the previous case can be found again here, together with other morphological features (branched coral field, branched coral rim and branched coral reef flat) peculiar to that type of reef flat.

- WITH BOULDER TRACT

Outer reef flat

[13] Outer reef flat ;

The part of the reef situated in front of the boulder tract [23] or of its morphological equivalent. The subhorizontal top of some small coral islets in front of the outer reef flat proper and belonging to the same reef tract can be included in the same morphological feature (fig. II, 12, 13).

[141] Spur upper platform :

The fore platform of the reef flat, corresponding to the subhorizontal upper part of the spurs. This platform is constituted of continuous or discontinuous heads stretching towards the open sea. When the grooves are filled up, the hinder part of this platform has the shape of an uninterrupted belt (fig. 6).

[IS] Outer moat :

A depression, always less than 1 m deep, parallel to the reef front, lying between the spur upper platform and the reef glacis [16]. Its floor is dented, as a consequence of the reef

une fraction fine pouvant être d'origine terrigène. A leur partie supérieure, les blocs sont plus ou moins soudés par un concrétionnement organogène. La digue filtrante s'intercale entre deux dômes; lors des basses mers de vives-eaux, elle forme un barrage à travers lequel filtre l'eau des mares résiduelles [28].

[28] Mare résiduelle :

Petite dépression située entre les dômes, en arrière de la digue filtrante, et qui reste remplie d'eau lors des basses mers de vives-eaux.

[29] Déversoir de la levée détritique :

Interruption, sur une certaine longueur, de la levée détritique ou de son équivalent morphologique, correspondant à l'absence de un ou plusieurs dômes consécutifs. Lors des basses mers de vives-eaux, comme les couloirs de marée, ils drainent vers l'avant les eaux du platier interne et sont le siège de vifs courants. Leur seuil peut être légèrement surélevé par des formations organogènes secondaires. On peut y observer également de petites implantations d'herbiers de Phanérogames [41] (fig. 14).

Levée détritique en remparts

Dans une levée détritique en remparts s'individualisent le ou les remparts de blocs, une nappe de gravelle et des naques résiduelles (fig. 15 B et 25).

[30] Rempart de blocs :

Accumulation continue de matériel détritique en relief accentué, dont la crête est sensiblement parallèle au front récifal; son profil est dissymétrique, avec une pente forte à l'arrière. Il peut exister deux remparts successifs dont les bases peuvent s'interpénétrer: un rempart antérieur constitué de blocs et un second, plus en arrière, constitué principalement de gravelles grossières.

[31] Nappe de gravelles :

Epannage de gravelles grossières à l'arrière de la levée détritique en remparts et dont la limite postérieure présente des sinuosités plus ou moins importantes.

[32] Flaque résiduelle :

Petite retenue d'eau jalonnant le fond de la dépression séparant les crêtes des deux remparts et finissant par s'assécher totalement aux basses mers de vives-eaux.

with fine sediments of possibly terrigenous origin. On their upper part, the blocks are more or less soldered by limestone deposited by reef builders. The filtering dike separates two neighbouring crags or domes. During the low water of spring tides, it constitutes a barrage through which the water of residual ponds [28] filters.

[28] Residual pond :

A small dip localized between the crags, behind the filtering dikes, and which remains filled with sea water during the low water of spring tides.

[29] Boulder bank outfall :

Rather long break in the boulder bank or in its morphological equivalent, corresponding to the lack of one or several consecutive crags. During low water of spring tides they drain forward the inner reef flat waters, such as the tide channels, and strong currents are to be observed there. Their sill is sometimes slightly raised by secondary organic concretions. Small patches of sea grasses [41] sometimes settle there too (fig. 14).

Boulder rampart

In a rampart-shaped boulder tract, the following morphological features are to be found: one or several block rampart, a gravel sheet and residual puddles (fig. 15B, 25).

[30] Block rampart :

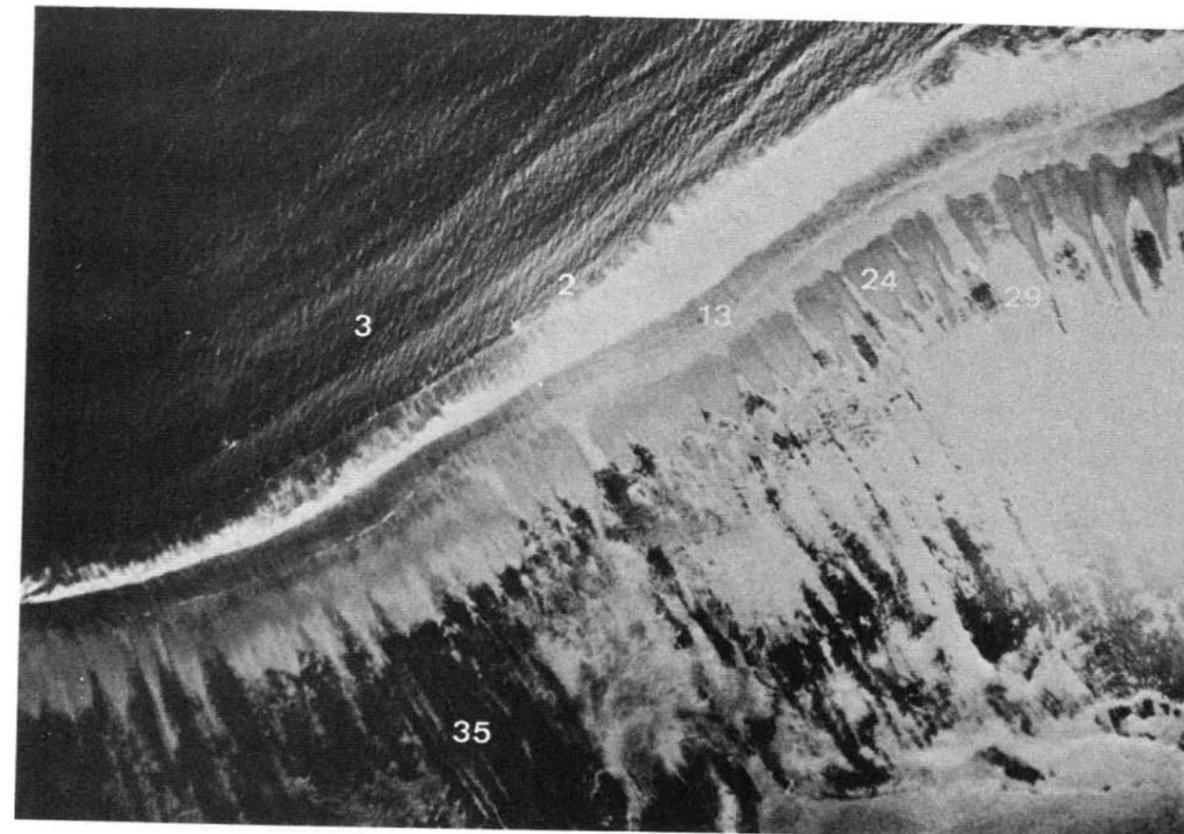
A continuous deposit of detrital elements, with marked relief, the crest of which is roughly parallel to the reef front. Its profile is asymmetrical (steplike), with a steep slope at the back. Two successive ramparts may occur, the bases of which interpenetrate: a fore rampart made of coral blocks and a second one, backward, chiefly made of coarse gravel.

[31] Gravel sheet :

A spreading of coarse gravel behind the boulder rampart, the rear boundary of which shows sinuosities of various sizes.

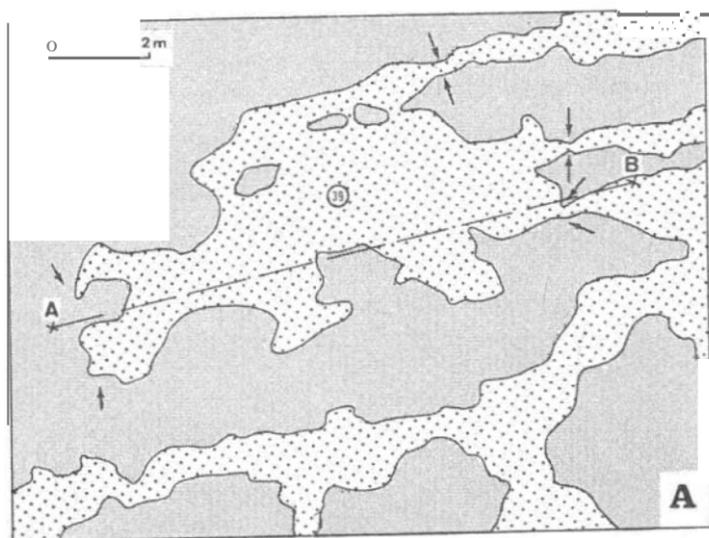
[32] Residual puddle :

A small damming of water, marking out the floor of the thalweg between the crests of the two ramparts. It ends by drying up completely at low water of spring tides.



2 front récifal (reef front)
3 pente externe (outer slope)
13 platier externe (outer reef flat)
24 dôme [crag (dome)]
29 déversoir de la levée détritique (boulder bank outfall)
35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef flat with coral alignments and sandy channels)

Figure 16 - Levée détritique en dômes (N. "Grand Récif"). Vue aérienne verticale (échelle : 1/10 000 environ).
Figure 16 - Crag-and-tail boulder bank (N. "Grand Récif"). Vertical aerial photograph (scale : 1/10 000).



O 35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef fiat with coral alignments and sandy couloirs)

39 Cuvette d'obturation (obturation basin) zone de concrétionnement organogène (obturation zone by calcareous deposition)

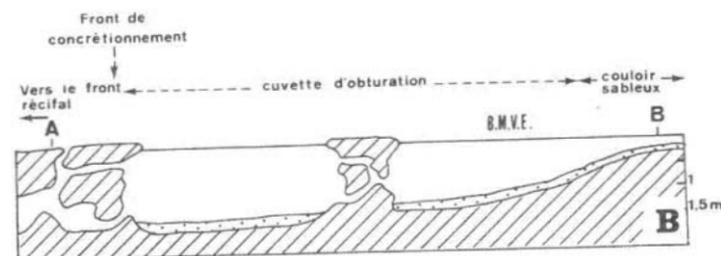


Figure 17 - Cuvette d'obturation (Récif de Songoritelo).

A - Vue en plan.
B - Profil longitudinal.

Figure 17 - Obturation basin (Songoritelo reef).

A - Plan drawing.
B - Long profile.

Platier interne

[33J] Platier interne :

Partie du platier récifal située en arrière de la levée détritique ou de son équivalent morphologique (fig. 14, 18, 25 et 26).

- Formations construites du platier interne

Les formations construites du platier interne comprennent : le platier compact, le platier à alignements coralliens et couloirs sableux, le platier à éléments dispersés et le platier à microatolls. Leur caractéristique est d'avoir généralement une surface supérieure arasée. Un ou plusieurs des types de formations construites du platier interne peuvent ne pas être représentés.

[34] Platier compact :

Formation compacte sur une grande étendue, caverneuse dans sa masse, dont la surface présente un aspect arasé. Elle résulte de la coalescence de constructions organogènes entre lesquelles subsistent généralement de nombreuses cavités qui peuvent déboucher à la surface du platier par des orifices plus ou moins resserrés de dimensions variables (fig. 18 et 25).

[35] Platier à alignements coralliens et couloirs sableux :

Zone du platier interne constituée par une alternance d'alignements coralliens et de couloirs sableux généralement perpendiculaires au front récifal. Un alignement corallien est formé d'éléments organogènes plus ou moins resserrés, anfractueux, de dimension et de forme variables, dont la face supérieure est arasée. Un couloir sableux est irrégulièrement tapissé de sédiments biodétritiques (fig. 12, 14 et 18).

[36] Platier à éléments dispersés :

Formation organogène anfractueuse dont les éléments isolés et dispersés présentent le plus souvent un sommet arasé. Leurs bases sont généralement ennoyées dans une couche de sédiments biodétritiques d'épaisseur variable (fig. 14 et 18).

[37] Platier à microatolls :

Zone dans laquelle les formations organogènes sont subcirculaires et arasées, compactes ou anfractueuses et dans laquelle elles prennent généralement la forme annulaire caractéristique des microatolls [38J].

Inner reef flat

[33J] Inner reef flat :

The part of the reef fiat lying behind the boulder tract or its morphological equivalent.

- Coral-built formations of the inner reef flat

The coral-built formations of the inner reef fiat include : the compact reef fiat, the reef fiat with coral alignments and sandy couloirs, the reef fiat with scallered coral growth and the reef fiat with microatolls. All these formations have one common characteristic feature: they have a levelled nat top. One or several of the coral-built formations may be lacking.

[34] Compact reef fiat :

A compact, dense formation of large dimensions, with holes inside and with a levelled surface. It results from the soldering of limestone deposits by reef organisms, between which numerous cavities remain unfilled. These cavities open at the surface of the reef nat through more or less confined orifices of various sizes. (fig. 18, 25).

[35J] Reef fiat with coral alignments and sandy couloirs :

The part of the inner reef fiat, consisting of an alternation of coral alignments and of sandy couloirs, generally perpendicular to the reef front. A coral alignment is composed of coral-built elements, more or less crowded, anfractuous, of various shapes and sizes, and with a nat levelled top. The floor of a sandy couloir is irregularly scallered with sediments of skeletal origin (fig. 12, 14, 18).

[36J] Reef fiat with scallered coral growth :

An anfractuous coral-built formation composed of isolated and scallered elements with a levelled top, as a rule. Their basement is embedded in a layer of variable thickness of sediments of organic origin (fig. 14, 18).

[37] Reef fiat with microatolls :

The part of the inner reef fiat in which the coral-built formations are subcircular and levelled at their top, compact or anfractuous. They generally take the characteristic annular shape of microatolls [38J].

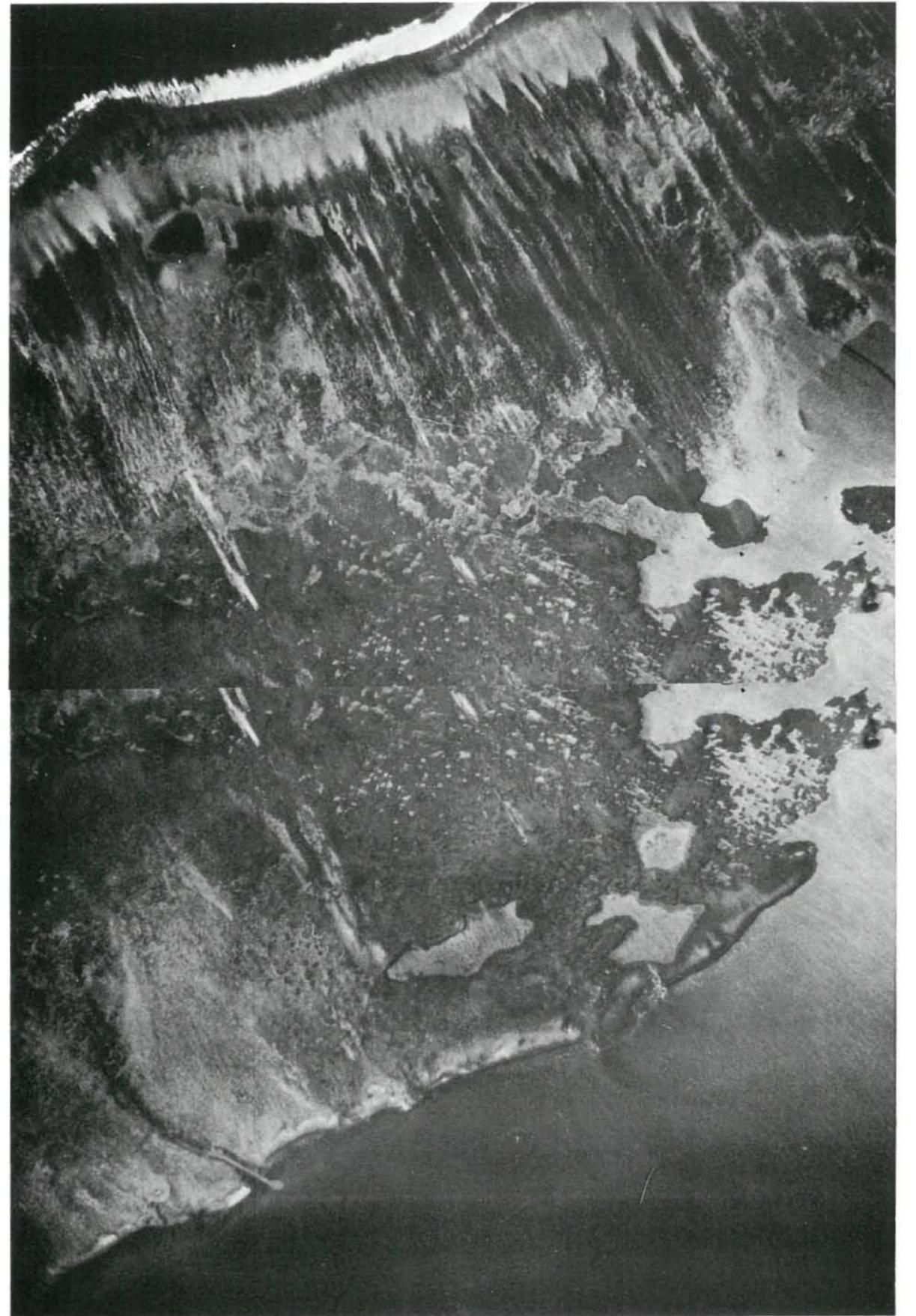
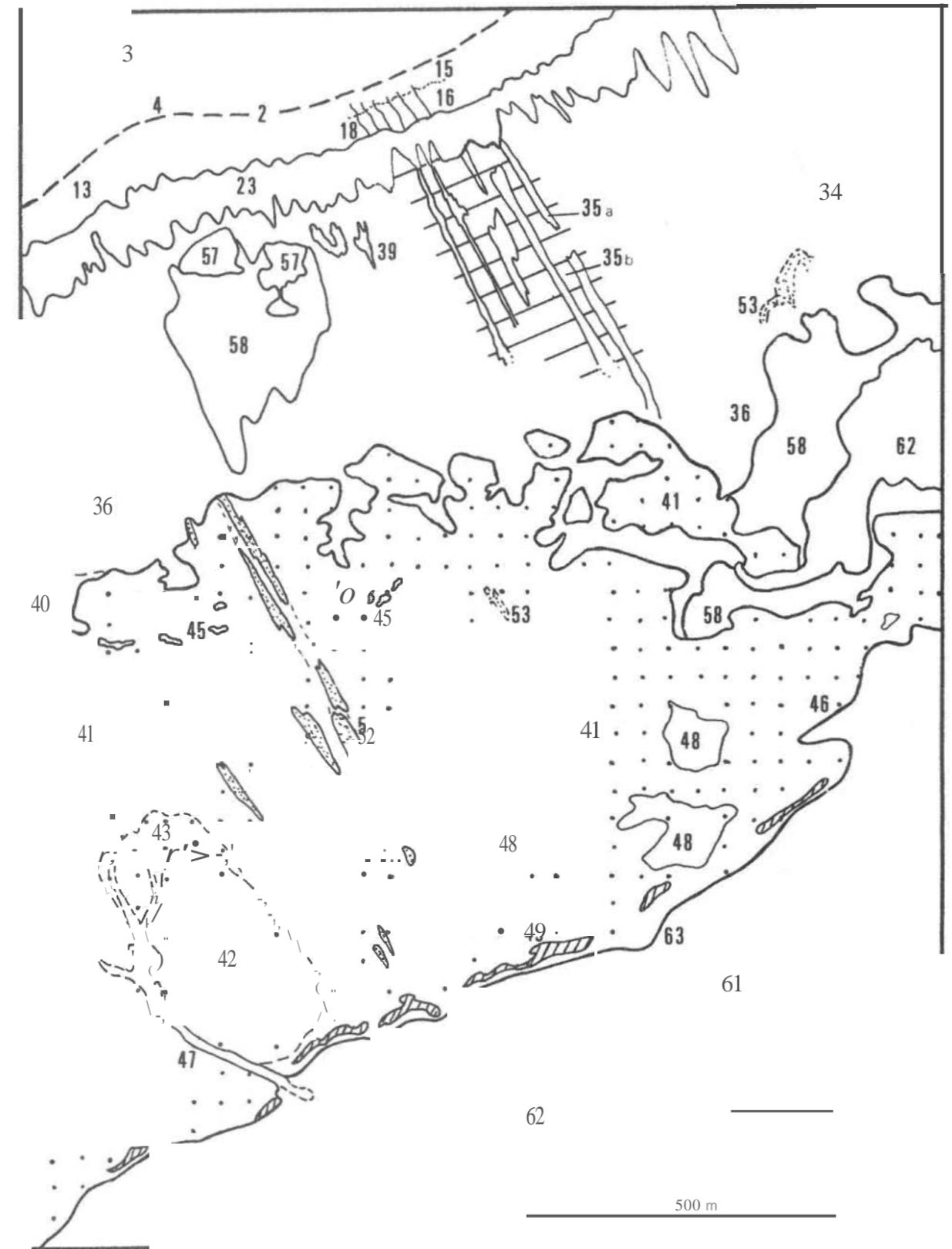


Figure 18 Platier récifal ("Grand Récif", travers du port de Tuléar). Vue aérienne verticale (échelle : 1/10 000).
Figure 18 Reef flat ("Grand Récif" abeam of Tuléar harbour). Vertical aerial photograph (scale : 1/10000).



- 2 front récifal (reef front)
- 3 pente externe (outer slope)
- 4 zone éperons-sillons (spurs and grooves zone)
- 13 platier externe (outer reef flat)
- 15 ensellement externe (outer moat)
- 18 rainure (furrow)
- 23 levée détritique (boulder tract)
- 34 platier compact (compact reef flat)
- 35 platier à alignements coralliens (a) et couloirs sableux (b) [reef flat with coral alignments (a) and sandy couloirs (b)]
- 36 platier à éléments dispersés (reef flat with scattered coral growth)
- 39 cuvette d'obturation (obturation basin)
- 40 dépression médiane (Inner moat)
- 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)
- 42 accumulation sableuse et bancs de sables (sandy accumulation and sand banks)
- 43 champ de tumuli et d'entonnoirs (de platier) [tumuli-and-funnels field (of reef flat)]
- 45 cuvette de l'herbier (sea-grass bed basin)
- 46 banquette d'érosion de l'herbier (sea-grass bed erosion banquette)
- 47 chenaux de l'herbier (sea-grass bed channels)
- 48 mare de l'herbier (sea-grass bed pool)
- 49 dune de bordure (border dune)
- 52 traînée sédimentaire (sedimentary trail)
- 53 petite traînée sédimentaire (small sedimentary trail)
- 57 vasque et lagon enclavé (reef pool and enclosed lagoon)
- 58 platier de colmatage et de remplissage (stopping up and filling up reef flat)
- 61 pente interne (inner slope)
- 62 lagon, chenal postrécifal (lagoon, backreef channel)
- 63 pâté corallien (coral patch)

Figure 18 - Platier récifal ("Grand Récif", travers du port de Tuléar). Vue aérienne verticale.

[38] Microatoll :

Un microatoll est constitué par une colonie de Madréporaire, plus rarement d'Hydrocoralliaire (*Millepora*) ou d'Alcyonaire (*Heliopora*), pouvant atteindre de grandes dimensions dans un plan horizontal, mais dont la croissance dans le plan vertical n'a pu s'effectuer normalement. Les microatolls sont localisés dans la partie la plus interne du platier qui reste recouverte d'une faible couche d'eau aux basses mers de vives-eaux. Dans le type le plus achevé, la zone centrale de la partie supérieure de la colonie est creusée d'une cuvette à parois subverticales (ou "micro-lagon") de quelques décimètres de profondeur. Le Madréporaire n'est vivant que sur la périphérie du microatoll et sur les parois de la cuvette centrale. Ce sont surtout les Madréporaires ayant les colonies massives qui peuvent former des microatolls (*Porites* tout particulièrement).

[39] Cuvette d'obturation :

Élément de couloir sableux ou de déversoir de la levée détritique, à fond sableux, obturé par un concrétionnement organogène. Dans le cas des couloirs sableux, le concrétionnement est essentiellement dû aux Madréporaires et peut exister à l'avant comme à l'arrière. Par contre, les déversoirs de la levée détritique sont oblitérés uniquement vers l'avant par un concrétionnement où les Algues calcaires jouent un rôle important. Les parois de ces cuvettes sont raides et parfois surplombantes ; sur le fond le sédiment est abondant. Leur profondeur, plus importante à l'avant, est en moyenne de l'ordre du mètre (fig. 17).

[40] Dépression médiane :

Dépression du platier interne, allongée parallèlement au front récifal, dans laquelle les formations organogènes dispersées n'atteignent pas la surface du plan d'eau résiduel à basse mer. Elle peut remplacer tout ou partie des formations construites du platier interne (fig. 12, 14, et 26).

Accumulations sédimentaires et leurs figures d'érosion (fig. 14, 18, 19 et 20).

Sur la partie supérieure du platier récifal s'individualisent des dépôts sédimentaires fixes et mobiles de différents types. Les accumulations sédimentaires fixes, généralement colonisées par des herbiers de Phanérogames, sont constituées par l'accumulation sableuse et les bancs de sable et, localement, par des champs

[38] Microatoll :

A microatoll is constituted of one colony of Madreporian coral, more rarely of Hydrocoral (*Millepora*) or of Alcyonarian coral (*Heliopora*). Such a single colony may have large horizontal dimensions, but its vertical growth could not be accomplished normally. Microatolls are localized in the inner part of the reef flat which remains covered by a thin sheet of water at low water of spring tides. In the most perfect type of microatoll, the central part of the flat upper surface of the colony is dug out into a basin with vertical sidewalls (or "micro-lagoon"), a few decimeters deep. The coral is living only at the periphery of the microatoll and on the sidewalls of the central basin. Microatolls are especially formed by corals which have a massive growth form (particularly *Porites*).

[39] Obturation basin :

A part of a sandy couloir or of a boulder bank outfall, obturated by a calcareous deposition by reef organisms. In the case of sandy couloirs, calcareous deposits come mostly from Madreporian corals and may exist at the fore part and at the back of the basins. On the contrary the boulder bank outfalls are obturated solely at the fore part by limestone concretion in which calcareous red Algae play an important part. The sidewalls of these basins are steep and sometimes overhanging. Sediment is abundant on the floor. Their depth, greater forward than backward averages about 1 m (fig. 17).

[40] Inner moat :

A depression in the inner reef flat stretching out in a parallel direction with the reef front, and in which the coral formations are scattered and do not reach the surface of the residual sheet of water at low tide. The inner moat may replace wholly or partly the coral-built formations of the inner reef flat (fig. 12, 14, 26).

Sedimentary accumulations and their erosion features (fig. 14, 18, 19, 20).

On the surface of the reef flat, various types of fixed or mobile sedimentary accumulations are to be seen. Fixed sedimentary accumulations (on which sea grass beds generally settle) include : the sandy accumulation and the sand banks, and, locally, tumuli-

de tumuli et d'entonnoirs ainsi que des banquettes de rétention. Ces dépôts peuvent être interrompus par des figures d'érosion (cuvettes, banquettes et chenaux de l'herbier) et par des secteurs où, en plus, la sédimentation peut faire défaut (mare de l'herbier). Les accumulations sédimentaires mobiles sont de deux types : les dunes hydrauliques et les sédiments en transit.

a) Accumulations sédimentaires fixes

[41] Herbier de Phanérogames :

Implantation plus ou moins dense et continue sur substrats sédimentaires d'épaisseur variable, de Phanérogames marines se développant en taches isolées ou sur de grandes étendues. Ces formations constituent des prairies ou des pelouses, mono- ou polyspécifiques (fig. 18, 25, 26 et 27).

[42] Accumulation sableuse et banc de sable :

Large zone de dépôt en relief adouci, située sur la partie postérieure du platier récifal, et constituée essentiellement de sable biodétritique. Les sédiments y sont colonisés par des herbiers de Phanérogames marines, à l'exception de bancs de sable, enclavés, pouvant atteindre une cote altitudinale élevée et couvrir de grandes superficies. Une partie des sédiments constituant les bancs de sable peut provenir des champs de tumuli et d'entonnoirs de platier [43].

[43] Champ de tumuli et d'entonnoirs (de platier) :

Formation à alternance de petits reliefs et de creux liés à l'activité intense des animaux fouisseurs qui rejettent en abondance les sédiments des couches sous-jacentes à la surface. Sur les platiers récifaux, ces sédiments sont ultérieurement remaniés et étalés par les courants (fig. 21).

[44] Banquette de rétention :

Formation de faible superficie, isolée ou groupée et localisée au sommet de bancs de sable. Elle est due à la rétention de sédiments fins par action biologique. A titre d'exemple, on peut citer les banquettes vaseuses à *Lyngbya*, les banquettes vaseuses ou sableuses à *Modiolus* et les banquettes sableuses à *Phyllochaetopterinae* (fig. 22).

[45] Cuvette de l'herbier :

Petite dépression creusée par l'action érosive des courants de marée et des vagues dans les

and-funnels fields as well as retention benches. These deposits can be eroded by erosion features (sea grass bed basins, banquettes and channels) and by places where, furthermore, sediment deposition is lacking (sea grass bed hollows). Mobile sedimentary accumulations may belong to one of two types : hydraulic dunes and shifting sediments

a) Fixed sedimentary accumulations

[41] Sea grass bed :

A more or less dense and continuous implantation of sea grasses, growing as an isolated spot or on large areas, on soft bottoms of various depths. These sea grasses constitute mono-or polyspecific prairies or lawns (fig. 18, 25, 26, 27).

[42] Sandy accumulation and sandbank :

A large area of deposit with a smoothed relief, localized on the posterior (inner) part of the reef flat and essentially made of sand of skeletal origin. On the sediment sea grass beds settle, except on enclaved sandbanks reaching sometimes important heights, and covering large surfaces. The sediment giving rise to the sandbanks partly comes from the reef flat tumuli-and-funnel fields [43].

[43] (Reef flat) tumuli-and-funnels field :

A formation with an alternation of small reliefs and holes related to an intense activity of burrowing Invertebrates, transferring much sediment from the underlying strata to the surface. On the reef flats, these sediments are subsequently reshaped, re-sorted and spread over by currents (fig. 21).

[44] Retention bench :

An isolated or grouped small-sized feature localized on the top of sand banks. It has its origin in the retention of fine sediments by a biological mechanism. Conspicuous instances of retention benches are: the muddy *Lyngbya* benches, the sandy or muddy *Modiolus* benches and the sandy *Phyllochaetopterinae* benches (fig. 22).

[45] Sea grass bed basin :

A small depression burrowed by tide currents and wave scour in the sea grass beds, and

herbiers de Phanérogames. Elle est surtout abondante dans leurs zones marginales. Cette cuvette a un profil dissymétrique : l'un des côtés est vertical, parfois affouillé sous le lacis de rhizomes ; l'autre côté est en pente douce. Généralement, le côté vertical est situé vers l'origine des actions hydrodynamiques les plus intenses. Les sédiments provenant de ce creusement peuvent s'accumuler à proximité (fig. 18).

[46J] Banquette d'érosion de l'herbier :

Témoin résiduel subsistant après la destruction des herbiers de Phanérogames par de violentes actions érosives. Il peut résulter de la jonction et de l'anastomose des cuvettes de l'herbier.

[47] Chenaux de l'herbier :

Réseau dendritique de drainage de l'accumulation sableuse, fonctionnant aux basses mers de vives-eaux. Certaines ramifications peuvent prendre naissance dans la dépression médiane. Vers l'aval, ce réseau s'organise en chenaux au cours bien défini débouchant dans le lagon (62) (ou chenal post récifal) par un cône de déjection. Le fond de ces chenaux peut être couvert de Phanérogames s'étendant plus ou moins loin vers l'aval. Dans les portions les plus profondes, un substrat solide sous-jacent peut apparaître, avec installation de formations de Madréporaires.

[48] Mare de l'herbier :

Dépression de forme, de profil et d'étendue variables dans l'accumulation sableuse. Ces mares résultent soit d'actions érosives, soit d'un manque localisé de sédimentation. Fréquemment, un substrat solide sous-jacent constitue le fond des mares les plus profondes. La partie centrale peut être occupée par des formations de Madréporaires prenant quelquefois la forme de micro-atoll, tandis que les talus sont souvent colonisés par des Phanérogames.

b) Accumulations sédimentaires mobiles

α - Type "dune hydraulique"

Les accumulations sédimentaires de type "dune hydraulique" résultent de l'affrontement de masses d'eaux (réfraction de houles, courants de marées). Ces accumulations occupent une position relativement constante malgré de fréquents remaniements. On distingue les dunes de bordure et les cayes submersibles, ces dernières tendant à évoluer vers un type fixe : la caye émergée.

especially abundant in their marginal zones. Such a sea grass bed basin has an asymmetrical long profile : one of the sidewalls is vertical and sometimes eroded under the rhizome network ; the other sidewall slopes down gently. Generally, the vertical sidewall is situated towards the origin of the strongest hydrodynamic actions. The sediments coming from that digging may deposit nearby (fig. 18).

[46J] Sea grass bed erosion banquette :

A residual remnant, subsisting after the destruction of sea grass beds by violent scour. It may result from the junction and anastomosis of sea grass bed basins.

[47] Sea grass bed channels :

The dendritical drainage network of the sandy accumulation, working at low water of spring tides. Some ramifications may originate from the inner moat. Downstream, that network becomes organized into channels, with a well defined course, opening in the lagoon [62J (or backreef channel) through a dejection cone. The floor of these channels may be covered with sea grasses, spreading more or less downstream. In the deeper parts, the underlying hard bottom, on which Madreporian coral formations settle, may appear.

[48] Sea grass bed hollow :

A hollow in the sandy accumulation, with variable shape, size and profile. Such a hollow is the consequence of scours in the sea grass beds or of a localized lack in sediment deposition. Frequently the floor of the deepest sea grass bed hollows is constituted by an underlying hard bottom. The central part is filled with Madreporian coral formations which may be microatoll-shaped, while sea grasses often settle on the talus.

b) Mobile sedimentary accumulations

α - Hydraulic dune type

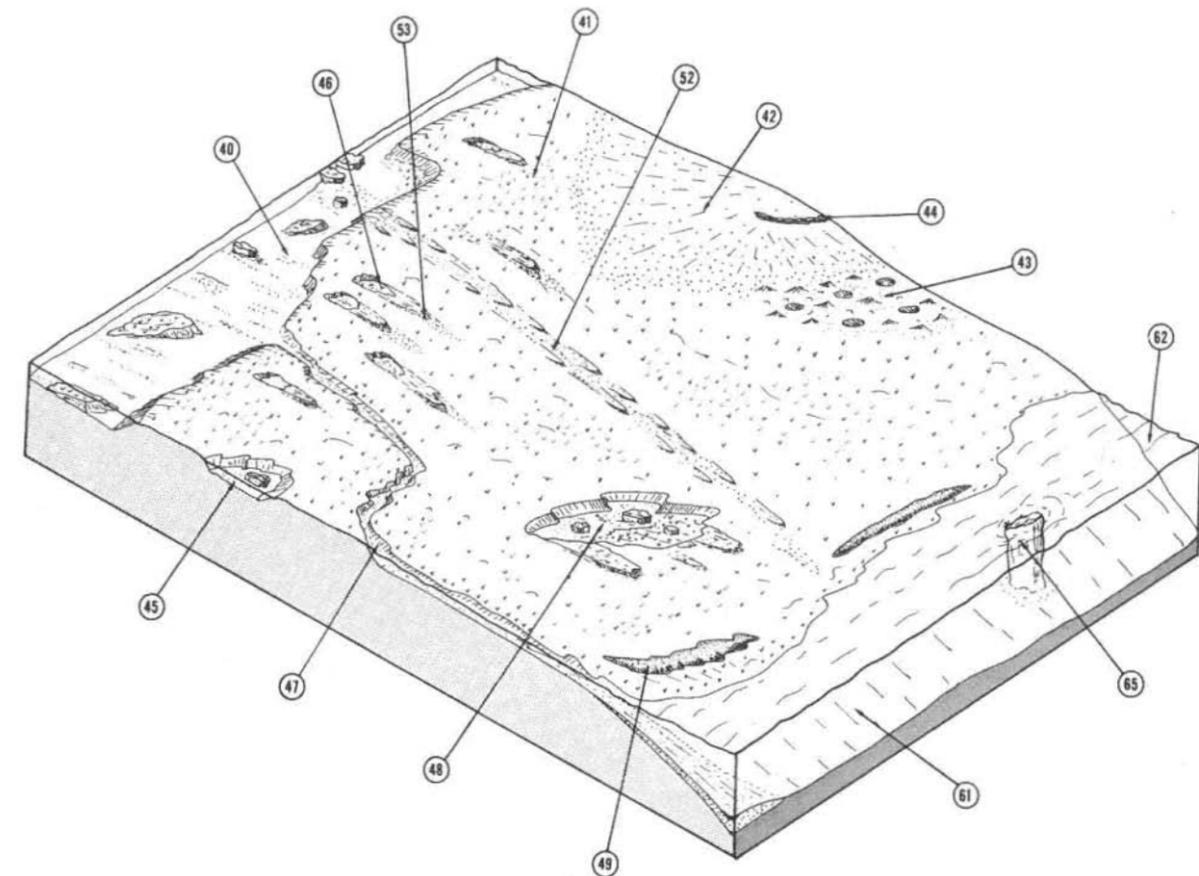
A sedimentary accumulation of the hydraulic dune type originates from an opposition between water masses (swell refractions, tide currents). These accumulations lie in a relatively invariable place, though they are frequently reshaped. Hydraulic dunes include : the border dune and the intertidal sand cays ; the latter tend to evolve into a fixed type : the emerged sand cayo

[49] Dune de bordure :

Accumulation de sables, exceptionnellement de gravelles, formant un bombement étroit et allongé, localisé en bordure de lagons, chenaux ou passes (fig. 18, 19 et 26).

[49] Border dune :

A sandy (or exceptionally gravel) accumulation with the shape of a narrow and elongated bulge, localized along the lagoon, channel and passage edges (fig. 18, 19, 26).



- 40 dépression médiane (Inner moat)
- 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)
- 42 accumulation sableuse et bancs de sable (sandy accumulation and sand banks)
- 43 champ de tumuli et d'entonnoirs (de platier) [tumuli-and-funnel field (on reef flat)]
- 44 banquette de rétention (retention bench)
- 45 cuvette de l'herbier (sea-grass bed basin)
- 46 banquette d'érosion de l'herbier (sea-grass bed erosion banquette)
- 47 chenal de l'herbier (sea-grass bed channel)
- 48 mare de l'herbier (sea-grass bed hollow)
- 49 dune de bordure (border dune)
- 52 traînée sédimentaire (sedimentary trail)
- 53 petite traînée sédimentaire (small sedimentary trail)
- 61 pente interne (inner slope)
- 62 lagon, chenal post-récifal (lagoon, backreef channel)
- 65 pinacle (pinnacle)

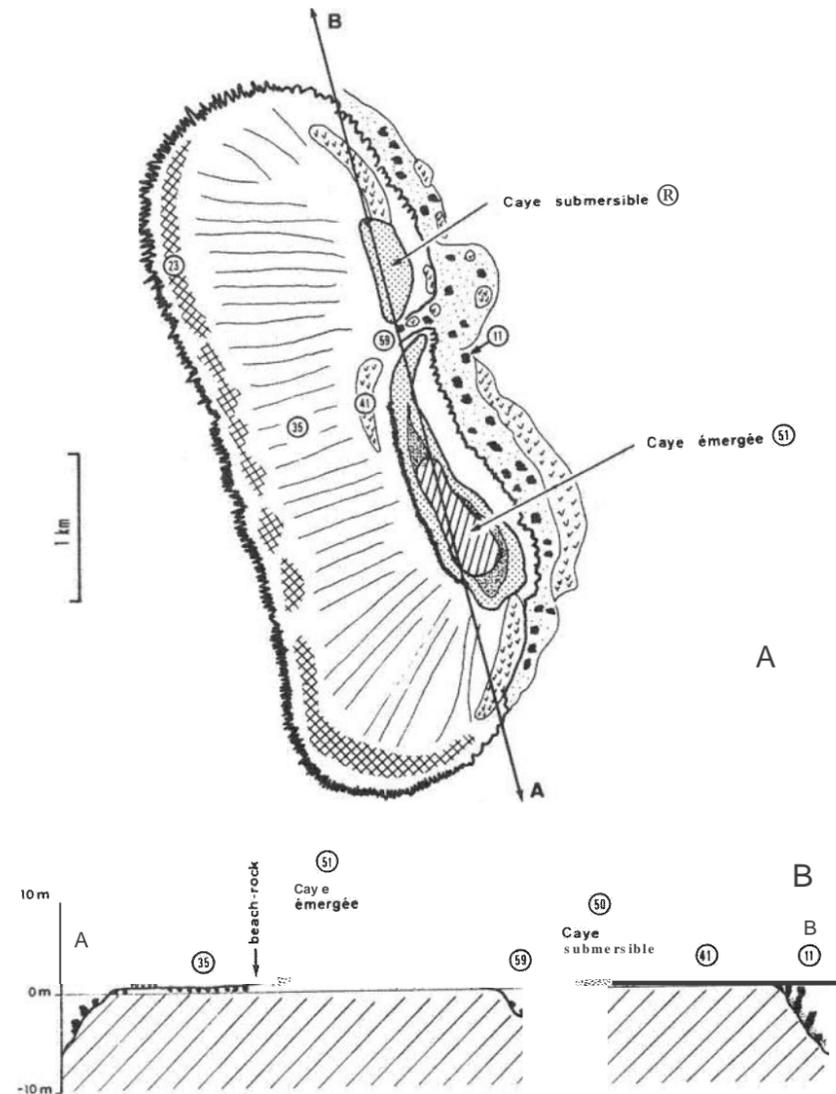
Figure 19 - Bloc diagramme schématique des accumulations sédimentaires (fixes et mobiles) et de leurs figures d'érosion.
Figure 19 - Perspective sketch diagram of the sedimentary accumulations (fixed or mobile) and of their erosion features.

[50] Caye submersible :

Relief ellipsoïdal sur la partie postérieure des platiers récifaux, constitué de sédiments sableux et de gravelles accumulés sous le vent. Les cayes submersibles sont liées aux zones de réfraction des houles (fig. 20).

[SOI] Intertidal sand cay :

A half ellipsoidal relief on the back (inner) part of reef flats, made of sandy sediments and of gravels, accumulated leeward. Intertidal sand cays are often related to swell refraction zones (fig. 20).



- 11 massif corallien (coral head)
 23 levée détritique (boulder tract)
 35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef flat with coral alignments and sandy couloirs)
 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)
 50 caye submersible (Intertidal sand cay)
 51 caye émergée (emerged sand cay)
 59 collecteur de platier (reef flat spillway)

Figure 20 - Caye submersible et caye émergée.
 A - Plan schématique de l'île de Nosy Vé (d'après relevés de 1967, 1969).
 B - Profil longitudinal.
 Figure 20 - Intertidal sand cay and emerged sand cayo
 A - Sketch map of Nosy Vé island (from surveys in 1967 and 1969),
 B - Long profile.

[51] Caye émergée :

Ilot ou île situé dans la zone postérieure de certains platiers récifaux comme la caye submersible dont elle dérive. Elle est entièrement constituée, à l'origine, de matériaux détritiques stabilisés, essentiellement coralliens, et peut atteindre de grandes dimensions (plusieurs kilomètres). Une végétation terrestre s'installe généralement sur la partie émergée. Des phénomènes secondaires de cimentation des sédiments en grès de plage sont souvent liés aux cayes émergées (fig. 20).

β - Type "sédiments en transit"

Les accumulations sédimentaires de type "sédiments en transit" (traînée sédimentaire, petites traînée sédimentaire) correspondent à des dépôts momentanés de sédiments en cours de transfert sous l'action des courants.

[52] Traînée sédimentaire :

Sédiments en transit, de relief peu marqué, provenant, en général, des couloirs sableux du platier à alignements coralliens et couloirs sableux. Une traînée sédimentaire est étirée perpendiculairement au front récifal et peut transgresser l'accumulation sableuse (fig. 18).

[53] Petite traînée sédimentaire :

Accumulation sédimentaire de faibles dimensions, isolée sur le platier interne, transitant d'avant en arrière. Elle peut se présenter soit sous la forme d'un petit "dôme" allongé perpendiculairement au front du récif, soit sous forme d'une petite "barkhane" (fig. 18).

- SANS LEVEE DETRITIQUE

[54] Platier de Madréporaires branchus:

Platier récifal indifférencié de certains petits îlots coralliens uniformément recouverts de Madréporaires branchus (*Acropora*) (fig. 26).

[55] Champ de Madréporaires branchus :

Etendue d'aspect homogène, dont la surface présente des bombements étalés et de faible élévation, à prolifération dense de Madréporaires branchus. Elle est comprise entre la plateforme supérieure des éperons et le platier à éléments dispersés (fig. 23).

[51] Emerged sand cay :

An islet or island localized in the inner (leeward) part of certain reef flats, like the intertidal sand cay from which it is derived. At least in its origin, it is entirely constituted by stabilized detrital material, essentially of reef origin, and it may reach large dimensions (several kilometers). A terrestrial vegetation generally settle on the emerged part. Secondary phenomena of sediment cementation into beach rocks are often related to emerged sand cays (fig. 20).

β - Transiting (shilling) sediment type.

A sedimentary accumulation of the transiting sediment type (sedimentary trail, small sedimentary trail) corresponds to a momentary deposit of sediments during their transfer by currents.

[52] Sedimentary trail :

A shifting sediment bed, with smooth relief, generally originating from the sandy couloirs of the reef flat with coral alignments and sandy couloirs. A sedimentary trail stretches perpendicularly to the reef front and may spread over the sandy accumulation (fig. 18).

[53] Small sedimentary trail :

A small-sized sediment accumulation, isolated on the reef flat and shifting backwards. It may have the shape of either a small crag (or dame) elongated perpendicularly to the reef front or of a small "barkhane" (crescent-shaped dune) (fig. 18).

- WITHOUT A BOULDER TRACT

[54] Branched coral reef fiat :

The reef flat of some small coral islets, without zonation and uniformly covered with branched corals (*Acropora*) (fig. 26).

[55] Branched coral field:

A homogeneous-looking area, the surface of which shows large and but slightly elevated bulgings, with a thick proliferation of branched corals. This area is localized between the spur upper platform and the reef flat with scattered coral growth (fig. 23).

[56] Bourrelet de Madréporaires branchus:

Bordure en léger relief, continue ou discontinue, de surface plus ou moins régulière, résultant de la prolifération de Madréporaires branchus. Cette formation s'observe sur la périphérie des récifs coralliens modérément battus et des criques externes des récifs de mode battu.

— PARTICULARITES MORPHOLOGIQUES DE PLATIER RECIFAL

[57J] Vasque et lagon enclavé :

Dépressions aux parois plus ou moins raides dont la profondeur est à l'origine égale à l'épaisseur de la formation construite et qui isole, aux basses mers de vives eaux, d'importantes masses d'eau au sein d'un platier récifal. Le peuplement du platier en bordure de ces structures présente des caractéristiques particulières. L'origine et la position topographique permettent de distinguer deux types: les *vasques* et les *lagoons enclavés*.

Les vasques sont localisées dans la partie antérieure du platier récifal (platier externe, levée détritique, platier compact ou leurs équivalents morphologiques). Leurs dimensions peuvent atteindre 50 à 100 mètres et leur profondeur peut varier de 5 à 10 mètres (fig. 14 et 18).

Les lagoons enclavés sont généralement localisés dans la partie postérieure du platier récifal. Ils résultent d'un enclavement de portions de lagon ou de chenal postrécifal à la suite de la croissance ou de la coalescence de formations récifales (fig. 25).

[58] Platier de colmatage et de remplissage :

Sommet arasé d'une formation très anfractueuse constituée par de nombreuses espèces de Madréporaires à croissance rapide. Cette formation, d'autant plus développée qu'on se rapproche du sommet, contribue, à partir du pourtour et des parois des vasques et des lagoons enclavés, à leur oblitération par une prolifération active; elle se retrouve en bordure du lagon dans certains secteurs de la pente interne [61] (fig. 18).

[59] Collecteur de platier :

Dépression (ou ombilic) située dans la partie sous le vent des récifs réniformes ou des récifs à caye submersible ou émergée. Elle draine vers "arrière les eaux du platier interne ; elle est d'autant plus large et profonde que le platier est développé. A son débouché dans le lagon on

[56] Branched coral rim :

A slightly elevated border, continuous or discontinuous with a more or less even surface resulting from a branched coral proliferation. This feature is to be observed at the periphery of coral reefs, when they are exposed to moderately rough seas, and at the periphery of the outer creeks in coral reefs exposed to rough seas.

MORPHOLOGICAL SINGULARITIES OF THE CORAL REEF FLAT

[57J] Reef pool and enclosed lagoon :

A depression with more or less steep side-walls, the depth of which at the origin equals that of the coral-built formation, and which isolates at low water of spring tides important water masses within a coral reef flat. The reef flat communities, on the border of these structures, show specific characteristics. Their origin and topographic positions divide them into two types: the *reef pools* and the *enclosed lagoons*.

The reef pools are localized in the fore part of the reef flat (outer reef flat, boulder tract, compact reef flat or their morphological equivalents). Their dimensions are up to 100 m and their depth may reach 5 to 10 m (fig. 14, 18).

The enclosed lagoons are generally localized in the rear part of the reef flat. They originate from an enclavement of a part of the lagoon or of the backreef channel following the growth or the coalescence of reef formations (fig. 25).

[58] Stopping up and filling up reef flat :

The leveled top of a very anfractuous formation, built by numerous fast-growing Madreporian corals. This formation is more developed near the top. It contributes to the filling up of the reef pools and of the enclosed lagoons by an active growth, from their periphery. This formation is also found on the lagoon edge, in some part of the inner slope [61] (fig. 18).

[59] Reef flat spillway :

A depression lying in the leeward part of the flat of kidney-like reefs or of reefs with sand cay (intertidal or emerged sand cay). It drains backwards the inner reef flat waters and is all the wider and deeper as the reef flat is more developed. At its opening in the lagoon, a field



Figure 21 - Champ de tumuli et d'entonnoirs (de platier) ("Grand Récif").

Figure 21 - Tumuli-and-funnels field, on the reef flat ("Grand Récif").



Figure 23 - Platier de Madréporaires branchus (Récif externe d'Ifaty, S. de la "Fausse Passe").

Figure 23 - Branched coral reef flat (Ifaty outer reef, South of the wrong passage).

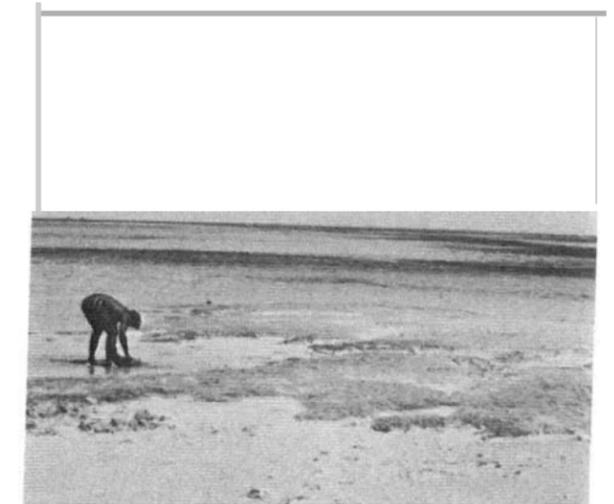


Figure 22 - Banquette de rétention ("Grand Récif", Ankarandava).

Figure 22 - Retention bench ("Grand Récif", Andarandava).

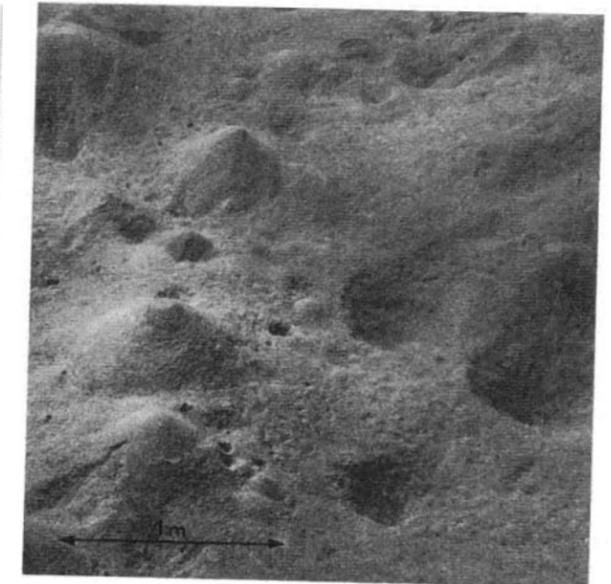
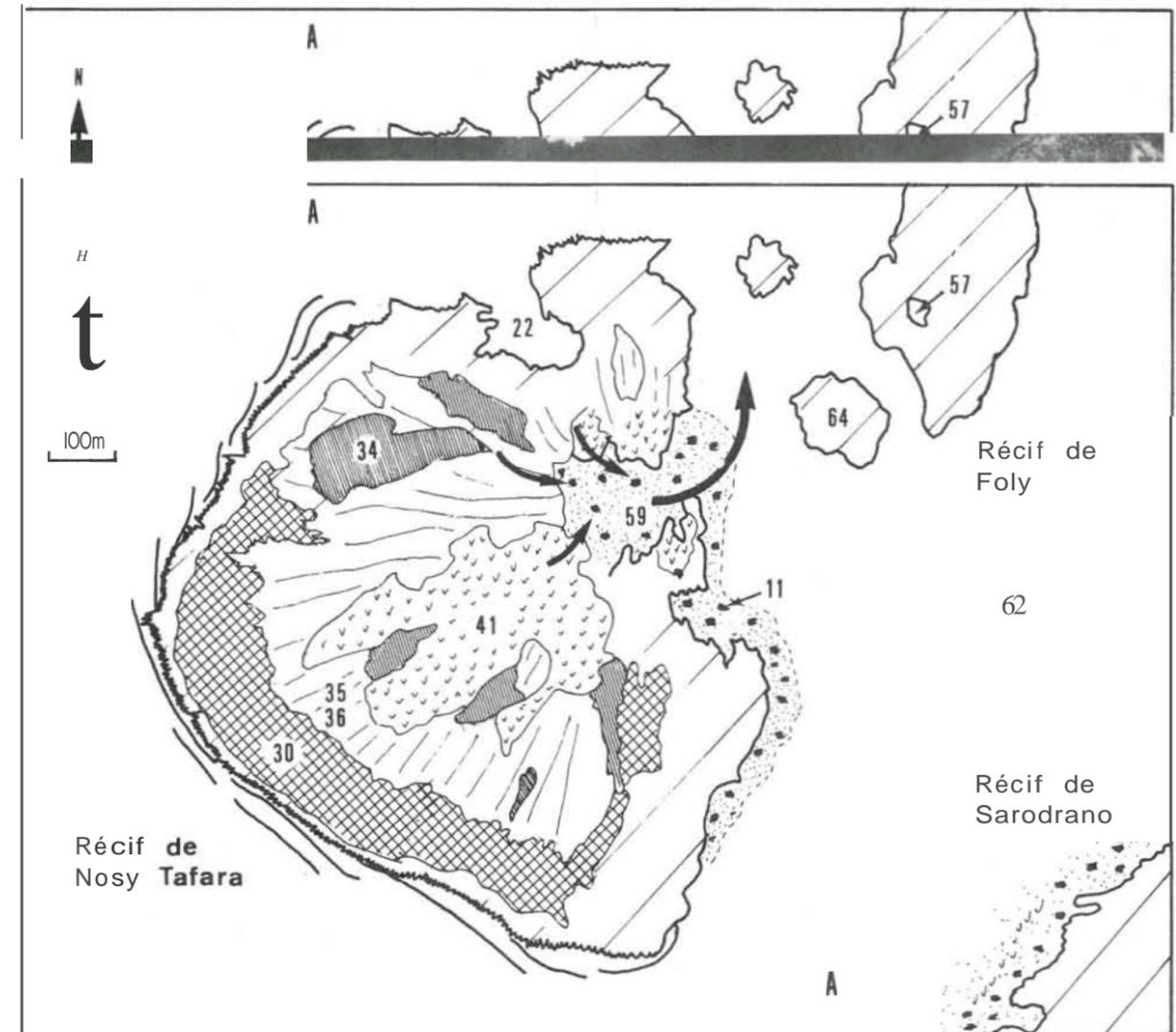


Figure 24 - Champ de tumuli et d'entonnoirs de lagon (Grand Récif, Grande Vasque, profondeur : 18 m).

Figure 24 - Tumuli-and-funnels field, in a lagoon ("Grand Récif", "Grande Vasque", depth : 18 m).



- 11 massif corallien (coral head)
- 22 crique externe (outer creek)
- 30 rempart de blocs (black rempart)
- 34 platier compact (compact reef flat)
- 35 platier à alignements coralliens et couloirs sableux (reef flat with coral alignments and sandy couloirs)
- 36 platier à éléments dispersés (reef flat with scattered coral growth)
- 57 vasque et lagon enclavé (reef pool and enclosed lagoon)
- 59 collecteur de platier (reef flat spillway)
- 62 lagon, chenal postrécifal (lagoon, backreef channel)
- 64 îlots coralliens et récifs de lagon (lagoon coral islets and lagoon reefs)

observe un champ d'épandage de sédiments ; son axe peut être encombré de formations diverses de Madréporaires, alors que latéralement subsistent des banquettes d'herbier très érodées (fig. 20 et 25).

[60] Déversoir de l'accumulation sableuse:

Large zone située en lieu et place de l'accumulation sableuse mais de cote moins élevée où, pendant les basses mers, les eaux de la dépression médiane et du platier à alignements coralliens et couloirs sableux s'écoulent en direction du lagon (ou chenal postrécifal) sur une faible épaisseur. Des passées sableuses mobiles ou fixées par les Phanérogames marines sont toujours submergées par des écoulements d'eau en nappe sauf exceptionnellement aux basses mers de vives-eaux. Localement, l'extension de certaines passées sableuses entraîne, à leur périphérie, une canalisation des écoulements dans lesquels peuvent alors proliférer des petits massifs coralliens.

IV - PENTE INTERNE

[61] Pente interne :

Partie postérieure immergée de l'édifice récifal, de déclivité variable, située entre le platier récifal et les fonds du lagon. Elle est constituée exclusivement ou en partie de formations coralliennes ou de sédiments pouvant être colonisés par des Phanérogames marines (fig. 3, 18 et 19).

- Déversoir de l'accumulation sableuse: (cf. [60]).

V - LAGON, CHENAL POSTRECIFAL

[62] Lagon, chenal postrécifal :

Dépression située en arrière d'un récif corallien, dont le niveau du plan d'eau se maintient en équilibre avec celui du large. Elle communique généralement avec la mer ouverte par des passes. Des formations coralliennes de morphologie et d'importance variables peuvent s'y rencontrer.

On peut dénommer chenal postrécifal un lagon allongé entre le récif et la côte. Par opposition, un lagon d'atoll est de toutes parts limité par des formations récifales.

of sediment deposits is to be observed. In its deeper parts, along the axis, various Madreporian coral formations settle, while much eroded sea grass banquettes remain on both sides (fig. 20, 25).

[60] Sandy accumulation outfall :

A large area localized at the place of the sandy accumulation, but with a lesser height, and where a thin sheet of water coming from the inner moat and from the reef flat with coral alignments and sandy couloirs streams out lagoonward during low tide. Mobile or settled by sea grasses sand beds are always submerged by laminar water outflows but exceptionally during low water of spring tides. Locally the extension of some sand beds lead on their periphery to the channelling of the outflow. In the channels thus formed small coral heads can then settle.

IV - INNER SLOPE

[61] Inner slope :

The posterior immersed part of the reef tract, with a variable declivity, localized between the reef flat and the lagoon floor. It is wholly or partly made of coral formations or of sediments on which sea grasses may settle (fig. 3, 18, 19).

- Sandy accumulation outfall : et (cf. [60]).

V - LAGOON, BACKREEF CHANNEL

[62] Lagoon, backreef channel :

A depression localized behind a coral reef, and where the water level remains the same as that of the sea whatever the level of the tide is. It is connected with the open sea through passes. Coral-built formations of various morphology and importance can be found there.

We denominate backreef channel a lagoon elongated between the reef and the shore. On the contrary, an atoll lagoon is completely circumscribed by reef formations.

- Lagon enclavé : (cf. [57]).

Formations coralliennes de lagon

Ces formations sont constituées par de nombreuses colonies de Madréporaires, de Millepores et autres Invertébrés, cimentées par un concrétionnement organogène (Vermetes, Mélobésiées, etc . . . J. Des sédiments de tailles variées colmatent les nombreux interstices et s'accumulent parfois à la surface. Une auréole sédimentaire biodétritique entoure la base de ces formations.

Les formations qui n'émergent pas sont appelées knolls; parmi celles qui émergent, on distingue : les **pâtés coralliens**, les **îlots coralliens** et **récifs de lagons** ainsi que les **bancs coralliens**.

— Massif corallien: (cf. [11]) (fig. 27).

[63] Pâté corallien :

Un pâté corallien dépasse rarement la dizaine de mètres de large. Son sommet est arasé et ne présente généralement pas de zonation définie.

[64] Dot corallien et récif de lagon:

Formations coralliennes de dimensions variables depuis une dizaine de mètres jusqu'à 1 km et plus. Lorsque les actions hydrodynamiques **présentent généralement pas de zonation définie.**

[64J] Dot corallien et récif de lagon:

Formations coralliennes de dimensions variables depuis une dizaine de mètres jusqu'à 1 km et plus. Lorsque les actions hydrodynamiques **sont suffisamment intenses, leurs sommets arasés peuvent présenter une zonation caractéristique** de platier récifal (levée détritique ou équivalent, **formations construites de platier interne, accumulation sableuse et bancs de sable**). Les plus petites de ces formations sont appelées **îlots coralliens de lagon** et les plus grandes **récifs de lagon**. Certains petits îlots peuvent ne présenter à l'origine qu'un platier de Madréporaires branchus (fig. 1, 25 et 26).

Les récifs de lagon proches du littoral sont appelés **récifs internes**.

[65] Pinnacle :

Formation corallienne beaucoup plus haute que large et dont les parois sont généralement **verticales**. Les **pinacles, qui peuvent ou non émerger**, sont fréquents dans les lagons profonds (fig. 19).

[66] liane corallien :

Formation émergeant à basse mer, constituée d'un substrat de nature variable sur lequel les formations coralliennes demeurent toujours isolées et sans aucune cimentation calcaire organi-

- Enclosed lagoon : (cf. [57]).

Lagoon coral formations

Formations made up of numerous Madreporarian coral colonies, of *Millepora* and other Invertebrates, cemented by an organic limestone deposited by reef organisms (Vermetid Gastropods, calcareous Red Algae). Sediments of various size clog up the numerous interstices, and sometimes accumulate on the surface. An aureola, made of sediments of skeletal origin surrounds the base of these constructions.

Non-emerging formations are termed knolls. Emerging formations are : the coral **patches**, the coral **islets and lagoon reefs**, and coral banks.

- Coral head ; (cf. [11]) (fig. 27).

[63J] Coral patch :

A coral patch is seldom more than 10 m large. Its top is levelled and generally without **any noticeable zonation**.

[64] Lagoon coral islets and lagoon roof :

Coral formations of variable size from about 10 m up to 1 000 m or more. When the hydrodynamic actions are strong enough, their levelled **surfaces show a typical reef flat zonation**

[64J] Lagoon coral islets and lagoon roof :

Coral formations of variable size from about 10 m up to 1 000 m or more. When the hydrodynamic actions are strong enough, their levelled surfaces may show a typical reef flat zonation (boulder tract or equivalent, coral-built formations **of the inner reef flat, sandy accumulation and sand banks**). The smallest of these formations are named *lagoon coral islets* and the largest *lagoon reefs*. Some small islets may only show originally a branched coral reef flat (fig. 1, 25, 26).

Lagoon reefs close to the shore are termed *inner reefs*.

[65J] Pinnacle :

A lagoon formation extending more in height than width, with generally vertical sidewalls. The **pinacles, which may emerge or not at low tide**, are frequent in deep lagoons (fig. 19).

[66J] Coral bank :

A formation emerging at low tide, with a **substratum of variable constitution, and on which coral growth remains always scattered and without any calcareous organic cementation**

que entre elles. Des accumulations sédimentaires fixes peuvent s'y déposer (fig. 27).

[67J] Knoll :

Les formations coralliennes de lagon qui n'émergent pas sont appelées knolls.

168J Zone de massifs coralliens de Knolls ou de **pâtés coralliens :**

Zone de grande étendue, peu profonde, d'un lagon ou d'un chenal postrécifal où prolifèrent de façon dense des massifs coralliens, des knolls ou des pâtés coralliens, tous généralement de petite taille. Entre ces formations, des taches **d'herbier de Phanérogames marines peuvent s'implanter** du fait de l'importante sédimentation biogène.

- Champ de tumuli et d'entonnoirs de lagon (cf. [43]) (fig. 24).

between the different colonies or patches. Fixed **sedimentary accumulation may deposit on a coral bank** (fig. 27).

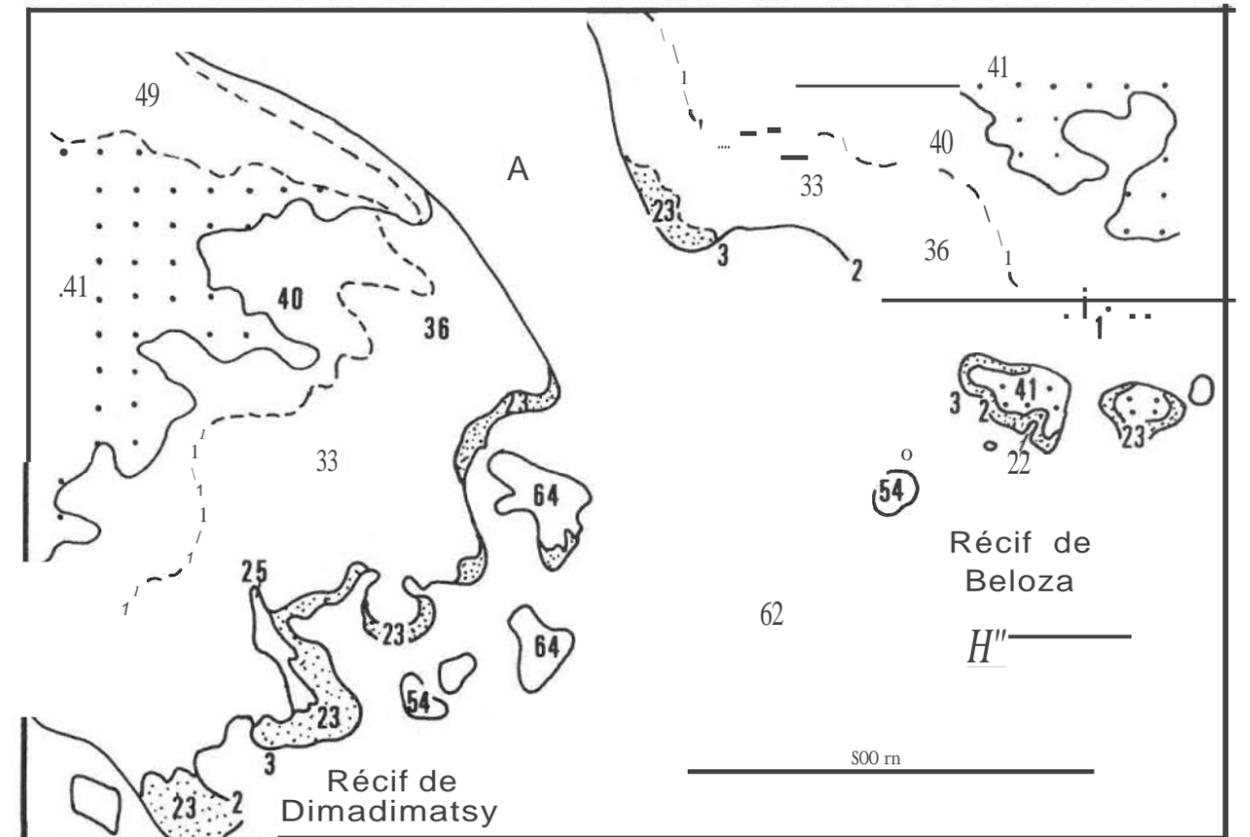
[67J] Knoll :

Non emerging lagoon coral formations are termed knolls.

[68J] Coral head, knoll or coral patch zone:

A large and shallow area in a lagoon or backreef channel, where coral heads, knolls or coral patches are specially abundant and generally all small sized. Between these formations sea grass spots may settle, owing to the important sedimentation of skeletal origin.

— Lagoon tumuli and funnels field : (cf. [43]) (fig. 24).



- 2 front récifal (reef front)
 3 pente externe (outer slope)
 11 massif corallien (coral head)
 22 crique externe (outer creek)
 23 levée détritique (boulder tract)
 25 queue de gravelle (gravel tail)
 33 platier interne (inner reef fiat)
 36 platier à éléments dispersés (reef flat with scattered coral growth)
 40 dépression médiane (inner moat)
 41 herbier de Phanérogames (sea-grass bed)
 49 dune de bordure (border dune)
 54 platier de Madréporaires branchus (branched coral reef flat)
 62 lagon, chenal postrécifal (lagoon, backreef channel)
 64 îlots coralliens et récifs de lagon (lagoon coral islets and lagoon reefs)
 A **passé** (pass)

Figure 26 - 110ts coralliens et récifs de lagon (Récifs de Beloza et de Dimadimatsy, lagon de Tuléar). Vue aérienne verticale (échelle: 1/10000 environ).

Figure 26 - Coral islets and lagoon reefs (Dimadimatsy reef and Beloza reef, Tuléar lagoon), Vertical aerial photograph (scale : 1/10 000).

- 11 massif corallien (coral head)
- 41 herbier de Phanérogames (ses-grass bed)
- 62 lagon, chenal postrécifal (lagoon, backreef channel)
- 66 banc corallien (coral bank)
- B littoral (littoral fringe)
- C formations grèsiflêes anciennes (aidier sandstone formations)
- D formations grèsifiêes récentes (recent sandstone formations)
- E plage (beach)

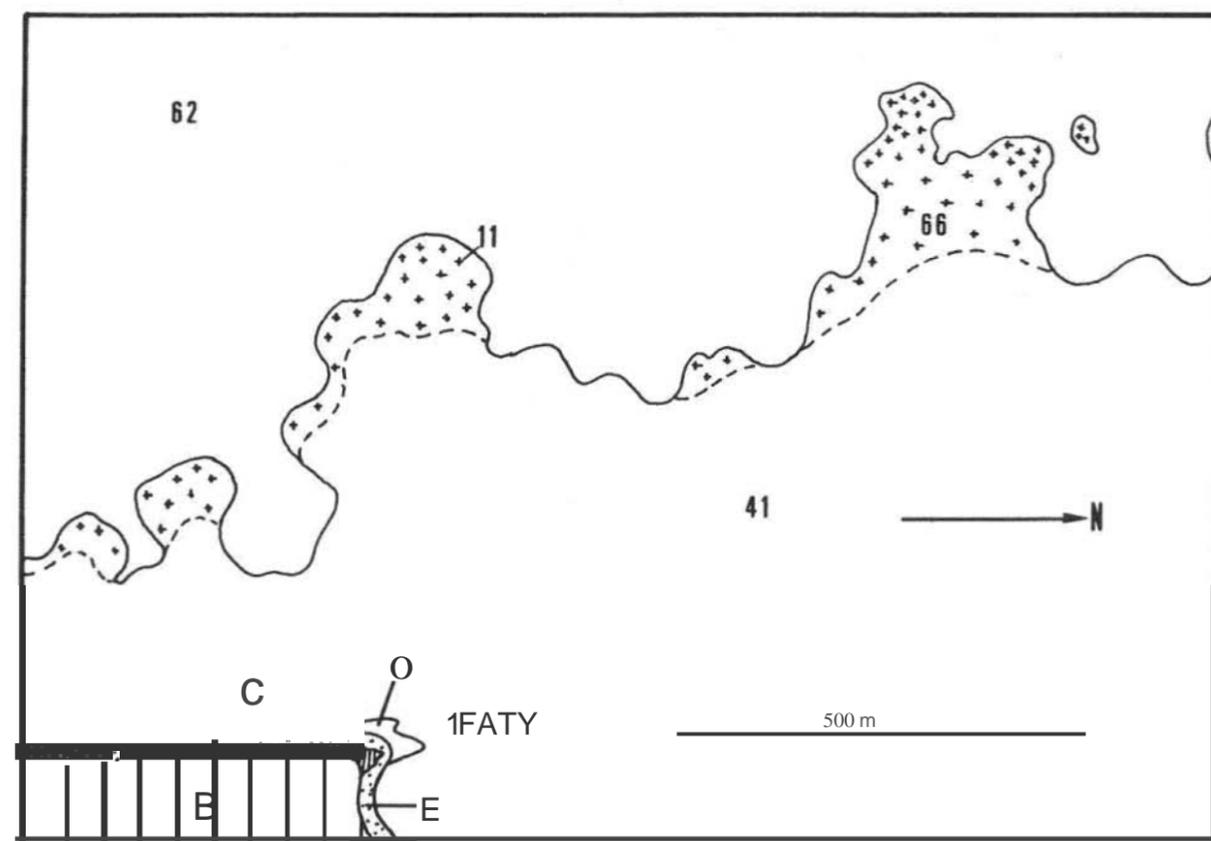
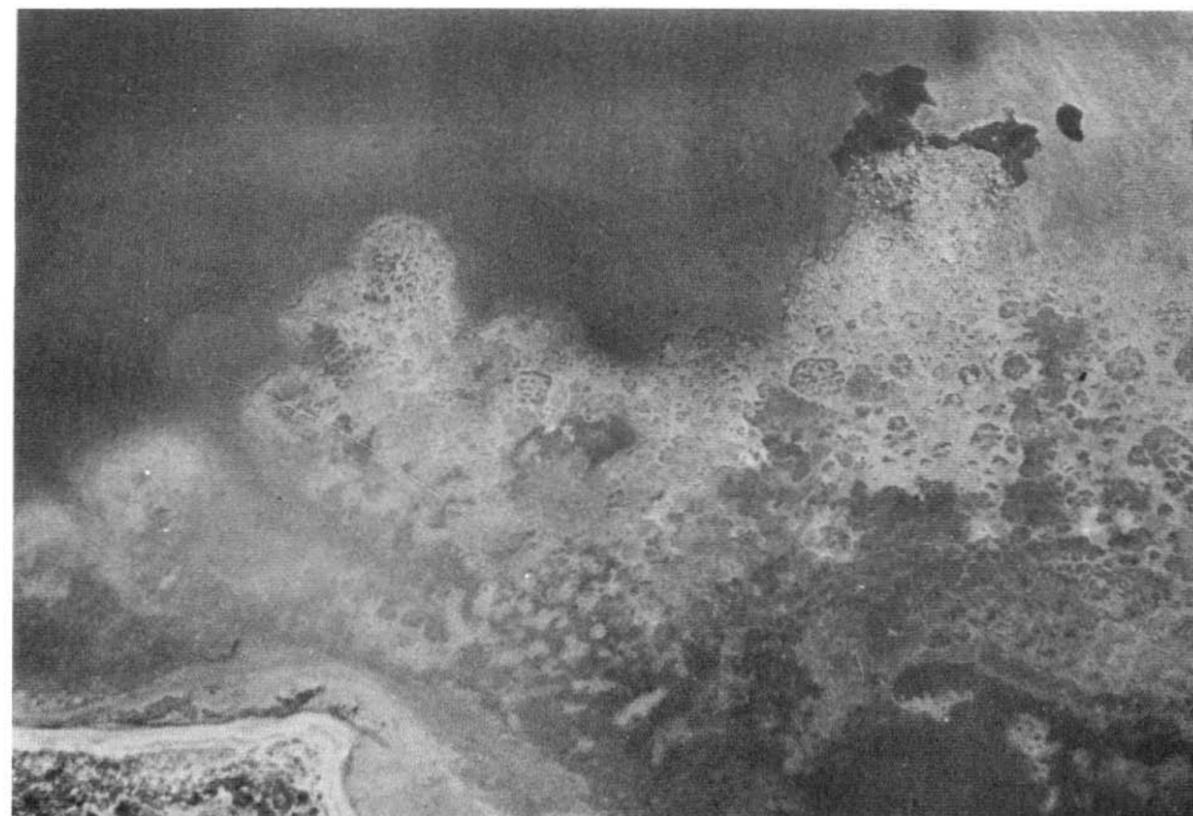


Figure 27 Bancs coralliens (lagon d'Ifaty). Vue aérienne verticale (échelle : 1/10 000 environ).
 Figure 27 Coral banks (Ifaty lagoon). Vertical aerial photograph (scale : 1/10 000).

observe un champ d'épandage de sédiments ; son axe peut être encombré de formations diverses de Madréporaires, alors que latéralement subsistent des banquettes d'herbier très érodées (fig. 20 et 25).

[60] Déversoir de l'accumulation sableuse:

Large zone située en lieu et place de l'accumulation sableuse mais de cote moins élevée où, pendant les basses mers, les eaux de la dépression médiane et du platier à alignements coralliens et couloirs sableux s'écoulent en direction du lagon (ou chenal postrécifal) sur une faible épaisseur. Des passées sableuses mobiles ou fixées par les Phanérogames marines sont toujours submergées par des écoulements d'eau en nappe sauf exceptionnellement aux basses mers de vives-eaux. Localement, l'extension de certaines passées sableuses entraîne, à leur périphérie, une canalisation des écoulements dans lesquels peuvent alors proliférer des petits massifs coralliens.

IV - PENTE INTERNE

[61] Pente interne :

Partie postérieure immergée de l'édifice récifal, de déclivité variable, située entre le platier récifal et les fonds du lagon. Elle est constituée exclusivement ou en partie de formations coralliennes ou de sédiments pouvant être colonisés par des Phanérogames marines (fig. 3, 18 et 19).

- Déversoir de l'accumulation sableuse: (cf. [60]).

V - LAGON, CHENAL POSTRECIFAL

[62] Lagon, chenal postrécifal :

Dépression située en arrière d'un récif corallien, dont le niveau du plan d'eau se maintient en équilibre avec celui du large. Elle communique généralement avec la mer ouverte par des passes. Des formations coralliennes de morphologie et d'importance variables peuvent s'y rencontrer.

On peut dénommer chenal postrécifal un lagon allongé entre le récif et la côte. Par opposition, un lagon d'atoll est de toutes parts limité par des formations récifales.

of sediment deposits is to be observed. In its deeper parts, along the axis, various Madreporarian coral formations settle, while much eroded sea grass banquettes remain on both sides (fig. 20, 25).

[60] Sandy accumulation outfall :

A large area localized at the place of the sandy accumulation, but with a lesser height, and where a thin sheet of water coming from the inner moat and from the reef flat with coral alignments and sandy couloirs streams out lagoonward during low tide. Mobile or settled by sea grasses sand beds are always submerged by laminar water outflows but exceptionally during low water of spring tides. Locally the extension of some sand beds lead on their periphery to the channelling of the outflow. In the channels thus formed small coral heads can then settle.

IV - INNER SLOPE

[61] Inner slope :

The posterior immersed part of the reef tract, with a variable declivity, localized between the reef flat and the lagoon floor. It is wholly or partly made of coral formations or of sediments on which sea grasses may settle (fig. 3, 18, 19).

- Sandy accumulation outfall : et (cf. [60]).

V - LAGOON, BACKREEF CHANNEL

[62] Lagoon, backreef channel :

A depression localized behind a coral reef, and where the water level remains the same as that of the sea whatever the level of the tide is. It is connected with the open sea through passes. Coral-built formations of various morphology and importance can be found there.

We denominate backreef channel a lagoon elongated between the reef and the shore. On the contrary, an atoll lagoon is completely circumscribed by reef formations.

- PICARD J., 1967. Essai de classement des grands types de peuplements benthiques tropicaux, d'après les observations effectuées dans les parages de Tuléar (S.W. Madagascar). *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, Marseille, (Fasc. hors série) suppl. n° 6 : 3-24.
- PICHON M., 1967. Contribution à l'étude de la répartition des Madréporaires sur le récif de Tuléar (Madagascar). *Ibid.*, suppl. n° 2 : 78-203.
- 1971. Comparative study of the main feature of some coral reefs of Madagascar, La Réunion and Mauritius. *Symp. Zool. Soc. London*, 28 : 185-216.
- &HEER G., 1959. Contribution to a german reef terminology. *Atoll Res. Bull.*, (69) : 1-4.
- STOOOART D.R., 1969. Ecology and morphology of recent coral reefs. *Biol. Review*, London, 44: 433-498.
- STOOOART D.R., DAVIES P.S., KEITH A.C., 1966. Geomorphology of Addu atoll. *Atoll Res. bull.*, (114) : 13-41.
- STODDART D.R., TAYLOR J.D., FOSBERG F.R., FARRow G.E., 1971. Geomorphology of Aldabra atoll. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, (ser. B) (260) : 31-65.
- TAYLOR J.D., 1968. Coral reef and associated invertebrate communities (mainly Molluscan) around Mahé, Seychelles. *Ibid.* (ser. B) 793 (254) : 129-206.
- THOMASSIN B., 1969. Peuplements de deux biotopes de sables coralliens sur le Grand Récif de Tuléar — Sud-Ouest de Madagascar. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, Marseille, (Fasc. hors série) suppl. n° 9 : 59-133.
- (sous presse). Les biotopes de sables coralliens dérivant des appareils récifaux de la région de Tuléar (S.W. de Madagascar). *Bul. Mar. Biol. Assac. India*, Symposium on corals and coral reefs, Mandapam Camp, India, Janv. 1969.
- TRACEY J.I., CLOUO P.E.jr., EMERY K.G., 1955. Conspicuous features of organic reefs. *Atoll Res. Bull.*, (48) : 1-3.
- TRACEY J.I., LADO M.S., HOFFMEISTER J.E., 1948. Reefs of Bikini, Marshall islands. *Bull. Geai. Soc. Amer.* (59) : 861-878.
- UMBROVE J.H.F., 1947. Coral reefs of the East Indies. *Ibid.* 58 (8) : 729-778.
- VASSEUR P., 1964. Contribution à l'étude bionomique des peuplements sciaphiles infralittoraux de substrat dur dans les récifs de Tuléar (Madagascar). *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, Marseille, (Fasc. hors série) suppl. n° 2 : 1-77.
- TRACEY J.I., LADO M.S., HOFFMEISTER J.E., 1948. Reefs of Bikini, Marshall islands. *Bull. Geai. Soc. Amer.* (59) : 861-878.
- UMBROVE J.H.F., 1947. Coral reefs of the East Indies. *Ibid.* 58 (8) : 729-778.
- VASSEUR P., 1964. Contribution à l'étude bionomique des peuplements sciaphiles infralittoraux de substrat dur dans les récifs de Tuléar (Madagascar). *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, Marseille, (Fasc. hors série) suppl. n° 2 : 1-77.
- WELLS J.W., 1957. Coral reefs. in: Treatise of Marine Ecology and Paleontology. Vol 1. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 67 : 607-631.
- WEYDERT P., 1968a. Relation entre les formations quaternaires et les ensembles récifaux de la baie de Tuléar (Madagascar). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, (sér. D) 266 : 194-196.
- 1968b. Zonations des ensembles récifaux internes de la Baie de Tuléar (S.W. de Madagascar). *Ibid.*, (sér. D) 266 : 1367-1369.
- 1969. Les variations récentes du niveau marin et leurs influences sur la morphologie récifale dans la baie de Tuléar (S.W. de Madagascar). *Ibid.*, (sér. D) 268 : 482-484.
- 1971. Etude sédimentologique et hydrodynamique d'une coupe de la partie médiane du Grand Récif de Tuléar. *Téthys, Suppl.* n° 1 (sous presse).
- WIENS H.J., 1962. Atoll environment and ecology. Yale university Press. New Haven London : 1-532.

Manuscrit déposé le 3 juillet 1971

INDEX ALPHABÉTIQUE

Accumulation sableuse	42	Erosion (Marmite d' - -)	19
Accumulation sédimentaire de la partie inférieure de la zone éperons-sillons	9	Externe (Crique - -)	22
Alignements coralliens (Platier à - - et couloirs sableux)	35	Externe (Pente - -)	3
Banc corallien	66	Externe (Platier - -)	13
Banc de sable	42	Filtrante (Digue - -)	27
Banquette d'érosion de l'herbier	46	Fissure de jaillissement	17
Banquette de rétention	44	Flaque résiduelle	32
Blocs (Rempart de - -)	30	Front récifal	2
Bordure (Dune de - -)	49	Glacis récifal	16
Bourrelet de Madréporaires branchus	56	Gravelle (Flèche de - -)	25
Boyau obscur récifal	8	Gravelle (Nappe de - -)	31
Branchus (Madréporaires - -)	54, 55, 56	Herbiers de Phanérogames	41
Caye émergée	51	Herbier (Banquettes d'érosion de l' - -)	46
Caye submersible	50	Herbier (Chenaux de l' - -)	47
Champ de Madréporaires branchus	58	Herbier (Cuvettes de l' - -)	45
Champ de tumuli et d'entonnoirs	43	Herbier (Mare de l' - -)	48
Cheminée	17	Ilot corallien	64
Chenal post-récifal	62	Interne (Pente - -)	61
Chenaux de l'herbier	47	Interne (Platier - -)	33
Collecteur de platier	59	Jaillissement (Fissure de - -)	17
Colmatage (Platier de - -)	58	Knoll	66
Compact (Platier - -)	34	KnoU (Zone de massifs, de pâtés coralliens et de - -)	68
Corallien (Alignement - -)	35	Lagon	62
Corallien (Banc - -)	66	lagon enclavé	57
Corallien (Ilot - -)	64	Lagon (Champ de tumuli et d'entonnoirs de - -)	43
Corallien (Massif - -)	11	Interne (Platier - -)	33
Corallien (Pâté - -)	63	Jaillissement (Fissure de - -)	17
Corallien (Zone de massifs - -)	68	Knoll	66
Corallien (Zone de pâtés - -)	68	KnoU (Zone de massifs, de pâtés coralliens et de - -)	68
Corallienne (Dalle - -)	10	Lagon	62
Couloir de marée	26	lagon enclavé	57
Couloir sableux	35	Lagon (Champ de tumuli et d'entonnoirs de - -)	43
Criquet externe	22	Lagon (Récifs de - -)	64
Cuvette de l'herbier	45	Levée détritique	23
Cuvette d'obturation	39	Madréporaires branchus	54, 55, 56
Dalle corallienne	10	Majeur (Eperon - - et sillon - -)	5
Dépression médiane	40	Mare de l'herbier	48
Détritique (Levée - -)	23	Mare résiduelle	28
Déversoir de l'accumulation sableuse	60	Marée (Couloir de - -)	26
Déservoir de la levée détritique	29	Marmite d'érosion	19
Digue filtrante	27	Massif corallien	11
Dispersés (Platier à éléments - -)	36	Massif corallien (Zone de - -)	66
Dôme (de la levée détritique)	24	Microatoll	38
Dune de bordure	49	Microatoll (Platier à - -)	37
Edifice récifal	1	Nappe de gravelle	31
Éléments dispersés (Platier à - -)	36	Obscur (Boyau récifal)	8
Émergée (Caye - -)	51	Obturation (Cuvettes d' - -)	39
Enclavé (Lagon - -)	57	Pâté corallien	63
Ensellement externe	15	Pâté corallien (Zone de - -)	66
Entonnoirs (Champ de tumuli et d' - -)	43	Pente externe	3
Eperon (Zone éperons-sillons)	4	Pente interne	61
Eperon majeur	5	Phanérogames (Herbiers de - -)	41
Eperon (Plateforme supérieur des - -)	14	Pinacle	65
		Plateforme supérieure des éperons	14
		Platier à alignements coralliens et couloirs sableux	35
		Platier à éléments dispersés	36
		Platier à microatolls	37
		Platier compact	34
		Platier de colmatage et de remplissage	58
		Platier de Madréporaires branchus	54
		Platier externe	13
		Platier interne	33

Platier (Champ de tumuli et d'entonnoirs de - -) .. 43	Sédimentaire (Accumulation - - de la partie inférieure de la zone éperons-sillons) 9
Platier (Collecteur de - -) 59	Sédimentaire (Trainée - -) 52
Postrécifal (Lagon ou chenal - -) 62	Sédimentaire (Petite trainée - -) 53
Queue de gravelle 25	Sillon 4
Rainure 18	Sillon majeur 5
Récif de lagon 64	Souffleur (Trou - -) 17
Récifal (Boyau obscur - -) 8	Témoin (Vasque - -) 21
Récifal (Edifice - -) 1	Trainée sédimentaire 52
Récifal (Front - -) 2	Trainée sédimentaire (Petite - -) 53
Récifal (Glacis - -) 16	Tranchée 20
Récifal (Platier - -) 13	Trou souffleur 17
Récifal (Tunnel - -) 7	Tumull (Champ de - - et d'entonnoirs) 43
Rempart de blocs 30	Tunnel récifal 7
Remplissage (Platier de colmatage et de - -) 58	Vasque 57
Résiduelle (Flaque - -) 32	Vasque témoin 21
Résiduelle (Mare - -) 28	Verrou des sillons 6
Rétention (Banquettes de - -) 44	Zone de massifs, de knolts et de pâtés coralliens 68
Sable (Accumulation sableuse et banc de - -) 42	Zone éperons-sillons 4
Sableuse (Accumulation - -) 42	Zone éperons-sillons (Accumulation sédimentaire de la partie inférieure de la - -) 9
Sableuse (Déversoir de l'accumulation - -) 60	
Sableux (Couloir - -) 35	

ALPHABETICAL INDEX

Accumulation (Sandy - -) 42	Field (Tumuli-and-Tunnel - -) 43
Accumulation (Sandy - - outfall) 60	Filling up (Stopping up and - - reef flat) 58
Accumulation (Sedimentary - - of the lower part of the spurs and grooves zone) 9	Filtering dike 27
Alignment (Reef flat with coral - - and sandy couloirs) 35	Flagstone (Coral - -) 10
Backreef channel 62	Front (Reef - -) 2
Bank (Boulder - -) 29	Furrows (Tumuli and - - field) 43
Bank (Coral - -) 66	Furrow 18
Bank (Sandy accumulation and sand - -) 42	Gallery (Reef - -) 8
Banquette (Sea grass bed - -) 46	Glacis (Reef - -) 16
Basin (Obturation - -) 39	Gravel sheet 31
Basin (Sea grass bed - -) 45	Gravel tail 25
Bed (Gravel - -) 31	Oroove riegel 6
Bench (Retention - -) 44	Groove (Spurs and - - zone) 4
Block rampart 30	Groove (Major - -) 5
Blowhole 17	Head (Coral - -) 11
Border dune 49	Head (Coral - - zone) 68
Boulder bank 29	HolJow (Sea grass bed - -) 48
Boulder tract 23	Inner moat 40
Branched coral field 55	Inner reef flat 33
Branched coral rim 56	Inner slope 61
Branched coral reef flat 54	Intertidal sand cay 50
Cay (Emerged sand - -) 51	Islet (Lagoon coral - -) 64
Cay (Interdidal sand - -) 50	Knoll 67
Channel (Backreef - -) 62	Knoll zone 68
Channel (Sea grass bed - -) 47	Lagoon 62
Cleft (Surge - -) 17	Lagoon coral islet and - - reef 64
Compact reef flat 34	Lagoon tumuli- and - funnels field 43
Coral bank 66	Lagoon (Enclosed - -) 57
Coral flagstone 10	Major spur and major groove 5
Coral head 11	Microatoll 38
Coral head zone 68	Microatoll (Reef flat with - -) 37
Coral patch 63	Moat (Inner - -) 40
Coral patch zone 68	Moat (Outer - -) 15
Coral reef tract 1	Obturation basin 39
Coral (Branched - - field) 55	Opening (Surge - -) 17
Coral (Branched - - tim) 56	Outer creek 22
Coral (Branched - - reef flat) 54	Outer moat 15
Coral (Lagoon - - islet and lagoon reef) 64	Outer reef flat 13
Coral (Reef flat with - - alignments and sandy couloirs) 35	Outer slope 3
Coral (Reef flat with scattered - - growth) 36	Outfall (Boulder bank - -) 29
Couloir (Tide - -) 26	Outfall (Sandy accumulation - -) 60
Couloir (Sandy - -) 35	Patch (Coral - -) 63
Crag 24	Patch (Coral - - zone) 68
Creek (Outer - -) 22	Pinnacle 65
Dike (Filling - -) 27	Platform (Spur upper - -) 14
Dune (Border - -) 49	Pond (Residual) 28
Emerged sand cay 51	Pool (Reef - -) 57
Enclosed lagoon 57	Pool (Residual - -) 21
Erosion pothole 19	Pothole (Erosion - -) 19
Erosion (Sea grass bed - - banquette) 46	Puddle (Residual - -) 32
Field (Branched coral - -) 55	Reef (Lagoon - -) 64
	Reef flat 12
	Reef flat spillway 59
	Reef flat turnuli - and - funnels field 43
	Reef flat with coral alignments and sandy couloirs .. 35

Reer flat with microatolls	37	Sea grass bed erosion banquette	46
Reef flat with scattered coral growth	36	Sea grass bed hollow	48
Reef flat (Branched coral - -)	54	Sedimentary accumulation of the lower part of the	
Reer flat (Compact - -)	34	spurs and grooves zone	9
Reer flat (Inner - -)	33	Sedimentary trail	52
Reef flat (Outer - -)	13	Sedimentary trail (Small - -)	53
Reer flat (Stopping up and filling up - -)	58	Slope (Inner - -)	61
Reef front	2	Slope (Outer - -)	3
Reer front gallery	8	Spillway (Reef flat - -)	59
Reer glacis	16	Spurs and grooves zone	4
Reer pool	57	Spurs and grooves zone (Sedimentary accumulation	
Reef trench	20	of the lower part of the - -)	9
Reef tunnel	7	Spur upper platform	14
Rampart (Block - -)	30	Spur (Major - -)	5
Residual pond	28	Stopping up and filling up reef flat	58
Residual pool	21	Surge cleft	17
Residuel puddle	32	Surge opening	17
Retention bench	44	Tail (Gravel - -)	25
Riegel (Groove - -)	6	Tidal couloir	26
Rim (Branched coral - -)	56	Tract (Boulder - -)	23
Sand bed	42	Tract (Coral reef - -)	1
Sand cay (Emerged - -)	51	Trail (Sedimentary - -)	52
Sand cay (Intertidal - -)	50	Trail (Small sedimentary - -)	53
Sandy accumulation	42	Trench (Reef - -)	20
Sandy accumulation outfall	60	Tumuli and funnels field	43
Sandy couloir	35	Tunnel (Reef - -)	7
Scattered (Reef flat with - - coral growth)	36	Zone (Coral head, knoU or coral patch - -)	68
Sea grass bed	41	Zone (Sedimentary accumulation of the lower part	
Sea grass bed basin	45	of the spurs and grooves - -)	9
Sea grass bed channel	47	Zone (Spurs and grooves - -)	4

INDEX NUMÉRIQUE

(Les nombres entre crochets indiquent les numéros des définitions)

Edifice récifal	1
Front récifal	2
Pente externe	3
Zone éperons-sillons	4
Eperon majeur-sillon majeur	5
Verrou des sillons	6
Tunnel récifal	7
Boyau obscur récifal	8
Accumulation sédimentaire de la zone éperons-sillons	9
Dalle corallienne	10
Massif corallien	11
Platier récifal	12
Platier externe	13
Plateforme supérieure des éperons	14
Ensellement	15
Glacis récifal	16
Cheminées, trous souffleurs et fissures de jaillis	
sément	17
Rainure	18
Marmite d'érosion	19
Tranchée	20
Vasque témoin	21
Crique externe	22
Levée détritique	23
Dôme	24
Queue de gravelle	25
Couloir de marée	26
Digue filtrante	27
Mare résiduelle	28
Déversoir de la levée détritique	29
Rempart de blocs	30
Nappe de gravelle	31
Flaque résiduelle	32
Platier interne	33
Platier compact	34
Platier à alignements coralliens et couloirs sableux	35
Platier à éléments dispersés	36
Platier à microatolls	37
Microatoll	38
Cuvette d'obturation	39
Dépression médiane	40
Herbier de Phanérogames	41
Accumulation sableuse et banc de sable	42
Champ de tumuli et d'entonnoirs	43
Banquette de rétention	44
Cuvette de l'herbier	45
Banquette d'érosion de l'herbier	46
Chenaux de l'herbier	47
Mare de l'herbier	48

NUMERICAL INDEX

(Numbers between square brackets refer to the definition numerbers)

Coral reef tract	1
Reef front	2
Outer slope	3
Spurs and grooves zone	4
Major spur and major groove	5
Groove riegel	6
Reef tunnel	7
Reef gallery	8
Sedimentary accumulation of the lower part of the	
spurs and grooves zone	9
Coral flagstone	10
Coral head	11
Reef flat	12
Outer reef flat	13
Spur upper platform	14
Outer moat	15
Reef glacis	16
Surge openings, blowholes and surge clefts	17
Furrow	18
Erosion pothole	19
Reef trench	20
Residual pool	21
Outer creek	22
Boulder tract	23
Crag	24
Gravel tail	25
Tidal couloir	26
Filtering dike	27
Residual pond	28
Boulder bank outfall	29
Block rampart	30
Gravel sheet	31
Residuel puddle	32
Inner reef flat	33
Compact reef flat	34
Reef flat with coral alignments and sandy couloirs	35
Reef flat with scattered coral growth	36
Reef flat with microatolls	37
Microatoll	38
Obturation basin	39
Inner moat	40
Sea grass bed	41
Sandy accumulation and sand bank	42
Tumuli-and-funnels field	43
Retention bench	44
Sea grass bed basin	45
Sea grass bed erosion banquette	46
Sea grass bed channels	47
Sea grass bed hollow	48

Dune de bordure	49	Border dune	49
Caye submersible	50	Interdidal sand cay	50
Caye émergée	51	Emerged sand cay	51
Trainée sédimentaire	52	Sedimentary trait	52
Petite traînée sédimentaire	53	Small sedimentary trail	53
Platier de Madréporaires branchus	54	Branched coral reef fiat	54
Champ de Madréporaires branchus	SS	Branched coral field	55
Bourrelet de Madréporaires branchus	56	Branched coral rim	56
Vasque et lagon enclavé	57	Reef pool and enclosed lagoon	57
Platier de colmatage et de remplissage	58	Stopping up and filling up reef flat	58
Collecteur de platier	59	Reef flat spillway	S9
Déversoir de l'accumulation sableuse	60	Sandy accumulation outfall	60
Pente interne	61	Inner slope	6J
Lagon, chenal postrécifal	62	Lagoon, backreef channel	62
Pâté corallien	63	Coral patch	63
Ilot corallien et récif de lagon	64	Lagoon coral islet and lagoon reef	64
Pinacle	65	Pinnacle	6S
Banc corallien	66	Coral bank	66
Knoll	67	Knoll	67
Zone de massifs, de knolls ou de pâtés coralliens	68	Coral head, knoll or coral patch zone	68

IMPRIMERIE IOUIS-JEAN

Publications scientifiques et littéraires
TYPO OFFSET

05 - GAP - Téléphone 14-23

Dépôt légal 404 - 1971