NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA RÉPARTITION ET LES PEUPLEMENTS DES SUBSTRATS SOLIDES DANS LA RÉGION DE TULÉAR

par

RAPHAËL PLANTE

Introduction

De nombreuses études ont été faites sur les peuplements des substrats rocheux de la zone intertidale dans les mers tropicales. Le but du présent essai n'est pas d'établir les relations existant entre les peuplements intertidaux de la région de Tuléar et des autres côtes tropicales, mais de dresser un tableau schématique des substrats solides de la région étudiée, des conditions auxquelles ils sont soumis et des peuplements qu'ils portent. L'étude plus précise de leur écologie et de leurs rapports avec d'autres côtes tropicales fera l'objet d'un travail ultérieur. Tout d'abord, pourquoi choisir le terme de « substrats solides » plutôt que celui de « substrats rocheux » ? En fait, si l'on étudie comparativement les peuplements des falaises et ceux des troncs de la mangrove ou ceux des constructions portuaires en béton ou en métal, on constate qu'ils sont du même type et ne représentent que des variations d'un fond commun en fonction d'un facteur extérieur quelconque. Il m'a donc paru logique d'étudier l'ensemble des substrats solides qui, dans la région de Tuléar, comprennent :

— substrats rocheux naturels. . { Les falaises calcaires de la pointe Barn-Hill.
Les grès quaternaires des plages d'Ifaty, Ankilibé, etc.
La levée de blocs du Grand Récif.

— substrats rocheux artificiels .	La grande jetée du port de Tuléar (1,700 km.). La petite jetée. Les tourelles de signalisation du port et du récif.
— substrats solides non rocheux	Les installations portuaires métalliques. Les troncs de la mangrove.

A noter également que cette étude a porté sur les peuplements à dominance animale les mêmes substrats ayant fait l'objet d'une étude algologique de la part de C. Chassé. Néanmoins, je ne pouvais me dispenser de tenir compte de certaines espèces d'algues qui, dans leur répartition verticale ou horizontale, suivent des règles identiques ou homologues à celles régissant les zonations animales.

La détermination des espèces récoltées étant encore en cours, je ne donnerai, dans la description des peuplements, qu'un inventaire sommaire des espèces principales. Pour les algues, en particulier et même pour certaines espèces animales, je ne donnerai qu'une dénomination générique.

Les substrats étudiés. Leurs caractéristiques

I. — *Géologie et géomorphologie*

Le littoral de la région de Tuléar subit l'influence de la structure géologique de l'arrière-pays. Celle-ci est caractérisée par deux faits essentiels :

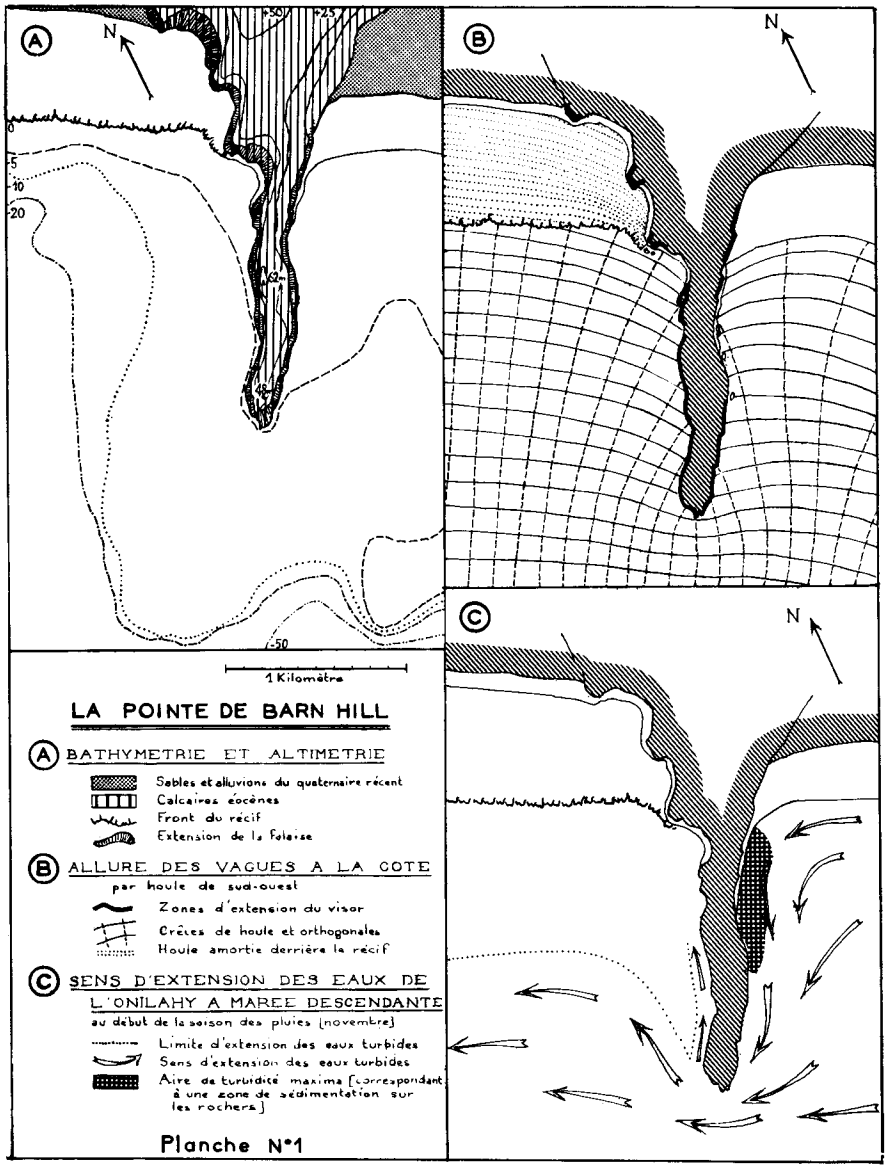
1° *La présence de terrains éocènes*, calcaires massifs et marnes, qui se terminent du côté Ouest par une ligne de falaises orientées grossièrement Nord-Sud. Ces formations atteignent, sur leur bordure, une altitude ne dépassant guère 200 m.

2° *L'existence d'une plaine littorale*, d'origine alluviale quaternaire et sur laquelle est d'ailleurs bâtie la ville de Tuléar. Cette plaine présente son maximum d'extension Est-Ouest dans la région de Tuléar même ; elle se rétrécit de plus en plus vers le Sud pour disparaître vers Sarodrano. A partir de cet endroit, en effet, les calcaires éocènes forment directement le rivage, d'une part de la pointe Barn-Hill, d'autre part de la rive Sud de l'estuaire de l'Onilahy, avant la reprise, à Soalary, de la plaine littorale.

En ce qui concerne les roches littorales les considérations précédentes permettent de distinguer :

A. — *La pointe Barn-Hill* (Pl. nº 1, fig. 1).

La pointe Barn-Hill, constituée précisément par la terminaison dans la baie de Saint-Augustin, des calcaires et marnes à huîtres des terrains éocènes, est très aiguë et longue (près de 2 km. de ligne de falaise du côté Ouest). Les falaises sont légèrement dissymétriques : leur hauteur sur la face orientée à l'Est est à peu près moitié



de celle de la face orientée à l'Ouest, celle-ci variant entre 20 et 40 m. Sur cette face d'ailleurs, la falaise est interrompue par quelques anses situées vers la racine de la pointe et à l'abri du récif frangeant.

A noter, d'autre part, que la pointe Barn-Hill est prolongée au Sud-Ouest par un plateau sous-marin se terminant en pente abrupte vers les fonds du cañon de Saint-Augustin.

B. — *Les grès quaternaires.*

Les grès quaternaires, se rencontrent sur les plages à Ifaty, Songoritelo, Ankilibé, etc... c'est-à-dire sur des portions de côte en pente douce et abritées derrière un récif. Ils n'apparaissent que localement et sont recouverts fréquemment par le sable de la plage ou par une pellicule de sédiments fins sous la rupture de pente. Localement ils sont mis en évidence (Ifaty) probablement sous l'action d'une érosion intensifiée ; c'est ainsi qu'à Ifaty (Pl. n° 2) ils forment un affleurement couvrant presque intégralement la zone intertidale et constituant une pointe sur une ligne de rivage presque rectiligne. Ils apparaissent sous l'aspect de bancs subhorizontaux et peu élevés (la partie supérieure ne dépasse jamais 1,50 m. au dessus du niveau des hautes mers de vives eaux), ne changeant pas la pente de la plage de sable. Les couches présentent un léger pendage de part et d'autre d'une ligne d'inflexion située au niveau de basse mer.

II. — *Aspects macroscopiques et caractères physiques des roches modalités d'érosion*

1° *Les calcaires marins de Barn-Hill.* — Les calcaires marins de Barn-Hill forment une roche compacte et homogène à grain assez fin ; les figures d'érosion qu'ils présentent sont de deux types :

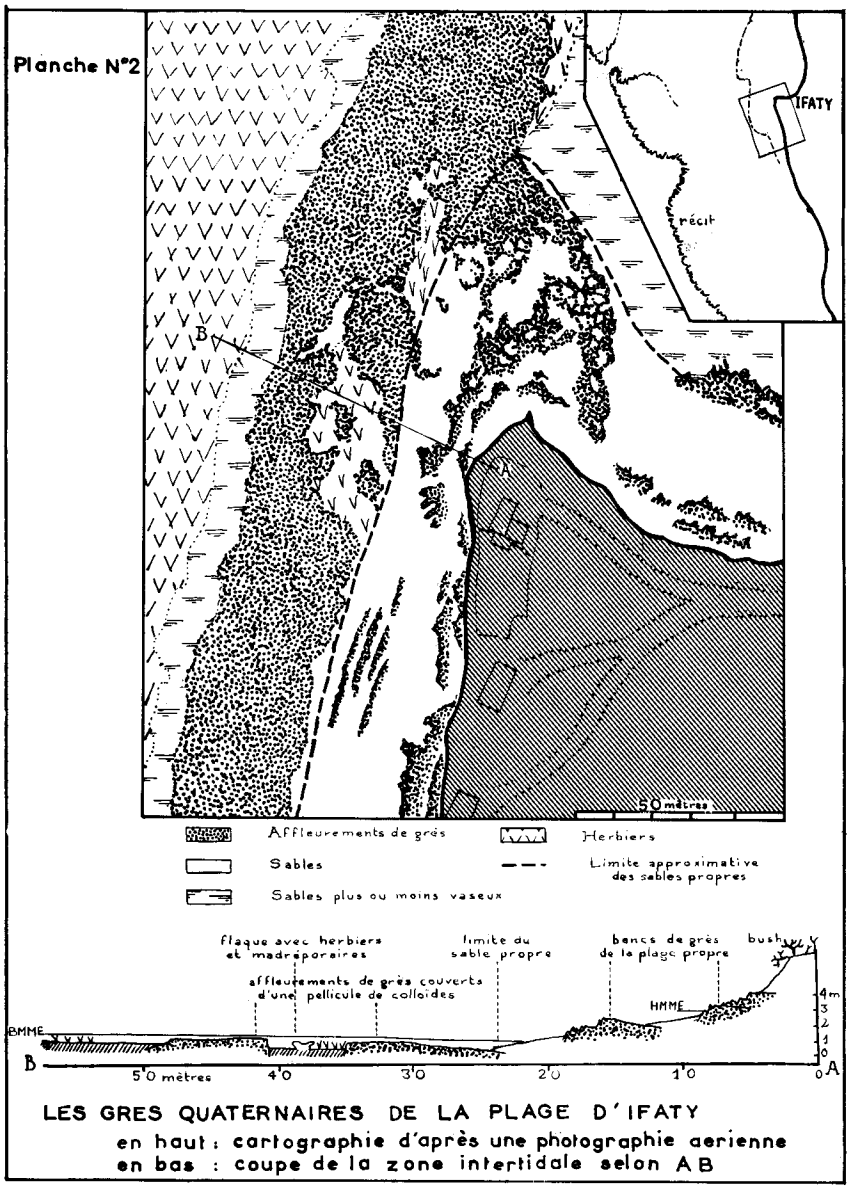
— *les lapiés*, de faible extension verticale et peu développés en creux ;

— *les visors*, encoches de 1 à 2 m. de haut et de 0.50 à 3 m. de profondeur, dont le creux correspond à peu près au niveau des hautes mers de mortes eaux, et qui se prolongent vers le niveau de l'eau par une plate-forme d'abrasion, sauf dans le cas où la plage se trouve directement au pied de la falaise.

L'existence de ce visor n'est pas liée à l'action mécanique des vagues (il est bien développé à la pointe, en des endroits où il n'existe pas de galets pouvant bombarder la falaise : Pl. n° 1, fig. 2), mais l'agitation de l'eau active certainement les processus de corrosion de la roche, ceux-ci étant le fait des Cyanophycées endolithes. La morphologie de ce visor est souvent modifiée par

l'existence d'un visor fossile (Battistini, 1958) dont la formation serait contemporaine de celle des grès de plage.

En certains endroits, la progression du visor, jointe à l'action des eaux d'infiltration dans la falaise, a provoqué la chute d'un pan de falaise et la formation de champs de blocs sur la plate-forme d'abrasion.



LES GRES QUATERNAIRES DE LA PLAGE D'IFATY
en haut : cartographie d'après une photographie aerienne
en bas : coupe de la zone intertidale selon AB

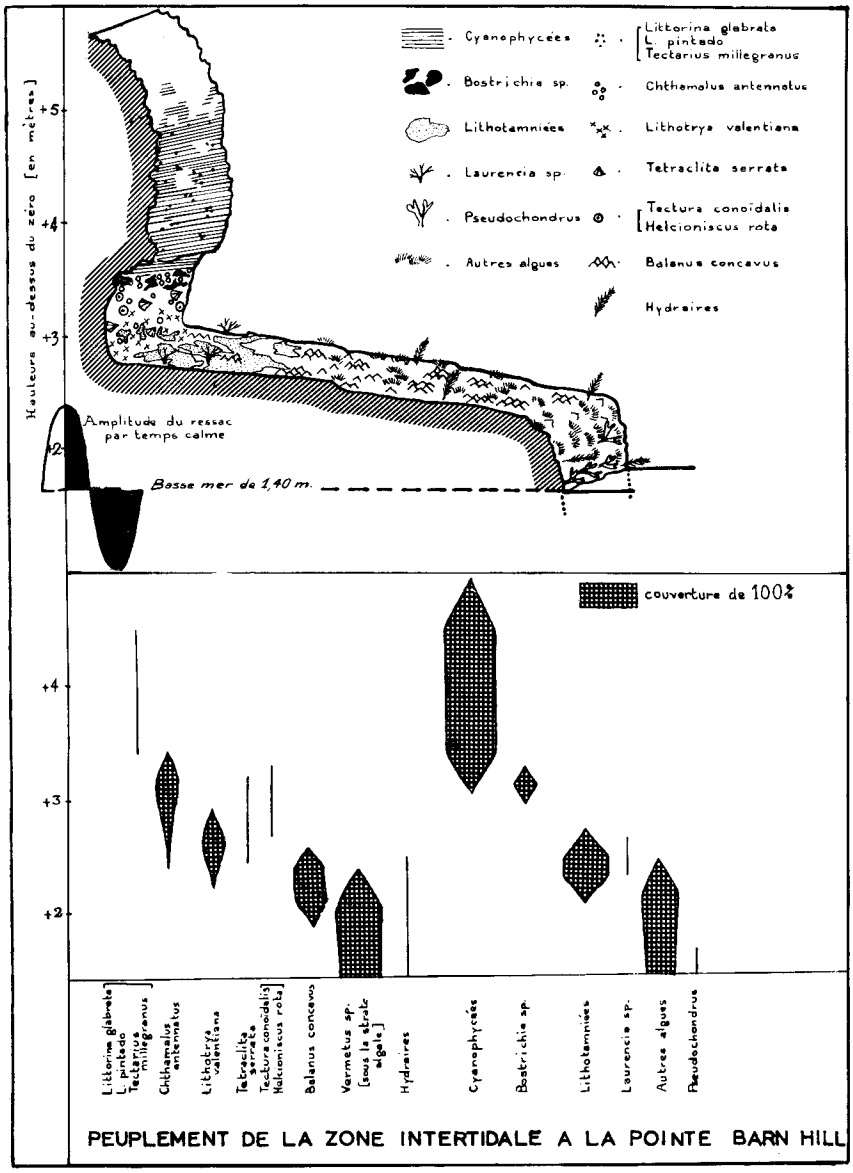
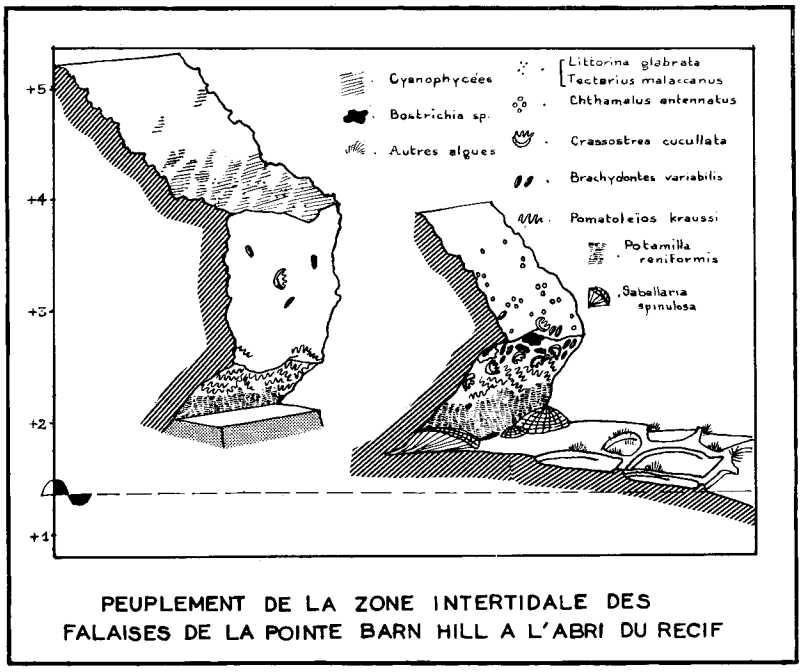


Planche N°3

2° *Les grès littoraux quaternaires.* — Les grès littoraux se présentent sous l'aspect d'une roche à degré de consolidation variable, mais toujours assez faible : quelquefois on peut y enfoncer sans grand effort une lame de couteau. Ces grès s'érodent en lapiés très développés avec cuvettes de dissolution, ce qui donne aux bancs de haute plage une allure très tourmentée.

A noter l'existence dans ces grès, d'une part d'une faune malacologique fossile se rapportant de très près à la faune actuelle (cf. B. Salvat, 1961), et, d'autre part, de structures en cuvettes qui semblent correspondre à des empreintes d'arbres et de racines.

Sous le niveau de la rupture de pente de la plage, ces bancs de grès sont horizontaux.



PEUPLEMENT DE LA ZONE INTERTIDALE DES FALAISES DE LA POINTE BARN HILL A L'ABRI DU RECIF

Planche N°4

III. — *Caractères physiques des autres substrats étudiés*

Les autres substrats solides étudiés manifestent à première vue une grande hétérogénéité du point de vue de la structure et de l'aspect de surface ; pourtant il est possible de dégager certaines caractéristiques de ces facteurs susceptibles d'agir sur les peuplements.

1° *Les blocs rapportés du Grand Récif.* — Les blocs rapportés du Grand Récif forment une ligne discontinue en arrière du replat à peuplement algal. De dimensions variables (allant du gros gravier à des blocs de 1 m. de diamètre), ils sont formés de massifs de Madréporaires morts, très anfractueux, et se comportant vis-à-vis du peuplement comme un calcaire tendre.

2° *Les bétons des balises et de la grande jetée.* — Les bétons des balises et de la grande jetée du port de Tuléar présentent à peu près les mêmes caractéristiques que les calcaires de la pointe Barn-Hill.

A noter cependant que, du fait de leur implantation récente, ils ne présentent aucune des figures d'érosion précitées notamment celles qui sont dues aux Cyanophycées supralittorales.

On doit inclure aussi dans ces substrats artificiels les ouvrages métalliques des installations portuaires et des chalands de transbordement. Ils se rapprochent de certains arbres de la mangrove par un caractère : la desquamation qu'ils subissent (et qui est due à l'oxydation de surface).

3° *Les écorces des arbres de la mangrove.* — Les écorces des arbres de la mangrove forment, comme nous le verrons plus loin, un bon substrat pour les peuplements supra et mediolittoraux.

On peut distinguer :

— d'une part :

les espèces qui ne desquament pas	*Avicennia marina* *Rhizophora mucronata*
les espèces qui desquament	*Sonneratia alba*

— d'autre part :

les espèces à troncs droits et lisses	*Avicennia marina* *Sonneratia alba*
les espèces à racines aériennes donnant des anfractuosités (remontées de faunes)	*Rhizophora mucronata*

IV. — *Hydrodynamique*

A. — *Les marées.*

L'amplitude des mouvements d'eau dus aux marées se trouve modifiée par des variation de la pression atmosphérique ou du régime des vents. C'est ainsi que, par vent de S-W (vent correspondant à l'existence d'une aire de dépression sur la région de Tuléar) et en période de vives eaux, le niveau de la basse mer se trouve remonté de 30 à 40 cm. dans la région de Saint-Augustin. Il en résulte, de façon générale, qu'en l'absence d'un enregistrement marégraphique local, les mesures altitudinales des zonations à partir du niveau de l'eau n'importe quel jour, ne sauraient présenter qu'une valeur tout à fait douteuse. Je me suis donc efforcé de repérer les hauteurs par rapport à la basse mer par des jours calmes et sans vent, où le niveau de l'eau avait le plus de chances de se rapprocher du niveau théorique.

B. — *Houles et déferlements.*

L'action de la houle sur le littoral est caractérisée par deux traits essentiels.

1° *La dominance, dans le régime des vents, des vents de S-W.* — Atteignant souvent une grande vitesse et soufflant pendant une longue durée, ils provoquent l'apparition, ou plutôt l'amplification, d'une houle de même sens préexistente. Celle-ci serait due (Guilcher) à une dérivation des grandes houles provoquées par le régime continu des vents d'W de l'Océan Austral. Par vent de S-W, cette houle prend, à la côte, une amplitude pouvant atteindre et même dépasser 2 à 3 m., et qui, dans les stations plus ou moins exposées, peut gêner ou même interdire toute observation.

2° *L'abri formé par les récifs* qui constituent un brise-lames naturel protégeant toute la côte au Nord de la pointe Barn-Hill. Il existe une gradation nette dans cette protection, depuis la rive Est de l'anse de Sarodrano, très protégée par le double abri du récif frangeant et du cordon dunaire, jusqu'aux constructions du port de Tuléar devant lequel l'éloignement de la côte ménage un fetch de 3.000 à 4.000 m.

En fonction de ces faits, on peut classer les différents points selon leurs modes d'exposition :

A. — *La pointe Barn-Hill* reçoit, par vent de S-W, une houle réfractée, à l'entrée dans la baie de Saint-Augustin, par le récif de Soalara, mais selon une direction très voisine de celle de la houle au large et sensiblement parallèle à l'axe géographique de la pointe (Pl. 1, fig. 2). A basse mer l'amplitude des vagues à la pointe varie de 1,50 m. par temps calme, à 3 à 4 mètres par temps agité. Cette amplitude reste la même tant que la vague court parallèlement aux falaises mais s'atténue beaucoup lorsqu'elle atteint le point où le récif frangeant s'appuie à la côte du côté ouest, et le point d'inflexion de la falaise du côté est.

Notons aussi que, du fait que la falaise est accore, c'est le seul point où les embruns peuvent humecter tout l'espace intertidal.

B. — *La levée de blocs du grand récif* reçoit une houle dont l'amplitude, quoique diminuée par le replat à peuplement algal, est comparable à celle de Barn-Hill. Ici pourtant, l'assèchement est complet à marée basse. On peut y adjoindre les balises du grand récif, qui sont soumises à des conditions comparables.

C. — *Les grès quaternaires* sont toujours à l'abri du récif et même, souvent du rideau de la mangrove. Les bancs d'Ifaty sont les moins protégés : en effet la mangrove s'interrompt au Sud d'Ifaty et le récif tend à s'éloigner de la côte.

D. — *Les troncs de la mangrove* sont soumis à des conditions analogues mais le mode est dans l'ensemble plus calme. Au fond de l'anse de Sarodrano par exemple, l'agitation devient absolument nulle en tous temps.

E. — *Les jetées du port de Tuléar* montrent une exposition du même ordre que celle des grès d'Ifaty ou un peu plus forte (le fetch est plus long).

C. — *Les courants.*

Je ne dirai que peu de choses des courants, étant donné le peu d'influence qu'ils ont sur les peuplements des substrats durs. On peut néanmoins noter l'existence des courants de marée de la baie de Saint-Augustin, responsables de la formation d'une aire de sédimentation au pied de la falaise : Pl. 1, fig. 3.

V. — *Caractères physico-chimiques de l'eau de mer*

1° *La température.*

Comme dans toute région tropicale, elle ne subit que des variations de très faible amplitude, variations de même sens que celles de la température de l'air.

Entre septembre et janvier nous avons observé, avec M. Pichon, des valeurs de 21° à 27° C. Il est à noter que les variations au sein des masses d'eau comprises entre le récif et la côte sont certainement de plus grande amplitude que ces mesures faites sur le Grand Récif, du fait de la faible profondeur de l'eau. Ce dernier fait permet de distinguer :

— d'une part les stations qui sont directement en contact avec les eaux du large dont la température ne change pas à l'échelle quotidienne : Pointe Barn-Hill et levée de blocs du Grand Récif ;

— d'autre part celles qui sont recouvertes seulement à marée haute par des eaux réchauffées sur une faible épaisseur (nous avons constaté, à marée montante et dans la large zone intertidale s'étendant face au laboratoire, des températures dépassant 35° C). Sont soumis à de telles conditions : les grès littoraux quaternaires, les installations portuaires, les troncs de la mangrove.

2° *La salinité.* — Nous manquons, pour le moment, de données quantitatives sur la salinité des eaux à Tuléar et ses variations. Il est malgré tout facile de distinguer entre les eaux de salinité normale et constante qui baignent le Grand Récif, et les eaux presque douces baignant les falaises de Barn-Hill pendant les périodes de crue de l'Onilahy (de décembre à mars). Il convient également de signaler

un cas particulier de salinités aberrantes : les écoulements d'eaux douces (ou plutôt saumâtres, du fait qu'elles sont assez fortement magnésiennes) en provenance du karst des terrains éocènes. Ils se manifestent de deux façons : soit par des écoulements ou ruissellements se produisant au pied de la falaise des deux côtés de la pointe, et qui sont à ranger dans la même catégorie que les résurgences qui se produisent un peu partout aux alentours de la pointe et même de Sarodrano, soit par des écoulements de débit beaucoup plus fort et aboutissant dans des grottes (derniers éléments du karst) ; on en trouve de très beaux exemples à l'endroit où la falaise rejoint le rivage peu avant Sarodrano.

3° *La turbidité.* — Là aussi il s'agit d'un facteur dont les variations sont saisonnières et liées aux conditions pluviométriques. Les

Stations	Géologie ou aspect physique	Mode	Orientation	Exposition a la lumière	Turbidite de l'eau	Pente
Pointe Barn-Hill	Calcaires éocènes	très battu	au S-W	Totale (sauf le visor)	assez forte	Falaise à visor et plate-forme
idem (à l'abri du récif)	id	battu	à l'W	id	id	id
St-Augustin	id	semi-battu	à l'E	id	forte	id
Blocs du récif	Calcaire corallien récent (anfractueux)	très battu	à l'W	id	nulle	Champs de blocs
Balises du récif	béton	battu		id	nulle	Parois verticales ou pente forte
Grès littoraux	grès tendres	calme	W à NW	id	faible	Pente douce et lapiés
Jetée du port	béton	calme	N à S	Affaiblie (auvent du tablier de la jetée)	assez forte	(voir texte et figure)
troncs de la mangrove	écorces se desquamant plus ou moins	très calme		Très affaiblie (feuillage)	assez forte à forte	surfaces verticales

LES STATIONS DE SUBSTRATS SOLIDES
ET LEURS PRINCIPAUX FACTEURS CARACTÉRISTIQUES

deux fleuves Onilahy et Fiherenana produisent des expansions d'eaux turbides et saumâtres assez loin de leurs estuaires. La pointe Barn-Hill est, en particulier, directement en contact avec les eaux turbides de l'Onilahy. Cela provoque, surtout du côté de Saint-Augustin, une sédimentation de particules fines très abondante pendant la saison des pluies, mais présente en toutes saisons bien qu'avec moins d'intensité.

Une augmentation plus constante de la turbidité, du fait de la présence de bancs de vase, s'observe en face de Tuléar et sur les rivages bordés de récifs.

Les peuplements

I. — *Méthodes d'étude*

Sur le terrain, le repérage des espèces et de leur répartition s'est toujours effectué en deux temps :

1° *Repérage topographique de la portion de littoral* étudiée (orientation par rapport à la houle, pente, exposition à la lumière etc.).

2° *Repérage altitudinal et horizontal des espèces* par la méthode des relevés phytosociologiques avec double cotation (cf. Laborel et Vacelet).

J'utiliserai ces données pour montrer schématiquement quelques aspects typiques des peuplements de substrats solides. Le premier cas étudié sera celui de la falaise de Barn-Hill en mode battu puis en mode calme, qu'on peut considérer comme représentant le prototype du peuplement de la roche littorale dans la région de Tuléar ; ensuite seront passées en revue quelques variations dues à l'intervention de différents facteurs.

Nous utiliserons comme cadre l'étagement établi par Pérès et Picard.

II. — *Station de mode exposé : la pointe Barn-Hill* (Pl. n° 3)

Par temps calme le déferlement se produit encore avec une amplitude de 1,50 m.

Le visor est beaucoup moins prononcé à l'extrémité que sur les faces W et E de la pointe (0,50 m. de creux au maximum), mais la plate forme d'abrasion est beaucoup plus large : elle atteint 3 à 4 m. ; même à marée basse elle est souvent recouverte par la vague déferlante.

1° *L'étage supralittoral.* — Il présente une extension verticale conditionnée précisément par le facteur agitation sur une paroi

verticale normale, elle sera environ de 1,50 m., alors que dans un dièdre rentrant elle pourra dépasser 3,50 m.

La roche est entièrement couverte de Cyanophycées épi — et endolithes dont l'action corrosive donne d'ailleurs un aspect en lapiés. Au-dessus de la zone régulièrement humectée, leur surface de recouvrement diminue de même que leurs actions corrosives.

Les fissures et cupules abritent des Littorines (*Littorina glabrata, Littorina pintado, Tectarius millegranus*). La présence de *Ligiidae* dans les fissures est probable mais non décelable de jour.

2° *L'étage médiolittoral.* — Il occupe la plus grande partie de la concavité du visor et le haut de la plateforme d'abrasion.

Il débute vers le haut par une zone à Chthamales (*Chthamalus antennatus*), zone d'ailleurs réduite dans les stations de mode battu de la pointe Barn-Hill (probablement du fait de la dissolution des tests par des Cyanophycées endolithes, dissolution accrue par l'agitation de l'eau) ; dans ces modes exposés *Chthamalus antennatus* existe seul ; au même niveau on trouve une bande discontinue de *Bostrychia sp.*

Un peu plus bas apparaissent les Tetraclites (*Tetraclita serrata* des modes battus remplaçant *T. porosa* des modes plus calmes). Une espèce particulière aux modes battus, le Cirripède *Lithotrya valentiana* occupe la partie inférieure de la concavité du visor. L'agitation est responsable de la confusion qui existe ici entre les zones supérieure à Chthamales et inférieure à Tétraclites.

La partie inférieure de l'étage est limitée par une ceinture subcontinue de Lithotamniées formant un mince placage sur la roche.

La faune vagile de l'étage est appauvrie par rapport aux modes moins exposés :

— les diverses espèces de Nérites (*Nerita albucilla, Nerita polita, Nerita undata, Nerita neritopsoïdes*) disparaissent, de même que les *Siphonaria.*

— les prédateurs du groupe des *Ricinula* et *Thais* disparaissent du médiolittoral ;

— deux espèces de Patelles subsistent : *Tectura conoidalis* et *Helcioniscus rota* ;

— les Brachyoures subsistent et sont même plus développés qu'en mode calme : les espèces les plus courantes sont : *Grapsus tenuicrustatus* (qui peut aussi remonter dans le supralittoral), *Eriphia smithi* et *Eriphia sebana,* qui se cantonnent aux fissures du médiolittoral inférieur et de l'infralittoral.

3° *L'étage infralittoral.* — Accessible seulement dans sa partie supérieure, il occupe la plus grande partie de la plate-forme d'abrasion et tout ce qui se trouve au delà ; le peuplement est caractérisé par :

a) *Un revêtement algal ras, à* 100%, se rapprochant de l'*algal-turf* décrit par De Baissac, Lubet et Michel à l'île Maurice. On peut d'ailleurs y reconnaître plusieurs horizons suivant les dominances de certaines espèces : un *Ceramium sp.* en haut, auquel succède un *Pseudochondrus* ; il est à noter qu'il ne s'agit jamais de peuplements monospécifiques.

b) *Un peuplement animal*, formé :

— de la faune liée aux algues : espèces de petite taille (*Hydraires, Bryozoaires...*).

— d'une faune sessile, comportant un revêtement très important, bien que difficile à décler, de *Vermetidae* du groupe des *Spiroglyphus*, qui sont, le plus souvent, recouverts sauf l'orifice, d'une couche d'algues crustacées. Parmi les autres animaux on peut citer : les Balanes, en grand nombre (*Balanus concavus*), les *Hydraires* (apparaissant au tiers inférieur de la plate forme d'abrasion), et des *Eponges* (*Halichondrines*) dans les fissures de la paroi verticale.

L'élément vagile de la faune est représenté par : des *Gastéropodes prédateurs* (*Ricinula morus, R. marginatra, Thais bufo* etc.) ; les *Eriphia* (*E. smithi, E. sebana*) dans les fissures ; les *Percnon* (*Percnon demani*) qui ne sortent jamais de l'eau.

III. — *Station de mode abrité* : *Rochers à l'abri du récif de Sarodrano* (Pl. n° 4)

La houle déferlant sur le front du récif frangeant de Sarodrano, l'amplitude du ressac devient très faible à nulle. C'est le principal facteur modifiant le peuplement de la roche, avec la proximité de la plage de sable (les Hermelles fixent ce sable).

1° *L'étage supralittoral.* — Il est considérablement réduit, au moins du point de vue de la densité des *Cyanophycées.* Elles n'existent plus que par taches remplaçant le revêtement continu des modes battus. Les Littorines sont encore présentes mais les espèces sont différentes, puisqu'on trouve ici : *Tectarius malaccanus* et *Littorina glabrata. Les Ligiidae* sont présents dans les fissures.

2° *L'étage médiolittoral.* — Il présente lui aussi, par rapport aux modes agités, des changements de faune. L'extension verticale des espèces est conditionnée par l'exposition à la lumière et à la dessication (cf. fig.).

Les *Bostrychia* se cantonnent aux zones ombreuses sous les auvents des roches. Les Chthamales, dont la présence n'est pas constante, descendent plus bas sur les faces inclinées et exposées au soleil. Le nombre des espèces est plus grand qu'en mode battu : *Elminius sinuatus* et *Tetraclita rosea* s'ajoutent à *Chthamalus*

antennatus. Les *Brachyodontes variabilis* des modes calmes se cantonnent aux fissures de même que *Pedalion* (= *Melina*) *nucleus*. Les Chthamales cèdent la place, dans la partie inférieure du médiolittoral, à des formations discontinues de *Crassostrea cucullata*.

3° *L'étage infralittoral*. — Il est caractérisé, dans sa partie visible, par la présence de plusieurs zones de Polychètes ; il débute par une formation qui semble à cheval sur le médio — et l'infralittoral : une bande discontinue de *Pomatoleios kraussi* (= *P. crosslandi*), limitée aux zones abritées de la lumière. Sous les surplombs, une formation analogue succède à la précédente vers le bas, *Potamilla cf. reniformis*, formant par ses tubes très serrés et longs de 1 à 2 cm., une couverture à 100% de la roche.

Au contact du sol horizontal se développent des massifs de Sabellaridae ..... : (*Sabellaria spinulosa var. Alcocki*) qui forment des bourrelets et coussinets de 5 à 30 cm. de haut.

Le socle horizontal se prolonge jusqu'à l'eau par une plate-forme, creusée d'un curieux système de « vasques » très peu profondes (5 à 10 cm.) séparées par des cloisons très régulières. Ces flaques abritent une faune vagile ressemblant beaucoup à celle que l'on rencontre dans les modes très calmes, face à la grotte de Sarodrano : le *Blenniidae Salarias edentulus*, des *Paguridae* divers (*Clibanarius longitarsus*, *Calcinus elegans*...). La flore infralittorale diffère de celle des modes battus par la disparition d'espèces comme *Pseudochondrus sp.*, *Sargassum sp.* et l'apparition, très classique, d'Ulves et Enteromorphes.

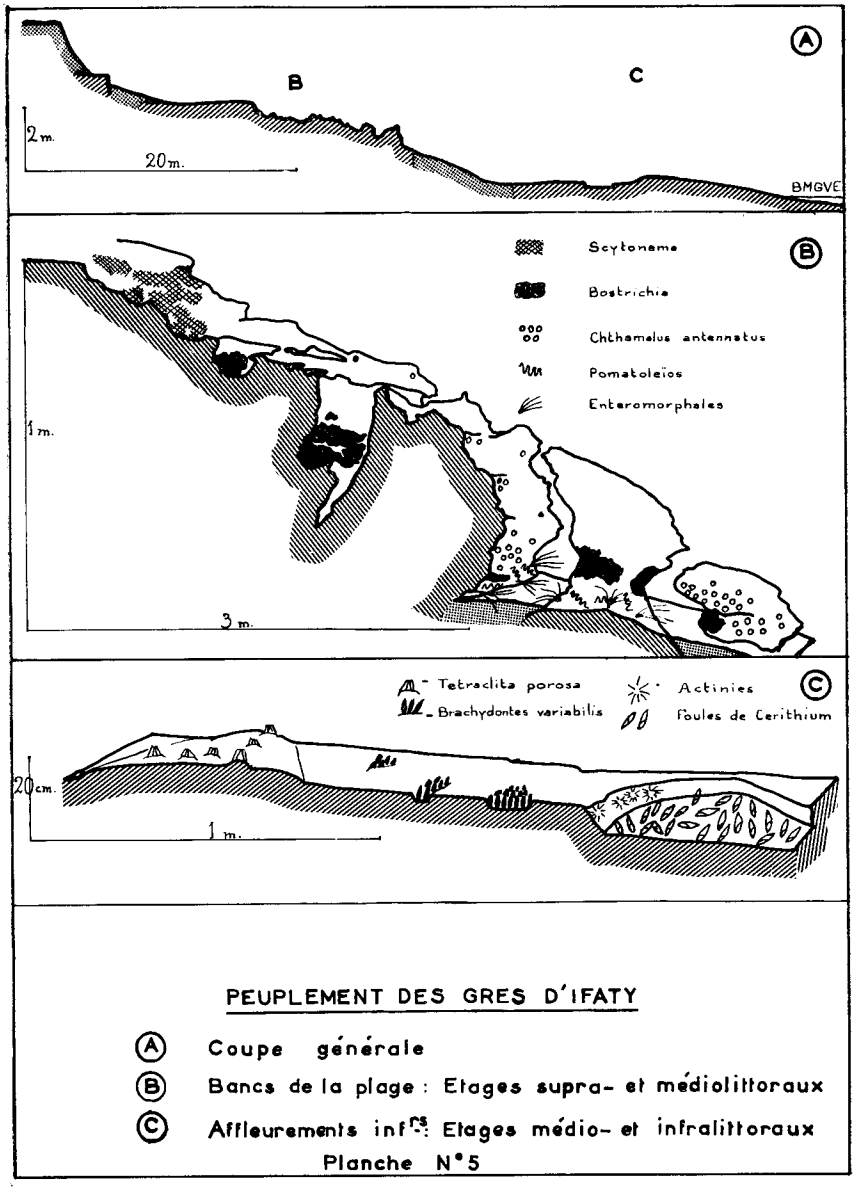
IV. — *Autres modalités de modes abrités*

A. — *Substrats gréseux : roche d'Ifaty* (Pl. n° 5).

Deux facteurs essentiels interviennent pour modifier l'aspect des peuplements :

a) *La nature du substrat, gréseux et tendre*, qui se creuse en cuvettes et reliefs de dissolution dans le haut de la zone intertidale. Ces anfractuosités sont le refuge de la faune et surtout de la flore (*Bostrychia sp.*) ; de plus, le peu de tenue du substrat peut empêcher en certains endroits la fixation durable de divers animaux sessiles : Cirripèdes, *Serpulidae*, *Ostraeidae*... dont les peuplements sont donc très appauvris à ces endroits.

b) *Le mode*, agissant conjointement aux alluvions en suspension dans l'eau à marée basse, provoque le dépôt, sur le replat rocheux inférieur, d'une couche de particules fines sur une épaisseur variant de 0,5 à 2 mm.



1° *L'étage supralittoral.* — Sur l'étage supralittoral, en plus des *Cyanophycées* endolithes, des espèces épilithes et ramifiées se développent sur les parois verticales (*Scytonema sp.*) ; *Littorina glabrata* et *Tectarius malaccanus* sont présents mais rares. L'ensemble du supralittoral est réduit en hauteur (20 à 40 cm. au plus).

2° *L'étage médiolittoral.* — Il présente toujours la même extension Sur les rochers de haut de plage on en reconnait la partie supérieure avec les *Bostrychia sp.*, *Chthamalus antennatus*, *Elminius sinuatus Pedalion nucleus.* Au contact des bas de surplombs avec le sable, l'humectation de celui-ci provoque la remontée de *Chlorophycées* et des *Pomatoleios* infralittoraux. On retrouve les *Tetraclita porosa* du bas du médiolittoral sur les parties surélevées du replat rocheux inférieur, normalement occupé par les peuplements infralittoraux.

3° *L'étage infralittoral.* — Il est constitué par le peuplement de ce replat rocheux sub-horizontal. Les éléments essentiels du peuplement animal sont : *Brachyodontes variabilis* (par groupes de 5 à 20), des Gastéropodes formant des foules dans les flaques d'eau (*Cerithium coerulescens*, *C. petrosum*, *Ricinula marginatra*, *Nerita albicilla*) ; quelquefois des coquilles sont habitées par des Pagures (*Calcinus elegans*, *Clibanarius longitarsus*). Dans les parties basses ou verticales, on observe les trous d'Actinies foreuses, et le Brachyoure *Pilumnus vespertilio*, logés dans les anfractuosités.

Dans la même zone, les dessous de blocs recèlent un micro-climat favorable à l'installation d'une faune riche : placages de tubes de *Potamilla reniformis*, *Synascidies* (*Polyclinidae* et *Didemnidae*) Hydraires *Sertulariidae*, Eponges Halichondrines etc.

A un niveau plus inférieur encore (Basse Mer de Vive eau) commence une zone caractérisée par des flaques creusées dans le grès et dont le bord, toujours immergé, est peuplé d'une riche faune sessile dominée par des Eponges Halichondrines et des Alcyonaires. Ces flaques elles mêmes sont souvent le lieu de développement de micro-atolls de *Porites* sp.

B. — *Substrat artificiel* : *La grande jetée du port de Tuléar* (Pl. n° 6).

Longue de 1,700 km. (400 m. de jetée pleine avec radier de blocs, et 1.300 m. d'estacade sur pilotis) elle porte un peuplement dont la composition est fonction de l'action de trois facteurs essentiels : *a*) protection contre le soleil et la dessication assurée par l'ombre du tablier de l'estacade ; *b*) forme particulière des piliers et en particulier de leurs socles, ménageant un substrat horizontal à leur partie supérieure et un surplomb en dessous ; *c*) existence, à marée basse, d'une couche d'eau de faible épaisseur qui demeure au pied des piliers et qui prend des caractéristiques se rapprochant de celles des eaux portuaires, ce qui favorise le développement d'une faune tout à fait particulière sous les socles des piliers.

1° *L'étage supralittoral.* — Très réduit, il n'est plus représenté que par une ceinture étroite de *Littorina glabrata* et *Littorina*

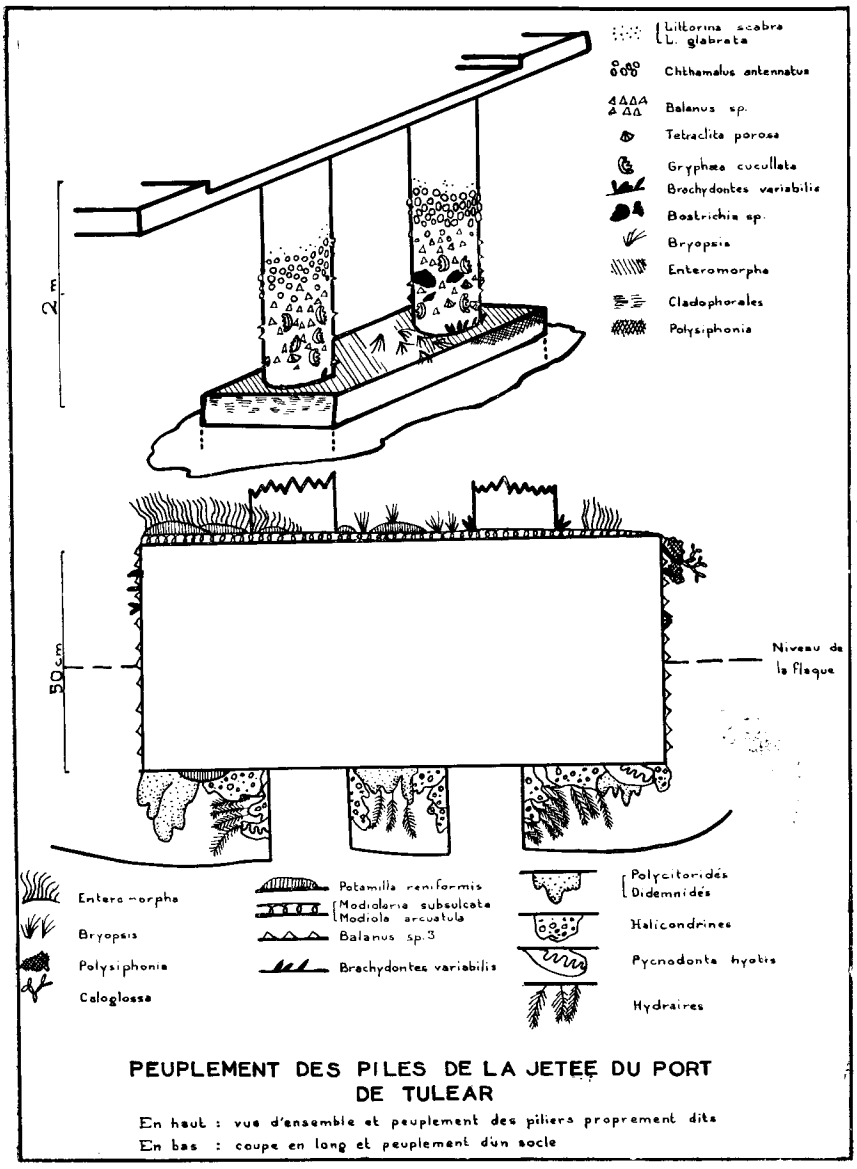


Planche N° 6

scabra (espèce qui apparaît dès qu'il y a protection contre la lumière) qui se logent dans les anfractuosités.

2° *L'étage médiolittoral.* — Il présente une zonation très nette, avec de haut en bas : *a*) une zone à *Chthamalus antennatus*, à

peuplement dense (80 à 100% de recouvrement) et presque monospécifique ; *b*) une zone à Balanes (*Balanus sp*[3]) succédant à la précédente presque sans mélange ; le recouvrement est également total, mais d'autres espèces y participent aussi : *Crassostrea cucullata* et, un peu plus bas, *Tetraclita porosa*, qu'on retrouve d'ailleurs sur la face verticale des socles ; par endroits s'observent des taches de *Bostrychia sp.*

3° *L'étage infralittoral.* — Il se décompose en deux parties :

1) *Sur la surface horizontale des socles* : le développement d'une couche d'algues et de petits *Mytilidae* (*Modiolaria subsulcata, Modiola arcuatula, Brachyodontes variabilis*) favorise une légère sédimentation et la rétention d'eau, de sorte que se développe une faune infralittorale comprenant : des Hydraires, des Actinies, la Polychète Sabellide *Potamilla reniformis* etc.

2) Un peuplement du même type reprend au bas de la paroi verticale, puis, sous le socle, se développe un ensemble faunistique très particulier, à base de Synascidies (*Didemnidae*), Eponges diverses, Bryozoaires (*Bugula sp.*), Hydraires (*Sertulariidae*), Pélécypodes (*Pycnodonta hyotis, Chama brassica, Pinctada radiata* etc.), le tout formant une faune très riche avec développement d'épibioses (Bryozoaires du *G. Amathia*, Diatomées etc.).

C. — *Substrats ombragés : les troncs de la Mangrove.*

Le peuplement des troncs d'arbres de la Mangrove représente un aspect appauvri de celui des niveaux supérieurs de la jetée. Cet appauvrissement vient du fait que les arbres se desquament (plus ou moins vite selon les espèces). Quelques points particuliers sont à signaler :

1° *L'étage supralittoral* est peuplé uniquement de *Littorina scabra*, et s'étend d'autant plus haut que l'ombre est plus dense.

2° *L'étage médiolittoral.* Cet étage appelle quatre remarques : *a*) la zone des *Chthamales* est nettement individualisée ; *b*) *les Balanus sp*[3], par contre ne sont pas souvent présents ; *c*) des *Cerithidea decollata* apparaissent sur quelques *Bruguiera cylindrica* (comme sur les Salicornes, cf. R. Derijard) ; *d*) la partie inférieure des troncs et les pneumatophores qui s'assèchent à marée basse possèdent une couverture de *Caloglossa sp.*

3° *L'étage infralittoral.* Cet étage est représenté par le peuplement de la partie inférieure de certains troncs et surtout celui des pneumatophores qui restent immergés à marée basse. Ce peuplement est constitué d'un petit nombre d'espèces mais qui forment un revête-

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Tananarive

ment continu et dense : algues diverses, une espèce d'Halichondrine, quelquefois des *Actinies* et des *Isognomon ephippium* (ceux-ci dans les zones proches des résurgences). Il est à noter que, dans une mangrove étendue en largeur et dont l'arrière est en contact avec des résurgences d'eau douce (Sarodrano), on constate que, de l'arrière vers le large, Chthamales et Balanes apparaissent progressivement ; les *Isognomon*, présents près des résurgences, disparaissent rapidement ; la densité des algues reste constante ; *Crassostrea cucullata* apparaît progressivement.

Conclusion

Cet aperçu schématique sur les substrats solides de la région de Tuléar permet de mettre en évidence deux ordres de faits essentiels :

— Malgré l'extrême diversité des substrats et de leurs caractères, les peuplements montrent une assez grande homogénéité, dans la mesure où il est possible de trouver une série presque continue entre les stations des modes les plus battus et des modes les plus calmes.

— En dehors du mode les facteurs essentiels conditionnant la répartition des espèces semblent être l'éclairement et la nature du substrat, le premier de ces facteurs agissant indirectement (en faisant varier l'humectation) sur l'extension verticale des espèces, et le second sur l'implantation même des espèces (selon leurs possibilités de fixation sur un substrat donné).

(*Station Marine d'Endoume-Marseille*
et Station Marine de Tuléar).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

BATTISTINI (R.). — « Note sur l'existence d'encoches fossiles de corrosion marine dans la Baie des Galions et sur les variations récentes du niveau de la mer », (*Mem. I.R.S.M.* Série F, t. III, 1958).

LABOREL ET VACELET. — « Etude des peuplements d'une grotte sous-marine du Golfe de Marseille », (*Bull. Inst. Océan.*, Monaco, n° 1120, juin 1958).

LUBET, MICHEL et DE BAISSAC. — « Délimitation des communautés benthiques de l'Ile Maurice », (*Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Fasc. 39, *Bull.* 25, 1962).

PÉRÈS et PICARD. — « Manuel de Bionomie benthique de la mer Méditerranée (*Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Fasc. 14, *Bull.* 23, 1958).

SALVAT (B.). — « Récoltes malacologiques de M. R. Battistini sur les plages soulevées de Madagascar » (*Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 2e série, t. 33, n° 5, pp. 524-551, 1961).